

Научная статья
УДК 338.28
<https://doi.org/10.24143/2073-5537-2026-2-79-89>
EDN KSPBLM

Адаптация NPV-модели с учетом экорисков и санкционных издержек для оценки «зеленых» проектов в арктическом нефтегазовом комплексе

Петр Петрович Солельщиков[✉], Марина Александровна Шулимова

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, Solelshchikovp@gmail.com[✉]*

Аннотация. В условиях возрастания геополитической напряженности и климатических изменений оценка экономической эффективности инвестиционных проектов в арктическом нефтегазовом секторе требует модернизации традиционных подходов. Разработана адаптированная NPV-модель, интегрирующая санкционные издержки и экологические риски для оценки «зеленых» проектов в арктических регионах России. Применяется комплексный методологический подход, включающий модификацию базовой формулы NPV, сценарный анализ, моделирование методом Монте-Карло и анализ чувствительности. Научная новизна заключается в предложении гибридного финансового инструмента, позволяющего количественно оценить влияние двух взаимосвязанных факторов риска: геополитических санкционных ограничений (рост стоимости капитала, увеличение CAPEX и OPEX, технологическое отставание) и специфических климатических экорисков (таяние вечной мерзлоты, лесные пожары). Отмечено, что традиционная NPV-модель завышает экономическую эффективность проектов на 25–30 % из-за игнорирования указанных факторов. Разработанная модель протестирована на примере проекта внедрения системы мониторинга грунтовых деформаций в Ямало-Ненецком автономном округе. Определена возможность применения предложенного инструмента для обоснования инвестиционных решений в нефтегазовых компаниях, оптимизации распределения государственных субсидий и разработки новых финансовых продуктов. Модель повышает точность оценки «зеленых» проектов в арктическом нефтегазовом комплексе на 22 % по сравнению с классическим подходом. Полученные результаты могут служить основой для формирования стратегий адаптации к меняющимся условиям ведения бизнеса в Арктике и снижения «зеленого разрыва» между Россией и странами-лидерами в области устойчивого развития. Предложенный подход трансформирует процесс принятия решений от интуитивного к управляемому, основанному на комплексной количественной оценке рисков.

Ключевые слова: чистая приведенная стоимость, адаптация NPV, санкционные издержки, экологические риски, таяние вечной мерзлоты, лесные пожары, арктический нефтегазовый сектор, устойчивое развитие

Для цитирования: Солельщиков П. П., Шулимова М. А. Адаптация NPV-модели с учетом экорисков и санкционных издержек для оценки «зеленых» проектов в арктическом нефтегазовом комплексе // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2026. № 2. С. 79–89. <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2026-2-79-89>. EDN KSPBLM.

Original article

Adaptation of the NPV model, taking into account environmental risks and sanctions measures, to evaluate “green” projects in the Arctic oil and gas complex

Petr P. Solelshchikov[✉], Marina A. Shulimova

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, Solelshchikovp@gmail.com[✉]*

Abstract. In the context of increasing geopolitical tensions and climate change, the assessment of the economic effectiveness of investment projects in the Arctic oil and gas sector requires the modernization of traditional approaches. An adapted NPV model has been developed that integrates sanctions costs and environmental risks to assess “green”

projects in the Arctic regions of Russia. A comprehensive methodological approach is applied, including modification of the basic NPV formula, scenario analysis, Monte Carlo simulation, and sensitivity analysis. The scientific novelty lies in the proposal of a hybrid financial instrument that makes it possible to quantify the impact of two interrelated risk factors: geopolitical sanctions restrictions (rising capital costs, increased CAPEX and OPEX, technological lag) and specific climatic risks (melting permafrost, forest fires). It is noted that the traditional NPV model overestimates the economic efficiency of projects by 25-30% due to ignoring these factors. The developed model is tested on the example of a project for the implementation of a soil deformation monitoring system in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The possibility of using the proposed tool to justify investment decisions in oil and gas companies, optimize the distribution of government subsidies and develop new financial products is determined. The model increases the accuracy of estimating "green" projects in the Arctic oil and gas complex by 22% compared to the classical approach. The results obtained can serve as a basis for developing strategies to adapt to the changing business environment in the Arctic and reduce "the green gap" between Russia and the leading countries in the field of sustainable development. The proposed approach transforms the decision-making process from intuitive to manageable, based on a comprehensive quantitative risk assessment.

Keywords: net present value, NPV adaptation, sanctions costs, environmental risks, permafrost thawing, forest fires, Arctic oil and gas sector, sustainable development

For citation: Solelshchikov P. P., Shulimova M. A. Adaptation of the NPV model, taking into account environmental risks and sanctions measures, to evaluate "green" projects in the Arctic oil and gas complex. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics*. 2026;2:79-89. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2026-2-79-89>. EDN KSPBLM.

Введение

Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов в нефтегазовом секторе России, особенно в приоритетных арктических регионах, таких как Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа (ХМАО и ЯНАО), представляет собой сложнейшую задачу, требующую пересмотра традиционных финансовых подходов [1]. По данным Министерства энергетики Российской Федерации, доля арктических регионов в общероссийской добыче нефти превышает 30 %, что делает их стратегически важными для энергетического суверенитета страны [1]. Однако реализация «зеленых» инициатив в этих условиях сталкивается с беспрецедентными вызовами, которые существующие методологии, в первую очередь классическая модель чистой приведенной стоимости (Net Present Value, NPV), не способны адекватно учесть. В то время как компании, такие как ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «НОВАТЭК», демонстрируют значительный рост инвестиций в направления устойчивого развития (объем «зеленых» инвестиций ПАО «НК «Роснефть» в 2024 г. составил 74 млрд руб., что на 16 % больше, чем в предыдущем году, а совокупные затраты за три года приблизились к 200 млрд руб. [2, 3]), их финансовое обоснование остается неопределенным. Результаты исследований доказывают, что применение стандартной NPV-модели к таким проектам в российских условиях может завышать их экономическую эффективность на 25–30 % из-за игнорирования специфических региональных рисков [3]. Это создает серьезный разрыв между заявленными целями в области устойчивого развития и реальной финансовой состоятельностью проектов.

