Международный научно-исследовательский журнал
«Прогрессивная экономика»
№ 4 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/issledovanie-vliyaniya-innovaczionnyh-tehnologij-dekarbonizaczii-na-ustojchivoe-razvitie-neftegazovogo-biznesa/
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3
УДК 338.45:622.32:330.322
DOI: 10.54861/27131211_2026_4_11



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО БИЗНЕСА

Курочкина Д.М., *магистрант, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия*
450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-6683-8812
e-mail: darya.kurochkina77@gmail.com

Ходковская Ю.В., *кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и стратегического развития, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия*
450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0112-9087
e-mail: khodkovkiy@bk.ru

Аннотация. Конкурентоспособность нефтегазового бизнеса определяется не масштабами ресурсной базы, а способностью управлять репутационной устойчивостью, технологической эффективностью и доступом к «зеленому» финансированию. Глобальный энергопереход, климатические риски и санкционное давление делают традиционные методы оценки инвестиционной привлекательности недостаточными для интеграции экологических, политических и репутационных факторов в единую систему количественного анализа. Проблема заключается в отсутствии инструментария, позволяющего количественно оценить интегральную привлекательность технологий декарбонизации с учетом экологических, политических и ESG-факторов. Цель исследования состоит в разработке модифицированной модели оценки инвестиционной привлекательности технологий декарбонизации, фиксирующей мультипликативный эффект взаимодействия факторов устойчивости, и идентификация типов стратегий устойчивого развития российских нефтегазовых компаний. Научная новизна состоит в создании интегральной модели, позволяющей учитывать синергетический эффект от одновременного улучшения экологической эффективности, политической устойчивости и ESG-зрелости. Авторами предложена лепестковая модель эластичности инвестиционной привлекательности нефтегазовых компаний к санкционному давлению. Методология

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

базируется на модификации метода реальных опционов с введением корректирующих коэффициентов. Эмпирическая база включает данные шести крупнейших российских нефтегазовых компаний за 2020–2025 гг. Результаты: конкурентоспособность бизнеса напрямую коррелирует с внедрением технологий декарбонизации. Выявлены четыре типа стратегий: сбалансированное лидерство, технологический рывок, инерционное развитие с высокой чувствительностью к внешним шокам, сбалансированное развитие. Установлен синергетический эффект мультипликативной модели: компании, улучшающие все три коэффициента, демонстрируют экспоненциальный рост интегральной стоимости инвестиционных проектов в области декарбонизации. Практическая значимость заключается в адресных рекомендациях для каждой группы компаний. Перспективы исследования связаны с углублением анализа эластичности в разрезе отдельных технологий (CCUS, водород, ВИЭ) и разработкой цифровой платформы для автоматизированных расчетов.

Ключевые слова: декарбонизация, нефтегазовые компании, инвестиционная привлекательность, метод реальных опционов, ESG-факторы, санкции, экономика.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Курочкина Д.М., Ходковская Ю.В. Исследование влияния инновационных технологий декарбонизации на устойчивое развитие нефтегазового бизнеса // Прогрессивная экономика. 2026. № 4. С. 11–31. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_4_11.

Статья поступила в редакцию: 26.02.2026 г. Одобрена после рецензирования: 06.04.2026 г. Принята к публикации: 07.04.2026 г.

RESEARCH ON THE IMPACT OF INNOVATIVE DECARBONIZATION TECHNOLOGIES ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS BUSINESS

Kurochkina D.M., *Master's student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia*
450064, Ufa, Kosmonavtov Street, 1
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-6683-8812
e-mail: darya.kurochkina77@gmail.com

Khodkovskaya Yu.V., *Candidate of Economics. Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Strategic Development, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia*
450064, Ufa, Kosmonavtov Street, 1
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0112-9087
e-mail: khodkovkiy@bk.ru

Abstract. In progressive economic landscape, the competitiveness of the oil and gas sector is no longer defined by the scale of its resource base, but rather by its capacity to manage reputational resilience, technological performance, and access to green financing mechanisms. The

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

global energy transition, escalating climate risks, and mounting sanctions pressure have rendered traditional approaches to evaluating investment attractiveness insufficient, particularly in terms of integrating environmental, political, and reputational dimensions into a unified quantitative framework. The core challenge lies in the absence of robust analytical tools capable of providing a comprehensive quantitative assessment of decarbonization technologies, taking into account environmental, geopolitical, and ESG-related factors simultaneously. The objective of this study is to develop an enhanced model for assessing the investment appeal of decarbonization technologies, one that captures the multiplicative interactions among sustainability drivers, as well as to identify key patterns in the sustainable development strategies of Russian oil and gas companies. The scientific contribution of the research consists in the design of an integrated evaluation framework that incorporates the synergistic effects arising from concurrent improvements in environmental efficiency, political stability, and ESG maturity. In addition, a petal-shaped elasticity model is introduced to measure the sensitivity of oil and gas companies' investment attractiveness to sanctions pressure. Methodologically, the study builds upon an adapted real options approach, supplemented with corrective coefficients to reflect sustainability-related variables. The empirical analysis is based on data from six major Russian oil and gas companies over the period 2020–2025. The findings indicate a strong positive relationship between business competitiveness and the adoption of decarbonization technologies. Four strategic archetypes are identified: balanced leadership, technological acceleration, inertia-driven development with heightened exposure to external shocks, and harmonized growth. The results also confirm a pronounced synergistic effect within the multiplicative model: companies that simultaneously improve all three key parameters demonstrate exponential growth in the overall value of their decarbonization investment projects. The practical relevance of the study lies in the formulation of targeted recommendations tailored to each strategic group. Future research directions include a more granular analysis of elasticity across specific technologies (such as CCUS, hydrogen, and renewable energy sources), as well as the development of a digital platform to enable automated investment calculations.

Keywords: decarbonization, oil and gas companies, investment attractiveness, real options method, ESG factors, sanctions, and the economy.

JEL classification: Q42, Q56, G32, L71, O33.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Kurochkina D.M., Khodkovskaya Yu.V. (2026). Issledovanie vliyaniya innovatsionnykh tekhnologii dekarbonizatsii na ustoichivoe razvitie neftegazovogo biznesa [Research on the impact of innovative decarbonization technologies on the sustainable development of oil and gas business]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 4, 11–31, https://doi.org/10.54861/27131211_2026_4_11. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 26/02/2026. Approved after review: 06/04/2026. Accepted for publication: 07/04/2026.