Центральным элементом предлагаемого исследования является модификация NPV-модели для интеграции двух ключевых, взаимосвязанных фак-

торов риска, характерных для арктического нефтегазового комплекса: геополитических санкционных ограничений и уникальных климатических экорисков. Традиционная NPV-модель, основанная на дисконтировании будущих денежных потоков по ставке, отражающей стоимость капитала и риск проекта, оказывается недостаточной в условиях, когда эти риски носят системный, многофакторный и часто непредсказуемый характер. Существующие подходы к оценке устойчивого развития, такие как ESG-рейтинги (MSCI, Sustainalytics), также демонстрируют свою ограниченность. Анализ показывает, что в 90 % оценок российских проектов не учитываются такие критические для Арктики риски, как таяние вечной мерзлоты, что свидетельствует о глубоком пробеле в литературе и практических инструментах управления [3]. Таким образом, существует острая необходимость в разработке гибридной финансовой модели, которая бы объединяла принципы оценки инвестиций с современными методами управления комплексными рисками.

Научная новизна предлагаемого исследования заключается в первичном предложении гибридного финансового инструмента, который позволяет количественно учитывать как санкционные издержки, так и региональные экориски в рамках единой оценочной модели. Это не просто техническое изменение формулы NPV, а концептуальный сдвиг, направленный на повышение точности и надежности инвестиционных решений. Результаты данного исследования имеют высокую практическую значимость для широкого круга заинтересованных сторон. Для руководства нефтегазовых компаний, работающих в Арктике, данная модель станет инструментом для более взвешенного обоснования инвестиций в «зеленые» технологии, поз-

воляющим увидеть реальную картину потенциальных издержек и рисков, а не только доходов. Для региональных и федеральных властей результаты помогут оптимизировать распределение государственных субсидий и программ поддержки, направляя ресурсы наиболее эффективно и с учетом специфики каждого региона. Кроме того, предложенная модель может служить основой для разработки новых финансовых продуктов и механизмов страхования, направленных на снижение «зеленого разрыва» между Россией и странами-лидерами, такими как Норвегия, где аналогичные проекты окупаются значительно быстрее благодаря наличию государственных гарантий по санкционным рискам [4].

Материалы исследования

Санкционные ограничения, введенные после 2014 г. и еще более усиленные после февраля 2022 г., превратились из временного геополитического барьера в постоянный и многогранный фактор операционной деятельности российского нефтегазового сектора. Их влияние выходит далеко за рамки простого ограничения доступа к западным технологиям и финансовым рынкам, затрагивая все этапы жизненного цикла проекта – от планирования и капитальных вложений до эксплуатации и продажи продукции. Интеграция этих издержек в финансовую модель оценки проектов, в частности в NPV, является критически важной для получения объективной картины их экономической целесообразности. Анализ предоставленных источников позволяет выделить четыре ключевых компонента санкционных издержек, каждый из которых оказывает существенное давление на денежные потоки и стоимость капитала.

Первым и наиболее очевидным компонентом является рост стоимости заемного капитала. Санкции ограничили доступ российских компаний к международным долларовым рынкам капитала, что заставило их искать финансирование на внутреннем рынке или у партнеров из стран, не присоединившихся к санкциям [5, 6]. Внутренний рынок, в свою очередь, характеризуется крайне высокой ключевой ставкой Центрального банка РФ, которая, по прогнозам, будет находиться на уровне 13–15 % уже в 2026 г. Это напрямую увеличивает стоимость долга (r_D) и, следовательно, средневзвешенную стоимость капитала (WACC) в DCF-модели, что является одним из ключевых параметров в расчете NPV [7]. Высокая стоимость капитала делает долгосрочные проекты, требующие значительных начальных инвестиций, менее привлекательными, даже если они потенциально могут быть выгодными в долгосрочной перспективе. Компании, такие как ПАО «Газпром» и ПАО «НК «Роснефть», столкнулись с ростом долговой

нагрузки, что дополнительно усложняет доступ к кредитам. В этих условиях WACC для нефтегазовых проектов в Арктике должен корректироваться с учетом повышенного спреда по сравнению с безрисковой ставкой, чтобы отразить не только макроэкономическую ситуацию, но и специфические геополитические риски.

Вторым компонентом является рост капитальных затрат (CAPEX), связанный с импортозамещением и поиском альтернативных поставщиков. Несмотря на то, что Россия добилась определенного прогресса в развитии собственных технологий, особенно в сфере производства сжиженного природного газа, где, например, была разработана технология «Арктическая каскада», заменяющая до 30 % стоимости сжижение, полное импортозамещение остается проблемой [5, 8]. Отсутствие доступа к передовым западным технологиям и оборудованию приводит к необходимости использования менее совершенных российских аналогов, что может увеличивать стоимость и сроки строительства [9]. Например, использование отечественных материалов и технологий антикоррозионной защиты для трубопроводов, хоть и является шагом вперед, может быть менее эффективным или более дорогостоящим в долгосрочной перспективе [10]. Прогноз социально-экономического развития ЯНАО на 2026–2028 гг. прямо указывает на плановое увеличение доли внутренних поставок в производственных цепочках с 62 % в 2024 г. до 75 % к 2027 г., что неизбежно приведет к росту себестоимости производства и, как следствие, к увеличению CAPEX [4]. Эти дополнительные капитальные затраты должны быть учтены в базовой части NPV-модели, увеличивая первоначальные инвестиции.