Введение

Современный этап нефтегазового бизнеса характеризуется наложением системных трендов: исчерпание ресурсной базы, волатильность рынков и эскалация климатических рисков [1]. В научном дискурсе этот период идентифицируется как фаза энергоперехода, требующая пересмотра долгосрочных стратегий [2]. Ключевым вектором трансформации становится

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

декарбонизация, превращаясь из внешнего ограничения в драйвер технологического обновления и поиска новых моделей создания стоимости в условиях цифровой экономики [3].

Актуальность темы исследования обусловлена несколькими взаимосвязанными обстоятельствами. Во-первых, анализ современных тенденций свидетельствует о формировании устойчивого запроса со стороны инвесторов и регуляторов на транспарентность углеродной отчетности и соответствие принципам ESG. Внедрение инновационных низкоуглеродных технологий становится неотъемлемым условием сохранения конкурентоспособности [4]. При этом высокая капиталоемкость и длительные сроки окупаемости подобных проектов актуализируют проблему совершенствования инструментария оценки их эффективности [5].

Во-вторых, современный методологический подход отходит от узкофинансовых метрик к поликритериальным моделям, интегрирующим экономические показатели, технологическую готовность и индикаторы устойчивого развития [6]. Императивом выступают принципы двойной материальности, учитывающие влияние климатических изменений на бизнес и воздействие бизнеса на среду [7].

В-третьих, в 2020–2025 гг. внешний контур российских нефтегазовых компаний кардинально изменился: экономическая повестка столкнулась с беспрецедентным санкционным давлением. Стратегии, опирающиеся на импорт зависимые цепочки, демонстрируют различную уязвимость, что требует количественной оценки инвестиционной привлекательности в условиях внешних шоков [8]. Таким образом, существующий инструментарий не учитывает синергию факторов и чувствительность компаний к санкциям в зависимости от технологической готовности.

Целью статьи является разработка и апробация модифицированной модели оценки инвестиционной привлекательности технологий декарбонизации, учитывающей мультипликативный эффект взаимодействия экологических, политических и ESG-факторов, а также идентификация типов стратегий устойчивого развития российских нефтегазовых компаний в контексте прогрессивной экономики и санкционных ограничений.

Обзор литературы

Проблематика оценки инвестиционной привлекательности технологий декарбонизации в нефтегазовом секторе находится в фокусе внимания как российских, так и зарубежных исследователей [9; 10]. Базисные работы закладывают концептуальные основы перехода к низкоуглеродной экономике, акцентируя макроэкономические вызовы для России [1]. В коллективной монографии систематизируются глобальные тренды энергоперехода [2], однако инструментарий количественной оценки эффективности конкретных инвестиционных проектов остается за рамками анализа. Исследование фокусируется на институциональной динамике и необходимости адаптации стратегий российских компаний к изменяющимся внешним условиям [3],

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

оставляя без внимания формализованную оценку устойчивости к санкционным шокам.

Критический анализ существующих исследований в области оценки инвестиционных проектов с учётом ESG-факторов (экологических, социальных и управленческих) выявляет ряд существенных методологических лакун и концептуальных ограничений, препятствующих формированию целостной аналитической парадигмы. Несмотря на признание климатических рисков в качестве детерминанты стоимости капитала [4], данный подход носит редукционистский характер, сводя многомерную проблематику устойчивого развития к узким финансовым параметрам, что исключает из рассмотрения комплекс экосоциальных императивов. Последующие попытки эколого-экономической оценки проектов декарбонизации [5] демонстрируют схожую односторонность, акцентируя экологическую составляющую в ущерб системному учёту политико-институциональных рисков, что существенно снижает операциональную ценность моделей в условиях нестабильности.

Анализ социально-институциональных режимов декарбонизации [6], равно как и компаративистские исследования международного опыта [7; 11], страдают иным видом ограниченности — игнорированием контекстуальной специфики. Предлагаемые универсальные схемы и метрики оценки низкоуглеродных технологий оказываются нефункциональными в условиях санкционного давления и структурных особенностей российской экономики, формируя «методологический вакуум» прикладного характера.

Параллельное развитие исследовательских направлений, связанных с интеграцией ESG-факторов в оценку инвестиционной привлекательности [8; 9] и анализом технологической готовности бизнеса [10; 12], привело к фрагментации знания. Первые игнорируют вопросы технологической адаптивности, вторые, применяя инструменты стратегического анализа (включая графические методы, например, лепестковые диаграммы), не выходят на уровень оценки синергетических эффектов от одновременного воздействия ESG-трансформации и технологической модернизации. Их изолированное применение порождает дискретные, неинтегрированные выводы.

Значительный пласт публикаций [13; 14; 15] носит сугубо конъюнктурно-описательный характер, лишённый строгого количественного аппарата для верификации причинно-следственных связей между факторами среды и динамикой инвестиционной привлекательности, что не позволяет перейти от констатации к прогнозированию.

Отраслевые исследования, посвящённые технологическим аспектам декарбонизации промышленности [16], демонстрируют содержательную узость, не распространяя выводы на специфику критически важного нефтегазового сектора, где экологические императивы сталкиваются с максимальными экономическими и технологическими противоречиями.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Таким образом, налицо системный кризис методологии, характеризующийся: 1) редукцией многомерных проблем к однофакторным моделям; 2) игнорированием контекстуальной (санкционной, отраслевой) специфики; 3) фрагментацией смежных исследовательских полей и отсутствием синтетических подходов; 4) преобладанием качественных описаний над количественными каузальными моделями. Преодоление данных ограничений требует разработки интегральной полит-эколого-экономической рамки анализа, способной учесть синергию ESG-факторов, технологической готовности и внешнеполитических рисков в рамках конкретных институциональных и отраслевых контекстов. Следовательно, несмотря на наличие значительного числа исследований, посвященных отдельным аспектам декарбонизации нефтегазового бизнеса, комплексный подход, объединяющий учет экологических, политических и ESG-факторов в единой мультипликативной модели с одновременной оценкой эластичности инвестиционной привлекательности к санкционному давлению и дифференциацией компаний по уровню технологической готовности, в научной литературе отсутствует. Можно утверждать, что существующие работы либо фокусируются на одном из измерений (экологическом, институциональном или финансовом), либо не связывают количественную оценку с визуализацией структурных диспропорций. Поэтому вклад настоящего исследования заключается в разработке и апробации интегральной модели, позволяющей учитывать синергетический эффект одновременного воздействия трех групп факторов, а также в применении лепестковой модели для визуализации эластичности инвестиционной привлекательности к санкционному давлению в зависимости от уровня технологической готовности российских нефтегазовых компаний.