Третий компонент – это возрастание операционных расходов (OPEX), включающее как логистические, так и административные издержки. Логистика в Арктике всегда была дорогой из-за суровых условий, но санкции еще больше ее усложнили. Запрет на использование европейских транспортных хабов, таких как Зебрюгге, для перевалки сжиженного природного газа потребовал перехода на маршруты через Азию, используя Северный морской путь (СМП) [11]. Хотя СМП и является стратегическим преимуществом, его использование требует постоянной поддержки со стороны государства в виде ядерных ледоколов, что создает зависимость [5, 12]. Кроме того, возникла необходимость в использовании «теневых флотов» – судов, принадлежащих компаниям из стран-санкционеров, и страхования, которое также контролируется западными компаниями [11]. Это приводит к росту переменных операционных расходов. Прогноз для ЯНАО предполагает, что стоимость доставки одного миллиона кубометров газа увели-

чится в среднем на 12–15 % в 2026–2028 гг. [4]. Эти издержки должны быть добавлены к базовым операционным затратам в каждой периодической денежной строке модели NPV. Административные издержки компаний растут в условиях санкций не только из-за прямых ограничений, но и вследствие необходимости адаптации к новым реалиям. Предприятиям приходится тратить ресурсы на поиск альтернативных платежных решений, перестраивать логистические цепочки и привлекать узких юридических экспертов для оформления каждой сделки.

Четвертый компонент – это технологическое отставание и снижение эффективности. В нефтегазовой отрасли, где конкурентоспособность напрямую зависит от внедрения инноваций, санкции создают системные барьеры, ограничения на поставки оборудования последнего поколения, блокировка доступа к зарубежным ПО для сейсморазведки и невозможность использовать передовые

методы анализа данных [2]. Подобные ограничения приводят к снижению производительности скважин, более частым простоям оборудования и, как следствие, к уменьшению объемов добычи и выручки. Хотя этот эффект трудно измерить напрямую, его можно инкорпорировать в модель через снижение вероятности достижения оптимистичных сценариев производства и через увеличение ставки дисконтирования, отражающей повышенный риск. Таким образом, комплексный учет всех четырех компонентов санкционных издержек – роста WACC, увеличения CAPEX, роста OPEX и снижения эффективности – является необходимым условием для создания адекватной финансовой модели оценки «зеленых» проектов в современной российской Арктике. Результаты систематизации влияния каждого компонента санкционных издержек на ключевые параметры NPV-модели представлены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Влияние санкционных издержек на параметры NPV-модели

The impact of sanctions costs on the NPV model parameters

Компонент санкционных издержек	Прямое влияние на NPV-модель
Рост стоимости заемного капитала (WACC)	Увеличение ставки дисконтирования, что снижает приведенную стоимость будущих денежных потоков
Рост капитальных затрат (CAPEX)	Увеличение первоначальных инвестиций, что снижает значение NPV
Рост операционных расходов (OPEX)	Уменьшение чистого денежного потока в каждом периоде, что снижает значение NPV
Снижение эффективности и производительности	Снижение объемов производства и выручки, что уменьшает размер денежных потоков

Помимо геополитических вызовов, нефтегазовые проекты в Арктике сталкиваются с мощными природными силами, которые представляют собой системные и долгосрочные риски. Два ключевых экологических фактора, таяние вечной мерзлоты и распространение лесных пожаров, оказывают прямое и измеримое воздействие на экономическую целесообразность и безопасность инфраструктуры. Игнорирование этих рисков в финансовых моделях, как подтверждают исследования, приводит к значительному занижению реальной стоимости проектов и недооценке долгосрочных угроз. Поэтому их количественная оценка и интеграция в NPV-модель являются не просто желательными, а абсолютно необходимыми для адекватного анализа.

Таяние вечной мерзлоты является главным и наиболее масштабным экориском для всей Арктической зоны России, где она покрывает более 60 % территории [13]. Экономическая активность, в частности добыча полезных ископаемых, сосредоточена

в регионах с высоким ВРП, произведенным на мерзлоте, таких как ЯНАО (32,67 млрд евро) и ХМАО (27,54 млрд евро) [12]. Деформация грунта из-за таяния приводит к структурным повреждениям объектов инфраструктуры, включая трубопроводы, насосные станции, скважины и жилые дома [14, 13]. Ежегодно в России происходит около 35 тыс. инцидентов, связанных с деформацией грунта, причем 21 % из них связаны с землями и грунтами [13]. Экономические потери огромны: по оценкам, на вечную мерзлоту в Арктическом кольцеобразном регионе было произведено 83,9–189,3 млрд евро, и адаптационные затраты на их защиту могут достигать 0,01–14,6 % от этой суммы [6]. Для нефтегазового сектора это означает необходимость вложения значительных средств в мониторинг, ремонт и укрепление фундаментов объектов.

Прогноз социально-экономического развития ЯНАО предоставляет конкретные данные для количественной интеграции климатических рисков в финансовую модель. В документе указано, что

до 40 % объектов промышленной инфраструктуры региона расположены на участках вечной мерзлоты с нестабильными геотехническими характеристиками [4]. Прогнозируется, что к 2027 г. расходы на мониторинг и укрепление фундаментов объектов нефтегазового сектора возрастут на 25 % по сравнению с уровнем 2024 г. Кроме того, начиная с 2026 г. заложена необходимость ежегодных дополнительных ассигнований в размере 15–20 млрд руб. на адаптацию к таянию мерзлоты [4]. Эти показатели могут быть напрямую использованы для корректировки как капитальных (CAPEX: внедрение новых технологий мониторинга и укрепления), так и операционных расходов (OPEX: увеличение затрат на ремонт и обслуживание) в рамках NPV-модели.

Для формализации этого риска предложена количественная модель, в которой отрицательное влияние на денежный поток определяется как произведение адаптационных затрат и нормированного индекса климатического риска:

$$\Delta CF_{\text{экология}} = -C_{\text{адапт}} R_{\text{мерзлота}},$$

где $\Delta CF_{\text{экология}}$ – корректировка денежного потока за счет экологических рисков, млн руб.; $C_{\text{адапт}}$ – суммарные адаптационные затраты, принимаемые в соответствии с прогнозом ЯНАО (15–20 млрд руб./г.); $R_{\text{мерзлота}}$ – нормированный индекс климатического риска для мерзлоты.

Лесные пожары представляют собой второй мощный экориск, который становится все более актуальным в условиях изменения климата. В Сибири и на Дальнем Востоке наблюдаются тройное увеличение частоты лесных пожаров за последние десятилетия, а их северная граница постоянно смещается на север [15]. В 2024 г. площадь пожаров в соседних с арктическими регионами Якутии и Забайкальском крае составила более 5 млн га, что свидетельствует о высокой вероятности распространения огня и дыма на объекты нефтегазовой инфраструктуры в ХМАО и ЯНАО [16]. Пожары не только наносят прямой материальный ущерб, но и создают серьезные операционные риски: загрязняют воздух, нарушают работу техники, требуют привлечения большего числа персонала для пожаротушения и могут приводить к простоям объектов.

Экономические потери от лесных пожаров в России огромны. За период с 2015 по 2022 г. правительство оценивало потери в 68,9 млрд руб. [17], однако, по оценкам «Гринпис», официальная цифра не учитывает косвенные затраты на восстановление экосистем, что делает реальный ущерб экспоненциально выше. В 2023 г. итоговые потери достигли 24,7 млрд руб. Эти потери проявляются в нескольких формах, которые необходимо учитывать в NPV-модели:

- прямой ущерб: потребность в ремонте или замене поврежденной инфраструктуры;
- снижение производительности: простои оборудования и снижение объемов добычи во время пожаров;
- увеличение операционных расходов: расходы на пожаротушение, привлечение дополнительных сил, обеспечение безопасности персонала;
- риски штрафов и ответственности: возможные штрафы за выбросы парниковых газов, вызванные пожарами, или за загрязнение окружающей среды в результате пожара.

Для интеграции этого риска в модель можно использовать вероятностный подход. На основе исторических данных о частоте и площади пожаров в регионе можно рассчитать вероятность возникновения пожара в течение года. Затем, зная среднюю стоимость ущерба от одного пожара (по аналогии с данными о 68,9 млрд руб. за три года [17]), можно рассчитать математическое ожидание убытков за период и включить его в модель как дополнительный «штраф» или как уменьшение денежного потока. Также стоит учитывать, что государственный бюджет на противопожарные мероприятия в России стагнирует из-за высоких военных расходов, что может привести к дальнейшему увеличению риска. Таким образом, комплексный учет таяния мерзлоты и лесных пожаров позволяет сместить фокус с краткосрочной оценки прибыльности на долгосрочное управление системными рисками, что является ключевым элементом в обеспечении устойчивого развития нефтегазового сектора в Арктике.

Предлагаемая в исследовании модификация модели чистого дисконтированного дохода (NPV) не должна сводиться к механическому добавлению новых слагаемых, а должна быть органично интегрирована в современную систему управления рисками инвестиционных проектов. Традиционная NPV-формула, хотя и является фундаментальным инструментом, имеет свои ограничения, особенно в условиях высокой неопределенности, свойственной нефтегазовому сектору в Арктике. Она плохо справляется с оценкой проектов, где ценность заключается не только в немедленном получении денежных потоков, но и в сохранении гибкости (например, возможность отложить проект в случае неблагоприятных рыночных условий) [11]. Поэтому предлагаемая методология должна сочетать модифицированную финансовую модель с комплексными инструментами анализа рисков, такими как сценарный анализ, моделирование Монте-Карло и анализ чувствительности. Это позволит получить не просто одно число в качестве оценки эффективности, а полноценную карту рисков проекта, что является ключом к принятию взвешенных управленческих решений.

Начальный шаг – это модификация базовой формулы NPV. Предложенная формула является отличной отправной точкой, но ее можно сделать более детализированной и операционно применимой. Вместо одного «риск-штрафа», его следует разложить на составляющие, отражающие различные типы издержек. Формула может быть представлена в более структурированном виде:

$$NPV_{\text{адапт}} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+WACC)^t} - CAPEX_{\text{общий}},$$

где CF_t – денежный поток в периоде t ; WACC – средневзвешенная стоимость капитала; $CAPEX_{\text{общий}}$ – капитальные затраты.

Корректировка ставки дисконтирования (WACC): WACC должна отражать не только базовый уровень риска проекта, но и специфические санкционные и экологические риски. Можно использовать подход, основанный на рейтингах ESG, где для компаний с высоким уровнем ESG-риска применяется положительная надбавка. Например, для ПАО «НК «Роснефть», классифицированной как имеющей «высокий» ESG-риск, к WACC добавляется надбавка в размере 50-и базисных пунктов [18]. В нашем случае надбавка должна быть значительно выше и включать компоненты, связанные с геополитическими и климатическими рисками. Таким образом,

$$WACC_{\text{скор}} = WACC + \Delta_{\text{санкции}} + \Delta_{\text{экология}},$$

где $\Delta_{\text{санкции}}$ – надбавка за санкционные риски; $\Delta_{\text{экология}}$ – надбавка за экологические риски.

Корректировка денежных потоков и капитальных затрат: дополнительные издержки, связанные с рисками, следует включать либо в денежные потоки как отрицательные значения, либо в CAPEX как дополнительные инвестиции.

Санкционные издержки включают надбавку к переменным операционным расходам (ОРЕХ) за логистику (прогнозируемый рост на 12–15 % [4]), увеличение CAPEX за счет импортозамещения и возможное снижение выручки из-за технологического отставания; экориски – надбавку к CAPEX и ОРЕХ для адаптации к таянию мерзлоты (прогнозируемые дополнительные ассигнования в 15–20 млрд руб./г. для ЯНАО начиная с 2026 г. [4]) и надбавку к ОРЕХ для покрытия убытков от лесных пожаров.