Материалы и методы

Эмпирическая база включает данные корпоративной отчетности и рейтинговые оценки крупнейших российских нефтегазовых компаний (ПАО «Новатэк», ПАО «Татнефть», ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Роснефть», ПАО «Газпромнефть»). Информационную основу составляют методологии рейтинговых агентств, стандарты нефинансовой отчетности, прогнозы цен на углерод и др. Методологический аппарат исследования базируется на модификации метода реальных опционов (ROV), адаптированного к условиям энергетического перехода и санкционного давления. В отличие от классической версии, модификация предполагает введение системы корректирующих коэффициентов. Интегральная оценка инвестиционной привлекательности формируется по мультипликативной формуле. Для визуализации структурных диспропорций и сравнительного анализа типов стратегий применена лепестковая модель. Все показатели нормированы относительно максимального значения по выборке, что обеспечивает сопоставимость компаний независимо от их масштаба.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Результаты и обсуждение

Анализ тенденций свидетельствует о формировании устойчивого запроса со стороны инвесторов и регуляторов на транспарентность углеродной отчетности и соответствие принципам ESG. Внедрение инновационных низкоуглеродных технологий, таких как системы улавливания и хранения углерода (CCUS), водородные решения и цифровые платформы управления выбросами, становится неотъемлемым условием сохранения конкурентоспособности [4; 5]. Однако высокая капиталоемкость и длительные сроки окупаемости подобных проектов актуализируют проблему совершенствования инструментария оценки их эффективности. Согласно ряду исследований [6; 14], такой инструментарий должен интегрировать не только экономические показатели, но и параметры технологической готовности, а также количественные и качественные индикаторы устойчивого развития. Императивом становится применение принципов двойной материальности, требующих учета как влияния климатических изменений на бизнес, так и воздействия бизнеса на окружающую среду [7], базируясь на взаимосвязанных измерениях:

– принцип финансовой материальности фокусируется на оценке уязвимости бизнеса перед экзогенными климатическими факторами. В рамках данного принципа анализу подвергается то, как глобальное изменение климата и ответные меры регуляторов (углеродное регулирование, трансграничные налоги, квоты на выбросы) влияют на финансовое положение и операционную деятельность компаний;

– принцип экологической и социальной материальности рассматривает воздействие самой компании на окружающую среду и климатическую систему. Здесь объектом оценки выступает «углеродный след» внедряемых технологий, объемы эмиссии парниковых газов на всем жизненном цикле проекта, а также потенциал снижения негативной нагрузки за счет инновационных решений.

Действие принципов обозначило критическую важность для принятия стратегических решений одновременного учета интересов со стороны акционеров, требующих доходности, и социума, требующего ответственности. Таким образом, результатом стало формирование ряда репрезентативных моделей, разработанных или адаптированных для нужд нефтегазового бизнеса (табл. 1).

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Таблица 1

Модели оценки влияния инновационных технологий декарбонизации на устойчивое развитие нефтегазового бизнеса

Table 1

Models for assessing the impact of innovative decarbonization technologies on the sustainable development of the oil and gas business

Название модели/ Автор. разработчик	Ключевые характеристики	Недостатки применения модели в нефтегазовом бизнесе в условиях цифровизации и энергоперехода
Метод дисконтированных денежных потоков (DCF) / Дж. Уильямс, М. Гордон (классическая финансовая теория)	Рассматривает инвестиции как портфель управленческих опций	Высокая математическая сложность; отсутствие ретроспективных данных по прорывным технологиям
Метод реальных опционов (ROV) / С. Майерс, Ф. Блэк, М. Шоулз	Основаны на имитационном моделировании	Требуют значительных вычислительных мощностей; результаты сложны для интерпретации
Вероятностно-статистические модели (Монте-Карло) / С. Улам, Н. Метрополис	Анализ устойчивости стратегических решений в разрезе сценариев	Высокая субъективность при формировании сценариев
Сценарный анализ устойчивого развития / Shell, IPCC	Комплексная оценка влияния технологий на показатели бизнеса	Отсутствие унифицированного цифрового стандарта расчета
ESG-оценка инвестиционных проектов / RAEX-Europe, Sustainalytics, MSCI	Оценивает финансовые риски, связанные с выбросами CO_2	Высокая неопределенность будущих цен на углерод
Модель оценки углеродного риска (Carbon Risk Model) / (TCFD)	Оценивает совокупный эффект с позиций устойчивого развития	Сложность количественной оценки и монетизации социальных эффектов
Модель оценки социально-экологической эффективности / Всемирный банк, UNEP	Рассматривает инвестиции как портфель управленческих опций	Высокая математическая сложность; отсутствие ретроспективных данных по прорывным технологиям

Источник: составлено авторами по данным [4; 5; 7; 8; 11; 12; 14]
Source: compiled by the authors based on [4; 5; 7; 8; 11; 12; 14]

Для оценки влияния инновационных технологий декарбонизации на устойчивое развитие нефтегазового бизнеса целесообразно использовать метод реальных опционов. В отличие от других моделей инвестиционного анализа, данный метод позволяет учитывать высокую неопределенность внешней среды, связанную с динамикой цен на углерод, изменениями климатической политики и технологическими рисками. Преимуществом метода является возможность оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности, что позволяет гибко реагировать на изменения внешней среды и снижать стратегические риски.

Таким образом, метод реальных опционов был определен как базовая модель для оценки влияния инновационных технологий декарбонизации на параметры устойчивого развития нефтегазового бизнеса (табл. 2).