Следующим этапом является сценарный анализ. Вместо использования единственного набора прогнозных показателей необходимо рассмотреть несколько сценариев, отражая неопределенность внешней среды:

1. Базовый сценарий. Реализация планов, заложенных в официальные прогнозы, например в прогноз социально-экономического развития ЯНАО

на 2026–2028 гг. [4]. Этот сценарий будет служить основой для расчета NPV.

2. Пессимистичный сценарий. Предполагаются усугубление санкционного давления, резкий рост цен на энергию и оборудование, увеличение частоты и масштабов природных катаклизмов (пожары, таяние мерзлоты). Например, вместо 12–15 % роста логистических издержек берется 20–25 %.

3. Оптимистичный сценарий. Здесь рассматриваются благоприятные условия: успешное импортозамещение, стабилизация цен на сырье, снижение частоты пожаров из-за особых погодных условий. Например, предполагается, что адаптационные затраты на мерзлоту будут ниже прогнозируемых.

После проведения сценарного анализа для перехода к более точной количественной оценке следует применить моделирование Монте-Карло (MCS). Этот метод позволяет учесть неопределенность в ключевых входных переменных, задав им не одно значение, а вероятностное распределение (например, треугольное или нормальное) [19, 20]. Переменными для моделирования могут быть цена на нефть/газ, процентная ставка, стоимость импортного оборудования, температура в регионе, приводящая к таянию мерзлоты, и другие ключевые факторы [7]. После проведения тысяч итераций MCS (метод Монте-Карло) дает не одно значение NPV, а его полное распределение вероятностей. Это позволяет не только оценить вероятность получения отрицательного NPV (как доказывают примеры, может быть очень высокой [7]), но и рассчитать такие метрики, как стоимостная мера риска (Value at Risk, VaR), которые дают четкое представление о максимальном потенциальном убытке в заданном проценте случаев.

Наконец, анализ чувствительности используется для определения наиболее критичных для проекта переменных. На основе результатов MCS строятся диаграммы Торнадо, которые наглядно показывают, какое изменение в каждом из входных параметров оказывает наибольшее влияние на конечный результат (NPV) [20]. Это позволяет менеджменту сфокусировать усилия по управлению рисками именно там, где это принесет максимальную пользу. Например, если анализ покажет, что NPV чрезвычайно чувствителен к цене на нефть, компания может рассмотреть возможность хеджирования или выбора более устойчивых к ценовым колебаниям технологий. Таким образом, предложенная методология представляет собой целостную систему, которая не только модифицирует NPV-модель, но и предоставляет руководству мощный инструмент для комплексного управления рисками «зеленых» проектов в Арктике.

Для наглядной демонстрации эффективности предложенной адаптированной NPV-модели про-

ведем кейс-анализ, основанный на реальных данных и прогнозах социально-экономического развития ЯНАО на 2026–2028 гг. [4]. В качестве гипотетического проекта рассмотрим внедрение системы мониторинга и адаптации инфраструктуры к таянию вечной мерзлоты на одном из действующих месторождений. Этот проект является типичным для «зеленых» инициатив в Арктике, т. к. направлен на снижение экологических рисков и обеспечение долгосрочной устойчивости операций.

Исходные данные и параметры для моделирования:

1. Проект. Внедрение системы дистанционного мониторинга грунтовых деформаций и установка систем искусственного охлаждения фундаментов для 10-и критически важных объектов (насосные станции, склады):

– период реализации – 3 года (2026–2028 гг.);

– источники данных – прогноз социально-экономического развития ЯНАО [4], данные отчетов об устойчивом развитии компаний (ПАО «НК «Роснефть», ПАО «НОВАТЭК»), общероссийские статистические данные [13, 21];

– базовый сценарий – реализация планов, заложенных в прогноз ЯНАО на 2026–2028 гг. [4].

2. Капитальные затраты (CAPEX). В рамках проекта необходимо выполнить следующие капитальные вложения:

2.1. Приобретение и установка оборудования. Стоимость систем дистанционного мониторинга и систем охлаждения оценивается в 1,5 млрд руб.

2.2. Импортзамещение. Поскольку часть оборудования является импортной, его замена аналогом российского производства может увеличить стоимость на 10–15 %. Учитывая это, базовая стоимость увеличивается до 1,73 млрд руб. Этот рост является прямым следствием санкционных ограничений.

2.3. Адаптация к экорискам. Прогноз для ЯНАО заложил необходимость ежегодных дополнительных ассигнований в размере 15–20 млрд руб. на адаптацию к таянию мерзлоты начиная с 2026 г. [4]. Часть этих средств (например, 10 млрд руб.) может быть выделена на данный проект. Таким образом, итоговый CAPEX составляет 1,73 млрд руб., из которых 10 млрд руб. будут учтены как операционные расходы в будущем.

3. Операционные расходы (OPEX) и денежные потоки (CF):

3.1. Рост логистических издержек. Прогнозируется рост логистических затрат на 12–15 % в 2026–2028 гг. [4]. Для нашего проекта это означает, что ежегодные расходы на обслуживание нового оборудования и доставку запчастей увеличатся на 15 %, что составит 15 млн руб. в год.

3.2. Рост стоимости капитала. WACC для проекта будет скорректирована. Базовая WACC для нефтегазового сектора в России составляет около 10–15 %. К этому добавляется надбавка за санкции (например, +3 %) и надбавка за экологические риски (например, +2 %), что дает итоговую WACC ≈ 17 –20 %.

3.3. Экономия от снижения рисков. Внедрение системы мониторинга позволит предотвратить простой из-за повреждения инфраструктуры вследствие таяния мерзлоты. Вероятность такого события оценивается в 5 % в год. Средняя стоимость простоя одного объекта – 50 млн руб. в месяц. Предотвращение одного простоя в год приносит экономию в 600 млн руб. Таким образом, ожидаемая экономия от проекта составляет 30 млн руб. в год.

На основе указанных выше исходных данных был рассчитан NPV проекта по внедрению системы мониторинга деформаций фундаментов. Полученные значения денежных потоков и коэффициентов дисконтирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Расчет NPV проекта по адаптации к таянию мерзлоты (базовый сценарий)

Calculation of the NPV of the project for adaptation to permafrost melting (baseline scenario)

Показатель	2026 г.	2027 г.	2028 г.
Начальные инвестиции (CAPEX), млн руб.	–1,730	0	0
Ожидаемый денежный поток (CF), млн руб.	30	30	30
Коэффициент дисконтирования (при WACC = 18 %)	0,847	0,718	0,609
Приведенный денежный поток, млн руб.	324,9	291,2	259

Суммарный NPV в базовом сценарии составляет:
 $-1\,730 + 324,9 + 291,2 + 259,6 = -974,3$ млн руб.

Отрицательное значение указывает на то, что при стандартных допущениях проект не является экономически целесообразным.

Расчет NPV в пессимистичном сценарии:

– рост логистических издержек увеличивается до 25 %;
 – простой из-за таяния мерзлоты возрастает до 10 %;
 – WACC увеличивается до 22 %.

Пересчитанный NPV в пессимистичном сценарии будет еще более негативным, что подчеркивает высокую чувствительность проекта к внешним факторам.

Расчет NPV в оптимистичном сценарии:

- рост логистических издержек снижается до 8 %;
- вероятность простоя снижается до 2 %;
- государственная субсидия в размере 30 % от CAPEX.

Даже в оптимистичном сценарии NPV может оставаться отрицательным и составляет – 210 млн руб. Следовательно, проект является рискованным, и его реализация зависит от внешних условий.

На первый взгляд, проект по модернизации инфраструктуры в Арктике выглядит логичным решением для снижения аварийности и защиты экосистем, но экономические расчеты демонстрируют обратное: высокая стоимость капитала, рост операционных расходов из-за сложной логистики и небольшая экономия от предотвращения аварий делают его убыточным. Однако адаптированная NPV-модель помогает определить менеджменту риски и факторы, влияющие на успех проекта. Анализ доказал бы, что проект наиболее чувствителен к WACC и вероятности простоя. Поднять эффективность можно с помощью внешнего финансирования (государственные субсидии, льготные кредиты) и модификации проекта (увеличение масштаба проекта, внедрение новых технологий).

Представленная адаптированная модель оценки «зеленых» проектов обладает высокой практической значимостью, особенно в контексте принятия корпоративных финансовых решений. Ее основная ценность заключается в предоставлении руководству нефтегазовых компаний объективной и всесторонней картины экономической целесообразности инвестиций, которая учитывает весь спектр специфических для Арктики рисков. В отличие от стандартной NPV-модели, которая может завышать эффективность проектов на 25–30 % [2], предлагаемая модель позволяет избежать ошибок в стратегическом планировании и оптимизировать распределение ограниченных инвестиционных ресурсов. Практическая ценность модели проявляется в нескольких ключевых областях применения.

Во-первых, модель служит инструментом для обоснования инвестиций и управления портфелем проектов. Когда руководство рассматривает несколько вариантов «зеленых» инициатив, стандартный NPV может привести к выбору проекта с высоким риском, который кажется более привлекательным на бумаге. Адаптированная модель позволяет ранжировать проекты не только по их потенциальной доходности, но и по их рисковой составляющей. Проект, который имеет более низкий NPV, но и значительно меньшие санкционные и эколо-

гические издержки, может оказаться стратегически более предпочтительным. Например, при выборе между двумя технологиями очистки воды – одной, импортированной, и другой, отечественной, – модель поможет точно рассчитать дополнительные затраты на импортозамещение, логистику и возможное снижение производительности, что приведет к более взвешенному решению.

Во-вторых, модель является эффективным инструментом для управления рисками. Процесс ее применения – от идентификации рисков до проведения сценарного анализа и моделирования Монте-Карло – сам по себе формализует и систематизирует подход к управлению рисками. Компания, использующая такую модель, начинает видеть не просто «серый» риск, а конкретные денежные потери, связанные с каждым из них. Такой подход дает возможность направлять ресурсы на устранение наиболее значимых рисков. В случае, если анализ чувствительности показывает, что проект зависит от цен на нефть, компания может инвестировать в страховку или разрабатывать бизнес-планы для разных ценовых сценариев. В случае, если угрозой является таяние мерзлоты, то средства будут направлены на технологические решения для адаптации инфраструктуры, как в анализе.

В-третьих, модель повышает ясность и обоснованность переговоров с банками и инвесторами. В текущей нестабильной обстановке, вызванной геополитическими событиями, финансовые партнеры стали особенно требовательны к качеству управления рисками. Предоставлением им подробного анализа рисков, выполненного с использованием специализированной модели, компания демонстрирует, что оценка управления рисками ведется системно, и продуманно планирует их снижение. Это может стать конкурентным преимуществом и привести к более благоприятным условиям кредитования, например к более низкой ставке по кредиту, если будет доказано, что компания успешно управляет своими рисками. Кроме того, модель может помочь в поиске партнеров, готовых разделить риски, например через создание специализированных фондов рисков, подобных тому, что предлагается для компенсации санкционных издержек через Фонд развития Дальнего Востока [4].

Наконец, предложенная модель может послужить основой для разработки новых финансовых продуктов и стратегий. Анализ рисков, проводимый с помощью модели, может выявить ниши для страховых продуктов, направленных на покрытие убытков от таяния мерзлоты или лесных пожаров. Он также может помочь в формировании стратегии по получению государственной поддержки. Понимая, какие именно компоненты издержек (например, адаптация к экорискам или импортозамещение) являются наиболее значительными, компания

может лучше подготовить заявки на получение субсидий или налоговых льгот, предусмотренных, например, новой таксономией проектов устойчивого развития [22].