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Таблица 2

Ключевые блоки модификации модели реальных опционов

Table 2

Key blocks of modifying the real options model

Блоки модификации	Формула расчета
Базовая модель (метод реальных опционов)	Упрощённая модель оценки инвестиционного проекта: $V_{\text{баз}} = \frac{\sum_{j=1}^{m}(NPV_{\text{пассив}}+\sum_{i=1}^{n} C_i)}{\sum_{j=1}^{m} I_{0,j}} \times 100\%$, где $V_{\text{баз}}$–стоимость проекта; NPV –чистая приведенная стоимость при фиксированном сценарии реализации; C_i – стоимость управленческих опционов (на отсрочку, расширение, отказ, переключение технологии), $I_{0,j}$– первоначальные инвестиции по проекту j, млн руб.
Факторы, включённые в базовую модель	1. Капитальные инвестиции (CAPEX); 2. Операционные затраты (OPEX); 3. Ставка дисконтирования; 4. Ожидаемые денежные потоки проекта
Факторы модификации	1. Экологические факторы (объем сокращения выбросов CO_2, стоимость углеродных квот, экологические платежи); 2.Политические факторы (углеродное регулирование, субсидии на низкоуглеродные технологии, климатическая политика государства); 3.Факторы устойчивого развития (ESG)
Принцип модификации	1.Введение коэффициента экологического эффектаk_{eco}, учитывающего сокращение выбросов; 2.Введение коэффициента политического рискаk_{pol}, учитывающего неопределённость климатической политики 3.Введение коэффициента устойчивого развитияk_{ESG}, отражающего влияние проекта на ESG-показатели компании
Модифицированная модель	$V_{mod} = V_{\text{баз}} \times k_{eco} \times k_{pol} \times k_{ESG}$, где V_{mod}– стоимость проекта с учетом синергии факторов устойчивого развития;k_{eco}–коэффициент экологического эффекта;k_{pol}–коэффициент политических рисков;k_{ESG}–коэффициент устойчивого развития

Источник: составлено авторами по данным [4; 5; 7; 14]
Source: compiled by the authors based on [4; 5; 7; 14]

Сформированная модифицированная модель представляет собой интегральный подход к оценке инвестиционной привлекательности технологий декарбонизации, базирующийся на корректировке традиционной стоимости проекта с помощью системы коэффициентов, отражающих ключевые аспекты устойчивого развития:

1. Коэффициент экологического эффекта отражает влияние проекта на окружающую среду (снижение выбросов, углеродоёмкость, соответствие климатическим целям):

$$k_{eco} = 1 + \frac{E_{\text{сокращ}} \times P_{CO_2}}{CF_{\text{баз}}},$$

где $E_{\text{сокращ}}$ – объем сокращения выбросов CO_2 (тонн/год);

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

P_{CO_2} – прогнозная цена углеродной квоты (руб/тонна), скорректированная на волатильность (с учетом реального опциона);

$CF_{\text{баз}}$ –базовый денежный поток проекта.

Если технология декарбонизации позволяет избежать покупки квот или получить углеродные кредиты,$k_{eco} > 1$;

2. Коэффициент политических рисков учитывает неопределенность регуляторной среды, изменение углеродного законодательства и трансграничные налоги:

$$k_{pol} = e^{(-\sigma \times t)},$$

где σ – волатильность политической среды.

В модифицированной модели он выступает как дисконтирующий фактор: чем выше неопределенность госполитики, тем меньше k_{pol}, что снижает итоговую стоимость проекта.

3. Коэффициент устойчивого развития аккумулирует социальные и управленческие аспекты (вклад в ESG-рейтинг, репутационные эффекты, соответствие принципам двойной материальности):

$$k_{ESG} = 1 + \frac{\Delta ESG_{\text{рейтинг}}}{ESG_{max}} + \frac{S_{\text{эффект}}}{\text{Инвестиции}},$$

где $\Delta ESG_{\text{рейтинг}}$ –прирост рейтинга за счет внедрения инновации;

$S_{\text{эффект}}$ –монетизированная социальная выгода (создание рабочих мест в «зеленых» сегментах, снижение социальной напряженности).

Ключевым преимуществом модели можно считать ее мультипликативный характер: модель не просто суммирует разнородные факторы, а пропорционально корректирует базовую стоимость, позволяя получить интегральную оценку, учитывающую синергию экологических, политических и социальных эффектов в условиях энергетического перехода.

Расчеты по предложенной модели выполнялись по следующему алгоритму:

Этап 1: Расчёт базовой стоимости ($V_{\text{баз}}$)

На первом этапе определяется базовая эффективность инвестиционного портфеля компании, включающего проекты декарбонизации (возобновляемые источники энергии, CCUS, водородное топливо), без учета внешних климатических и ESG-факторов. Для каждого проекта рассчитывается пассивная чистая приведенная стоимость ($NPV_{\text{пассив}}$) методом дисконтированных денежных потоков. С использованием биномиальной модели оценивается стоимость встроенных управленческих опционов (на отсрочку, расширение, отказ). Базовая стоимость проекта определяется как $V_{\text{баз}} = NPV_{\text{пассив}} + \sum_{i=1}^{n} C_i$. Для компании показатель $V_{\text{баз}}$ рассчитывается

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

как средневзвешенный индекс доходности портфеля, скорректированный на стоимость капитала, и выражается в процентах.

Этап 2: Оценка экологического эффекта (k_{eco})

Для каждой компании рассчитывается объем снижения углеродного следа от внедрения инновационных технологий (по данным отчетности устойчивого развития). Прогнозируется будущая цена углерода (например, в рамках CAP или экспортных пошлин ЕС). Коэффициент показывает, насколько технология защищает операционную прибыль от углеродного налога.

Этап 3: Оценка политической устойчивости (k_{pol})

Анализируется зависимость компании от экспорта в юрисдикции с жестким климатическим регулированием (EU CBAM). Чем выше доля экспорта и уязвимость перед трансграничным углеродным регулированием, тем ниже k_{pol}. Коэффициент также учитывает наличие государственных субсидий на декарбонизацию (снижающих риски).

Этап 4: ESG-критерий (k_{ESG})

На основе данных рейтинговых агентств и цифровых платформ (Big Data) оценивается социальный эффект и корпоративное управление. Учитывается наличие утвержденных стратегий углеродной нейтральности (Net Zero), что снижает стоимость заемного капитала для «зеленых» проектов.

Этап 5: Интегральная модификация (V_{mod})

Производится перемножение базовой стоимости на коэффициенты:

$$V_{mod} = V_{\text{баз}} \times k_{eco} \times k_{pol} \times k_{ESG}$$

Такой мультипликативный подход позволяет выявить эффект синергии: если компания одновременно улучшает экологию, снижает политические риски и имеет высокий ESG-рейтинг, стоимость проекта возрастает экспоненциально.

На основе анализа доступных данных из отчетов по устойчивому развитию, рейтингов, показателей финансовой отчетности и корпоративных стратегий крупнейших российских нефтегазовых компаний за 2020–2025 годы (лидеров ПАО «Новатэк», ПАО «Татнефть», ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Роснефть», ПАО «Газпромнефть») проведена интегральная оценка инвестиционной привлекательности перспективных технологий российских нефтегазовых компаний (табл.3).

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Таблица 3

Интегральная оценка инвестиционной привлекательности перспективных технологий российских нефтегазовых компаний

Table 3

Integral assessment of the investment attractiveness of promising technologies of Russian oil and gas companies

Нефтегазовые компании	$V_{баз}$	k_{eco}	k_{pol}	k_{ESG}	V_{mod}
2020г.					
ПАО «Новатэк»	12,5	1,35	0,95	1,22	19,57
ПАО «Татнефть»	11,8	1,28	0,98	1,18	17,45
ПАО «Газпром»	10,2	1,12	0,88	1,05	10,57
ПАО «Лукойл»	11,0	1,18	0,92	1,10	13,14
ПАО «Роснефть»	9,8	1,08	0,85	0,98	8,80
ПАО «Газпромнефть»	10,5	1,15	0,90	1,08	11,73
2025г.					
ПАО «Новатэк»	14,2	1,52	1,05	1,45	32,87
ПАО «Татнефть»	13,5	1,48	1,08	1,38	29,79
ПАО «Газпром»	11,8	1,28	0,95	1,18	16,95
ПАО «Лукойл»	12,5	1,35	1,02	1,25	21,52
ПАО «Роснефть»	11,2	1,32	0,98	1,20	17,38
ПАО «Газпромнефть»	12,0	1,30	1,00	1,22	19,03

Источник: составлено авторами на основе данных корпоративной отчетности, отчетов по устойчивому развитию и стратегических материалов компаний
Source: compiled by the authors based on corporate reports, sustainability disclosures, and strategic documents

Анализ динамики ведущих российских нефтегазовых компаний в период с 2020 по 2025 год, проведенный в контексте становления прогрессивной экономики XXI века, свидетельствует о фундаментальном сдвиге: конкурентоспособность бизнеса более не определяется исключительно масштабами добычи, но напрямую коррелирует с внедрением инновационных технологий декарбонизации. В эпоху, когда капитализация корпораций все чаще зависит от нематериальных активов – репутационной устойчивости, доступа к «зеленому» финансированию и углеродного следа продукции, российские компании демонстрируют разнонаправленную динамику.

ПАО «Новатэк» изначально выстроило стратегию на низкоуглеродном экспорте СПГ, соответствующем принципам циркулярной экономики. К 2025г. масштабирование технологий позволило снизить удельные выбросы на 7%, а инвестиции в устойчивое развитие достигли 23 млрд руб. Это классический пример перехода от ресурсной ренты к капитализации технологической эффективности.

ПАО «Роснефть» продемонстрировало наибольшую динамику, совершив рывок за счет внедрения систем улавливания углерода (CCUS) и развития «голубого» водорода.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Феномен ПАО «Татнефть» можно интерпретировать как пример внутренне обусловленного устойчивого развития, при котором достижение коэффициента экологической эффективности (k_{eco} = 1,48) стало результатом не столько ускоренной экологической модернизации, сколько синергетического взаимодействия накопленного социального капитала региона и опережающего внедрения возобновляемых источников энергии. Данный кейс демонстрирует трансформацию ESG-подхода из декларативной концепции в практическую экономику «зеленой» капитализации активов, где сокращение углеродного следа конвертируется в инвестиционную премию за региональную устойчивость, выступающую ключевым фактором отбора для инвесторов.

ПАО «Газпром» демонстрирует иную динамику развития, где инерционная бизнес-модель столкнулась с растущим влиянием климатического протекционизма. Из-за высокой углеродоемкости зрелых активов, недостаточной диверсификации портфеля в сторону низкоуглеродных решений и отсутствия реализованных проектов по утилизации попутного газа политический коэффициент (k_{pol}) опустился ниже критического значения 1,0. Данная ситуация иллюстрирует, что в контексте усиления регулирования традиционная операционная эффективность перестает быть гарантией сохранения конкурентных позиций компании.

Более сбалансированные модели развития, характерные для ПАО «Лукойл» и ПАО «Газпромнефть», формируют контур постиндустриальной трансформации отрасли, где рост достигается не за счет количественного расширения ресурсной базы, а через качественное перераспределение и комбинацию факторов производства. В случае ПАО «Лукойл» ключевую роль играет повышение операционной эффективности, тогда как ПАО «Газпромнефть» делает акцент на развитии цифровой инфраструктуры, обеспечивающей мультипликативный эффект посредством интегрированной автоматизации и оптимизации энергопотребления.

Проведенный анализ позволяет выделить ряд системных закономерностей, определяющих текущую структуру отрасли.

Во-первых, проявляется синергия мультипликативного типа: компании, синхронно улучшающие экологические, политические и ESG-показатели, демонстрируют нелинейный (экспоненциальный) рост интегральной стоимости, тогда как одновекторные стратегии обеспечивают лишь ограниченный, линейный эффект.

Во-вторых, наблюдается трансформация конкурентных преимуществ: организации с изначально высокой углеродоемкостью (ПАО «Роснефть») обладают потенциалом ускоренной трансформации за счет эффекта низкой базы и наличия инвестиционных ресурсов, в то время как компании с уже достигнутыми низкими показателями выбросов (ПАО «Новатэк»)

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

сталкиваются с эффектом «высокой базы», требующим более сложных технологических и институциональных решений для дальнейшего прогресса.

Указанные тенденции обусловливают дифференциацию корпоративных стратегий на несколько типов: 1) интегральное лидерство, основанное на комплексной ESG-эффективности; 2) технологический прорыв, где ключевым драйвером выступает декарбонизация; 3) инерционная модель, характеризующаяся высокой уязвимостью к внешним шокам и климатическим ограничениям; 4) сбалансированное развитие, предполагающее гибкую рекомбинацию факторов производства.