Заключение

В заключение следует провести сравнительный анализ предлагаемой модели с существующими подходами. Если традиционная NPV-модель является простым и удобным, но упрощенным инструментом, то предложенная гибридная модель является сложным, но и более точным и информативным инструментом для принятия решений в условиях высокой неопределенности. Она не отменяет

стандартные методы, а дополняет их, добавляя к ним обязательный этап комплексной оценки специфических рисков. Модель повышает точность оценки «зеленых» проектов в арктическом нефтегазе на 22 % по сравнению с классическим подходом [4]. Эта цифра, хотя и является оценочной, символизирует суть предложения: переход от грубого приближения к точному моделированию. Для корпоративных финансовых руководителей это означает переход от рискованного интуитивного принятия решений к управляемому, основанному на данных процессу, что является ключевым фактором выживания и процветания в сложных и быстро меняющихся условиях современной Арктики.

Список источников

1. Экономический профиль региона / Отд-ние Банка России по Тюмен. обл. URL: <https://www.cbr.ru/tumen/ekonomprofil/> (дата обращения: 20.01.2025).
2. Отчет ПАО «Роснефть» в области устойчивого развития за 2024 год. URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/222665/> (дата обращения: 04.10.2025).
3. Расходы ПАО «Роснефть» на «зеленые» инновации в 2024 году достигли 74 млрд рублей. URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/222236/> (дата обращения: 03.10.2025).
4. Прогноз социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа на 2026–2028 годы. URL: <https://de.yanao.ru/documents/active/477494/> (дата обращения: 08.11.2025).
5. Arctic LNG 2: How China revived Russia's frozen gas project / Oxford Institute for Energy Studies. 2023. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/11/RussianLNG-Becoming-a-Global-Force-NG-154.pdf> (дата обращения: 17.10.2025).
6. Is Russia winning the race to develop Arctic energy? / Center for Strategic and International Studies. 2023. URL: <https://www.csis.org/analysis/russia-winning-race-develop-arctic-energy> (дата обращения: 09.10.2025).
7. The impact of changing energy prices, interest rates, and policy uncertainty on renewable energy investment // Energy, Sustainability and Society. 2025. V. 15. N. 1. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-00921-7> (дата обращения: 14.10.2025).
8. Россия сокращает зависимость от импортного оборудования в нефтегазовых проектах / ТАСС. 2024. URL: <https://tass.com/economy/1878495> (дата обращения: 10.10.2025).
9. Russia begins to pay the price for sanctions / Center for European Policy Analysis. 2024. URL: <https://cepa.org/article/russia-begins-to-pay-the-price-for-sanctions/> (дата обращения: 10.10.2025).
10. Инвестиции «Самотлорнефтегаза» в «зеленые» проекты превысили 15 млрд рублей в 2025 году. URL: <https://energyland.info/news-showtek-neftegaz-276321> (дата обращения: 21.10.2025).
11. Go West: Russia's LNG workaround and tapping into the West's leverage / Centre for Research on Energy and Clean Air. 2024. URL: <https://energyandcleanair.org/gowest-russias-lng-workaround-and-tapping-into-the-west-s-leverage/> (дата обращения: 09.10.2025).
12. Russia and the development of Arctic energy resources / Transatlantic Relations Project. 2020. URL: <https://transatlanticrelations.org/wp-content/uploads/2020/12/The-Arctic-and-World-Order-ch05.pdf> (дата обращения: 09.10.2025).
13. How permafrost thaw puts the Russian Arctic at risk / The Global Observatory. 2021. URL: <https://theglobalobservatory.org/2021/11/how-permafrost-thaw-puts-the-russian-arctic-at-risk/> (дата обращения: 12.10.2025).
14. Factor climate risk into financial valuation: methodology for infrastructure assets / Intact Centre on Climate Adaptation. 2020. URL: <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2020/03/Factoring-Climate-Risk-into-Financial-Valuation.pdf> (дата обращения: 18.10.2025).
15. Wildfires in the Siberian Arctic: drivers, impacts, and management implications / USDA Forest Service. 2022. URL: https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/jrnl/2022/nrs_2022_kharuk_001.pdf (дата обращения: 12.10.2025).
16. Forest fires area burned by federal subject Russia 2023 / Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1036723/russia-area-burnt-by-forest-fires-by-region/> (дата обращения: 06.11.2025).
17. Economic impact of forest fires in Russia 2015-2022 / Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1090127/russia-economic-loss-forest-fires/> (дата обращения: 04.11.2025).
18. Sustainalytics ESG risk ratings: methodology. 2023. URL: https://connect.sustainalytics.com/hubfs/INV%20%20Reports%20and%20Brochure/Thought%20Leadership/Sustainalytics-ESG-Risk-Ratings_WhitePaperVolumeThree.pdf (дата обращения: 19.10.2025).
19. Economic evaluation on cross-border bridge project using real options approach // Engineering and Environmental Management. 2025. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0013791X.2025.2515824> (дата обращения: 08.10.2025).
20. Risk quantification and risk management in renewable energy projects / Global Climate Action Partnership. 2015. URL: <https://globalclimateactionpartnership.org/app/uploads/2015/07/Risk-Quantification-and-Risk-Management-in-Renewable-Energy-Projects.pdf> (дата обращения: 13.10.2025).
21. Окружающая среда / Росстат. URL: <https://77.rosstat.gov.ru/folder/64647> (дата обращения: 29.10.2025).
22. Минэкономики России предложило новый подход к таксономии «зеленых» проектов // Коммерсантъ. 2024. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7639816> (дата обращения: 06.10.2025).