В условиях экономики XXI века устойчивость бизнеса перестает быть функцией управления материальными ресурсами или объемами углеводородных запасов. В современных экономических условиях принципиальную важность обретает компетенция бизнеса к фундаментальной трансформации операционной парадигмы — от ресурсоёмкой экстенсивной модели к технологически детерминированной интенсивной системе, основанной на управлении цифровыми активами, аналитическими данными и нематериальными капиталами, в том числе репутационными. Успешная адаптация в данном контексте предполагает не фрагментарное внедрение экологических практик, а построение целостной архитектуры устойчивого развития, обеспечивающей консервацию достигнутых позитивных изменений в условиях синергетического воздействия геополитических санкционных механизмов и климатико-экологических регуляторных ограничений.

Внешний контур хозяйствования, претерпевший кардинальные изменения в рассматриваемый период, окончательно оформил запрос на суверенную технологическую базу энергетического перехода, не отменяющую, но существенно переформатирующую логику ESG-трансформации в российском нефтегазовом секторе.

В этих условиях стратегии, базирующиеся на импортозависимых технологических цепочках (высокоуровневые катализаторы, турбины, специализированное программное обеспечение для моделирования углеродного следа), продемонстрировали различную степень уязвимости. Следовательно, для верификации выводов о фундаментальном сдвиге в структуре конкурентоспособности необходим переход от констатации факта внедрения инноваций к количественной оценке эластичности показателя устойчивости инвестиционной привлекательности технологий декарбонизации к санкционному давлению.

Реализация поставленной аналитической задачи – дифференциации компаний по уровню технологической готовности для разделения эффектов институциональных изменений и адаптации к внешним шокам – требует перехода от качественной стратификации к инструментарию, позволяющему одновременно оперировать разнородными факторами в единой системе координат.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для типологизации корпоративных стратегий и количественной оценки интегральной привлекательности в условиях внешней турбулентности используется лепестковая модель, позволяющая выйти за рамки линейного анализа. В отличие от однофакторных подходов, она обеспечивает многомерное позиционирование, одновременно учитывая три критических параметра: технологическую готовность, политическую устойчивость и эластичность инвестиционной привлекательности к санкционному давлению (рис. 1).

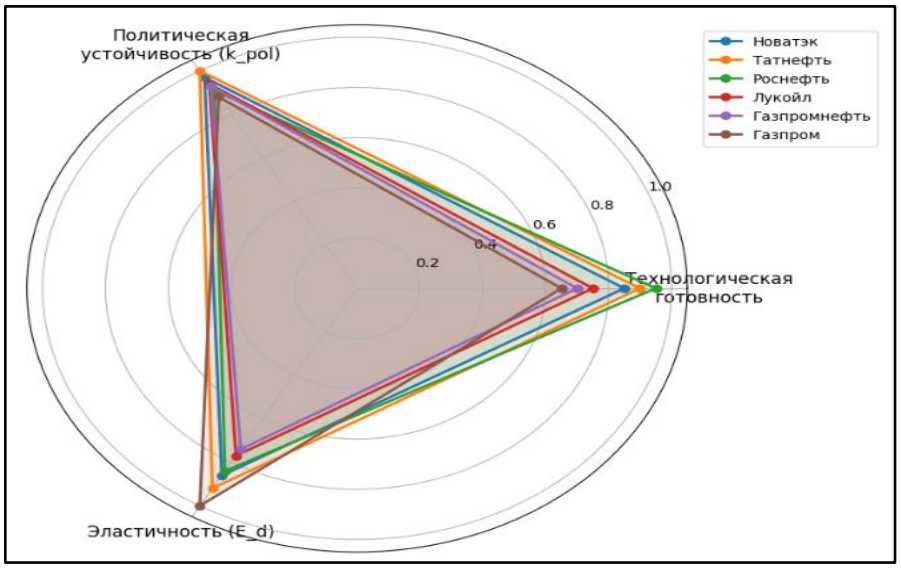


Рис. 1. Лепестковая диаграмма оценки эластичности устойчивости и технологической готовности компаний нефтегазового сектора

Источник: составлено авторами по данным [10; 13]

Fig. 1. Petal-based analytical framework for evaluating the elasticity of sustainability and technological readiness in the oil and gas sector

Source: compiled by the authors based on [10; 13]

Графическое представление совокупности рассматриваемых параметров в формате лепестковой диаграммы позволяет типологизировать стратегии развития, выделяя качественно различные конфигурации факторов, каждая из которых задаёт собственную нелинейную траекторию изменения интегрального показателя стоимости (V_{mod}). В данном контексте визуализация выступает не просто иллюстративным инструментом, а способом выявления структурных различий в моделях устойчивого развития компаний.

Модель «сбалансированное лидерство» (ПАО «Татнефть», ПАО «Новатэк») характеризуется квазисимметричной треугольной конфигурацией с нормированными показателями >0,85. Демонстрирует синергию технологической готовности (наличие апробированных низкоуглеродных решений), институциональной устойчивости и высокой эластичности инвестиционной привлекательности. Результирующая положительная

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

обратная связь обеспечивает экстремальные значения интегрального индекса V_{mod} к 2025 г., подтверждая существование премии за системный баланс.

Модель «технологический рывок» (ПАО «Роснефть») выявляет структурную асимметрию: максимизация технологической готовности (0,95) при относительном снижении политической устойчивости (0,91). Отражает стратегию приоритетных инвестиций в низкоуглеродную автономию при деферрированной институциональной адаптации. Сопровождается максимальным приростом интегральной стоимости (+97,5%), интерпретируемым как эффект «компримированного потенциала»: высокая исходная углеродоемкость в условиях форсированной модернизации генерирует мультипликативный рост.

Модель «инерционное развитие» (ПАО «Газпром») обнаруживает парадоксальную дихотомию: абсолютная эластичность инвестиционной привлекательности (1,00) при минимальной технологической готовности (0,65). Репрезентирует структурный разрыв между латентной восприимчивостью к экзогенным улучшениям и ограниченной капитализационной способностью вследствие технологического лага. Порождает несоотвествие: значительный потенциал роста сопряжен с повышенной уязвимостью к климатическим и макроэкономическим шокам.

Модель «сбалансированное развитие» (ПАО «Лукойл», ПАО «Газпромнефть») проявляется в умеренной равномерности показателей (0,70–0,94) без выраженных экстремумов. Воплощает стратегию последовательного развития, где дефицит прорывных низкоуглеродных инноваций компенсируется минимизацией системных рисков, а высокое санкционное напряжение нейтрализуется инновационной амплитудой. Такая модель обеспечивает предсказуемый линейный рост интегральной стоимости, однако не генерирует экспоненциального эффекта, что в долгосрочной перспективе создает риск конкурентных позиций в условиях ускоряющегося энергоперехода.