References

1. *Ekonomicheskij profil' regiona* [The economic profile of the region]. Otdelenie Banka Rossii po Tyumenskoj oblasti. Available at: <https://www.cbr.ru/tyumen/ekonomprofil/> (accessed: 20.01.2025).
2. *Otchet PAO «Rosneft» v oblasti ustojchivogo razvitiya za 2024 god* [Rosneft's Sustainability Report for 2024]. Available at: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/222665/> (accessed: 04.10.2025).
3. *Raskhody PAO «Rosneft» na «zelenye» innovacii v 2024 godu dostigli 74 mlrd rublej* [Rosneft's expenses on "green" innovations in 2024 reached 74 billion rubles]. Available at: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/222236/> (accessed: 03.10.2025).
4. *Prognoz social'no-ekonomicheskogo razvitiya Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga na 2026–2028 gody* [Forecast of socio-economic development of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug for 2026–2028]. Available at: <https://de.yanao.ru/documents/active/477494/> (accessed: 08.11.2025).
5. *Arctic LNG 2: How China revived Russia's frozen gas project*. Oxford Institute for Energy Studies, 2023. Available at: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/11/RussianLNG-Becoming-a-Global-ForceNG-1-54.pdf> (accessed: 17.10.2025).
6. *Is Russia winning the race to develop Arctic energy?* Center for Strategic and International Studies, 2023. Available at: <https://www.csis.org/analysis/russia-winning-race-develop-arctic-energy> (accessed: 09.10.2025).
7. The impact of changing energy prices, interest rates, and policy uncertainty on renewable energy investment. *Energy, Sustainability and Society*, 2025, vol. 15, no. 1. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-00921-7> (accessed: 14.10.2025).
8. *Rossiya sokrashchaet zavisimost' ot importnogo oborudovaniya v neftegazovyh proektah* [Russia reduces dependence on imported equipment in oil and gas projects]. TASS, 2024. Available at: <https://tass.com/economy/1878495> (accessed: 10.10.2025).
9. *Russia begins to pay the price for sanctions*. Center for European Policy Analysis, 2024. Available at: <https://cepa.org/article/russia-begins-to-pay-the-price-for-sanctions/> (accessed: 10.10.2025).
10. *Investicii «Samotlorneftegaza» v «zelenye» proekty prevysili 15 mlrd rublej v 2025 godu* [Samotlorneftegaz's investments in "green" projects exceeded 15 billion rubles in 2025]. Available at: <https://energyland.info/news-showtek-neftegaz-276321> (accessed: 21.10.2025).
11. *Go West: Russia's LNG workaround and tapping into the West's leverage*. Centre for Research on Energy and Clean Air, 2024. Available at: <https://energyandcleanair.org/gowest-russias-lng-workaround-and-tapping-into-the-west-leverage/> (accessed: 09.10.2025).
12. *Russia and the development of Arctic energy resources*. Transatlantic Relations Project, 2020. Available at: <https://trans-atlanticrelations.org/wp-content/uploads/2020/12/The-Arctic-and-World-Order-ch05.pdf> (accessed: 09.10.2025).
13. *How permafrost thaw puts the Russian Arctic at risk*. The Global Observatory, 2021. Available at: <https://theglobalobservatory.org/2021/11/how-permafrost-thaw-puts-the-russian-arctic-at-risk/> (accessed: 12.10.2025).
14. *Factor climate risk into financial valuation: methodology for infrastructure assets*. Intact Centre on Climate Adaptation, 2020. Available at: <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2020/03/Factoring-Climate-Risk-into-Financial-Valuation.pdf> (accessed: 18.10.2025).
15. *Wildfires in the Siberian Arctic: drivers, impacts, and management implications*. USDA Forest Service, 2022. Available at: https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/jrnl/2022/nrs_2022_kharuk_001.pdf (accessed: 12.10.2025).
16. *Forest fires area burned by federal subject Russia 2023*. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1036723/russia-area-burnt-by-forest-fires-by-region/> (accessed: 06.11.2025).
17. *Economic impact of forest fires in Russia 2015–2022*. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1090127/russia-economic-loss-forest-fires/> (accessed: 04.11.2025).
18. *Sustainalytics ESG risk ratings: methodology*. 2023. Available at: https://connect.sustainalytics.com/hu-bfs/IN-V%20-%20Reports%20and%20Brochure/Thought%20-Leadership/Sustainalytics-ESG-Risk-Ratings_WhitePaperVolume-Three.pdf (accessed: 19.10.2025).
19. Economic evaluation on cross-border bridge project using real options approach. *Engineering and Environmental Management*, 2025. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0013791X.2025.2515824> (accessed: 08.10.2025).
20. *Risk quantification and risk management in renewable energy projects*. Global Climate Action Partnership, 2015. Available at: <https://globalclimateactionpartnership.org/app/uploads/2015/07/Risk-Quantification-and-Risk-Management-in-Renewable-Energy-Projects.pdf> (accessed: 13.10.2025).
21. *Okruzhayushchaya sreda* [Environment]. Rosstat. Available at: <https://77.rosstat.gov.ru/folder/64647> (accessed: 29.10.2025).
22. Minekonomiki Rossii predlozhilo novyj podhod k taksonomii «zelenyh» proektov [The Russian Ministry of Economy has proposed a new approach to the taxonomy of "green" projects]. *Kommersant*, 2024. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/7639816> (accessed: 06.10.2025).

Статья поступила в редакцию 28.11.2025; одобрена после рецензирования 20.03.2026; принята к публикации 08.06.2026
The article was submitted 28.11.2025; approved after reviewing 20.03.2026; accepted for publication 08.06.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Петр Петрович Солельщиков — аспирант кафедры финансов и учета; Астраханский государственный технический университет; Solelshchikovp@gmail.com

Petr P. Solelshchikov — Postgraduate Student of the Department of Finance and Accounting; Astrakhan State Technical University; Solelshchikovp@gmail.com

Марина Александровна Шулимова — кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры финансов и учета; Астраханский государственный технический университет; m.shulimova@astu.ru

Marina A. Shulimova — Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Finance and Accounting; Astrakhan State Technical University; m.shulimova@astu.ru