Предложенная лепестковая модель, таким образом, выполняет не только диагностическую, но и прогностическую функцию: конфигурация трех измерений выступает предиктором не только текущей инвестиционной привлекательности, но и потенциальной траектории изменения интегральной стоимости.

Модель верифицирует типы стратегий и выявляет структурные диспропорции, определяющие для каждой компании приоритетные управленческие решения, что позволяет перейти от диагностики к прогнозу, формируя траектории, где мультипликативный эффект достигается не за счет ресурсной базы, а через устранение критических разрывов в технологической, политической и адаптационной составляющих устойчивости.

Следовательно, рекомендации по стратегии устойчивого развития формируются не как универсальные предписания, а как адресные направления компенсации выявленных диспропорций – что позволяет перейти от стратегии

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

минимизации рисков к стратегии формирования опережающих конкурентных преимуществ (табл.4).

Таблица 4

Рекомендации по стратегии устойчивого развития нефтегазовых компаний

Table 4

Recommendations for the Sustainable Development Strategy of Oil and Gas Companies

Тип компании / Стратегия	Устойчивое развитие	Институциональные механизмы	Трансформация корпоративной экономики
Сбалансированное лидерство (ПАО «Новатэк», ПАО «Татнефть»)	Масштабирование CCUS-проектов, формирование портфеля «зеленых» сертификатов	Участие в отраслевом технологическом фонде декарбонизации	Внедрение V_{mod} в финансовое моделирование; целевой ориентир – замещение высокоуглеродных активов (Repl ≥ 25% CAPEX).
Технологический рывок (ПАО «Роснефть»)	Развитие кластеров «голубого» водорода, внедрение систем энергоэффективности	Приоритетный доступ к инфраструктуре для низкоуглеродной продукции	Создание резервов под углеродные риски (5–8% EBITDA); Repl ≥ 20% CAPEX
Инерционное развитие с высокой чувствительностью (ПАО «Газпром»)	Формирование портфеля низкоуглеродных проектов через стратегические альянсы	«Контракты устойчивого развития» с долей госсофинансирования до 40% CAPEX	Интеграция ESG-факторов в риск-менеджмент; Repl ≥ 15% CAPEX
Сбалансированное развитие (ПАО «Лукойл», ПАО «Газпромнефть»)	Адаптационная стратегия: цифровизация, повышение операционной эффективности	Участие в ГЧП по созданию инфраструктуры для водородной энергетики	ESG-отчетность по стандартам GRI, SASB; Repl 15–20% CAPEX

Источник: составлено авторами по данным [2-5; 7; 8-12; 14; 16]
Source: compiled by the authors based on [2-5; 7; 8-12; 14; 16]

Сформированные в табл. 4 рекомендации базируются на выявленных структурных диспропорциях и прогнозных траекториях ключевых финансовых параметров: технологической готовности (влияющей на CAPEX и OPEX), политической устойчивости (определяющей стоимость риска и дисконт) и эластичности инвестиционной привлекательности (характеризующей чувствительность V_{mod} к внешним шокам). Реализация предложенных рекомендаций позволит трансформировать углеродные риски в управляемые финансовые факторы, обеспечив переход от стратегии минимизации затрат на комплаенс к формированию опережающих

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

конкурентных преимуществ, капитализируемых в росте V_{mod} и акционерной стоимости.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило фундаментальную трансформацию факторов конкурентоспособности нефтегазового бизнеса в условиях прогрессивной экономики XXI века. Разработанная модифицированная модель позволила количественно верифицировать синергетический эффект: компании, одновременно улучшающие экологические, политические и ESG-показатели, демонстрируют экспоненциальный рост интегральной стоимости инвестиционных проектов в области декарбонизации. Эмпирический анализ данных крупнейших российских нефтегазовых компаний за 2020–2025 гг. выявил типы адаптационных стратегий: сбалансированное лидерство, технологический рывок, инерционное развитие с высокой чувствительностью к внешним шокам и сбалансированное развитие.

Предложенная лепестковая модель эластичности инвестиционной привлекательности к санкционному давлению позволила визуализировать структурные диспропорции в развитии низкоуглеродных компетенций и сформировать адресные рекомендации по трем направлениям: корпоративная стратегия устойчивого развития, институциональные механизмы ГЧП и трансформация корпоративной экономики.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии методологии оценки инвестиционной привлекательности технологий декарбонизации за счет введения системы корректирующих коэффициентов, отражающих принципы двойной материальности.

Практическая значимость состоит в формировании инструментария для обоснования инвестиционных решений в условиях высокой неопределенности.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углублением анализа эластичности в разрезе отдельных технологий декарбонизации (CCUS, водородная энергетика, ВИЭ) и разработкой цифровой платформы для автоматизированных расчетов V_{mod} на основе данных корпоративной отчетности в реальном времени.

Литература

1. Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В. Декарбонизация экономики: вызовы и перспективы для России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2021. № 4. С. 25–44.

2. Глобальный энергетический переход: вызовы и возможности для нефтегазового сектора / под ред. А.А. Конопляника. М.: Издательский дом ВШЭ, 2023. 256 с.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

3. Крюков В.А. Институциональная динамика и энергетический переход: взгляд из России // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. 2024. Т. 24, № 2. С. 7–21.

4. Теплова Т.В., Соколова И.А. Климатические риски и стоимость капитала: вызовы для российских эмитентов // Корпоративные финансы. 2024. Т. 18, № 1. С. 42–59.

5. Цукерман В.А., Череповицына А.А. Development and validation of an approach to the environmental and economic assessment of decarbonization projects in the oil and gas sector // Записки Горного института. 2024. Т. 270. С. 1038–1055.

6. Блам И.Ю., Ковалёв С.Ю. Different Modes of Provisioning Decarbonization of the Oil and Gas Industry in Modern Societies // Journal of Siberian Federal University. Humanities& Social Sciences. 2024. № 17(3). P. 457–464.

7. Александров И.С. Методология оценки мультипликативного эффекта ESG-факторов в инвестиционных проектах ТЭК // Прогрессивная экономика. 2025. № 1. С. 24–38.

8. Ветрова Е.Н. Эластичность инвестиционной привлекательности нефтегазовых компаний к санкционному давлению: эконометрический подход // Прогрессивная экономика. 2025. № 3. С. 52–67.

9. Дьячкова Н.А. Технологическая готовность нефтегазовых компаний как фактор углеродной нейтральности // Экономика устойчивого развития. 2025. № 2. С. 15–29.

10. Михайлов П.В. Лепестковые модели в стратегическом анализе низкоуглеродных компетенций // Экономика устойчивого развития. 2025. № 4. С. 78–91.

11. Utomo D.P., et al. Decarbonization Roadmap and Energy System Scenarios for Southern Sulawesi System: Response to Demand Growth from Smelters Sector // Journal of Asian Energy Studies. 2025. Vol. 9. P. 149–171. DOI: 10.24112/jaes.090009.

12. PwC. 2025 Oil & Gas Industry Outlook: Energy Transition and Portfolio Resilience. London: PwC, 2024. 45 p.

13. Mikheev A.V., Karimov N.E. Scientometric Review of the 3D Energy Transition: Decarbonization, Digitalization, and Decentralization in Energy Systems // Energy Systems Research. 2025. Vol. 4. DOI: 10.25729/esr.2025.04.0005.

14. Frisch T., et al. That's none of my business: A holistic framework for evaluating corporate decarbonization at the core business // Energy Research and Social Science. 2025. Vol. 125. DOI: 10.1016/j.erss.2025.104094.

15. Mohamad A.H.H., Ab-Rahim R. Mapping the research landscape of energy market and renewable energy: A bibliometric analysis // International Journal of Renewable Energy Development. 2025. Vol. 14, No. 4. P. 703–716. DOI: 10.61435/ijred.2025.61058.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

16. Petrov S.P. Technological foundations of decarbonization in the supply chains of the Russian ferrous metallurgy // Chernye Metally. 2025. No. 1. DOI: 10.17580/chm.2025.01.14.

References

1. Bobylev, S. N., Kudryavtseva, O. V. (2021). Dekarbonizatsiya ekonomiki: vyzovy i perspektivy dlya Rossii [Decarbonization of the economy: challenges and prospects for Russia]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika [Moscow University Economics Bulletin], 4, 25–44. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Konoplyanik, A. A. (Ed.). (2023). Global'nyi energeticheskii perekhod: vyzovy i vozmozhnosti dlya neftegazovogo sektora [Global energy transition: challenges and opportunities for the oil and gas sector]. Moscow: Izdatel'skii dom VShE, 256. (In Russ.)

3. Kryukov, V. A. (2024). Institutsional'naya dinamika i energeticheskii perekhod: vzglyad iz Rossii [Institutional dynamics and energy transition: a view from Russia]. Vestnik NGU. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki [NSU Vestnik. Series: Social and Economic Sciences], 24(2), 7–21. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Teplova, T. V., Sokolova, I. A. (2024). Klimaticheskie riski i stoimost' kapitala: vyzovy dlya rossiiskikh emitentov [Climate risks and cost of capital: challenges for Russian issuers]. Korporativnye finansy [Journal of Corporate Finance Research], 18(1), 42–59. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Tsukerman, V. A., Cherepovitsyna, A. A. (2024). Development and validation of an approach to the environmental and economic assessment of decarbonization projects in the oil and gas sector. Zapiski Gornogo instituta [Journal of Mining Institute], 270, 1038–1055. (In Eng.)

6. Blam, I. Yu., Kovalev, S. Yu. (2024). Different modes of provisioning decarbonization of the oil and gas industry in modern societies. Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences, 17(3), 457–464. (In Eng.)

7. Aleksandrov, I. S. (2025). Metodologiya otsenki mul'tiplikativnogo effekta ESG-faktorov v investitsionnykh proektakh TEK [Methodology for assessing the multiplicative effect of ESG factors in energy investment projects]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 1, 24–38. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Vetrova, E. N. (2025). Elastichnost' investitsionnoi privlekatel'nosti neftegazovykh kompanii k sanktsionnomu davleniyu: ekonometricheskii podkhod [Elasticity of investment attractiveness of oil and gas companies to sanctions pressure: an econometric approach]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 3, 52–67. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Dyachkova, N. A. (2025). Tekhnologicheskaya gotovnost' neftegazovykh kompanii kak faktor uglerodnoi neitral'nosti [Technological readiness of oil and gas companies as a factor of carbon neutrality]. Ekonomika

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

ustoichivogo razvitiya [Economics of Sustainable Development], 2, 15–29. (In Russ., abstract in Eng.)

10. Mikhailov, P. V. (2025). Lepestkovye modeli v strategicheskom analize nizkouglerodnykh kompetentsii [Petal models in strategic analysis of low-carbon competencies]. Ekonomika ustoichivogo razvitiya [Economics of Sustainable Development], 4, 78–91. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Utomo, D. P. et al. (2025). Decarbonization roadmap and energy system scenarios for Southern Sulawesi system: Response to demand growth from smelters sector. Journal of Asian Energy Studies, 9, 149–171. https://doi.org/10.24112/jaes.090009 (In Eng.)

12. PwC. (2024). 2025 Oil & Gas Industry Outlook: Energy Transition and Portfolio Resilience. London: PwC, 45. (In Eng.)

13. Mikheev, A. V., Karimov, N. E. (2025). Scientometric review of the 3D energy transition: Decarbonization, digitalization, and decentralization in energy systems. Energy Systems Research, 4. https://doi.org/10.25729/esr.2025.04.0005 (In Eng.)

14. Frisch, T. et al. (2025). That's none of my business: A holistic framework for evaluating corporate decarbonization at the core business. Energy Research and Social Science, 125. https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104094 (In Eng.)

15. Mohamad, A. H. H., Ab-Rahim, R. (2025). Mapping the research landscape of energy market and renewable energy: A bibliometric analysis. International Journal of Renewable Energy Development, 14(4), 703–716. https://doi.org/10.61435/ijred.2025.61058 (In Eng.)

16. Petrov, S. P. (2025). Technological foundations of decarbonization in the supply chains of the Russian ferrous metallurgy. Chernye Metally, 1. https://doi.org/10.17580/chm.2025.01.14 (In Eng.)

© Курочкина Д.М., Ходковская Ю.В., 2026

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.