
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Сравнительная эффективность проектов развития арктических регионов

© 2024 г. И.М. Потравный, А.Л. Новоселов, И.Ю. Новоселова

И.М. Потравный,

РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва; e-mail: ecoaudit@bk.ru

А.Л. Новоселов,

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва; e-mail: alnov2004@yandex.ru

И.Ю. Новоселова,

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва;
e-mail: iunov2010@yandex.ru*

Поступила в редакцию 22.03.2023

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки и развития научного инструментария для оценки инвестиционных проектов в арктической зоне России с учетом специфических особенностей их реализации в регионе. Обосновывается необходимость и предлагается механизм комплексной оценки эффективности инвестиционных проектов, реализуемых в арктической зоне, для выбора наиболее приоритетных проектов, который базируется на учете специфических показателей, позволяющих провести их анализ с учетом особенностей освоения арктических регионов. Предлагается система составляющих показателей для оценки эффективности проектов, основывающихся на федеральных методиках и дополненных специальными показателями, характеризующими регионы арктической зоны, что позволяет охарактеризовать экономическую, социальную, экологическую составляющие эффективности, обеспечение дохода государства, развитие региона, вклад в национальный проект и обороноспособность страны. Рекомендуемый комплекс показателей может быть скорректирован, что не повлияет на разработанный алгоритм оценки приоритетности проектов. Разработан механизм определения сравнительной эффективности проектов, основанный на их стоимостных характеристиках и экспертных оценках. Для расчетов используются оценки экспертов в виде интервальных чисел. Предложен алгоритм такой оценки эффективности проектов развития арктических регионов, включая расчет показателей, которые составляют оценку сравнительной эффективности проектов, определение интегральной оценки таких проектов, а также вычисление сравнительной эффективности анализируемых проектов. Приводится численный пример, позволяющий реализовать в практике управления разработанный механизм расчета сравнительной эффективности проектов в арктической зоне страны с учетом экологических, социальных и других факторов. Научные результаты исследования включают развитие экономико-математического инструментария для ранжирования и выбора проектов при оценке сравнительной эффективности при промышленном освоении Арктики. Предложен подход к учету этнологических аспектов при определении эффективности проектов в Арктике.

Ключевые слова: Арктика, социально-экономическое развитие, составляющие эффективности, экономическая эффективность, сравнительная эффективность, коренные народы Севера, экономическая оценка ущерба, доход государства, приоритеты проектов, интервальные оценки.

Классификация JEL: A13, CO2, Q56.

УДК: 338.2

Для цитирования: Потравный И.М., Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю. (2024). Сравнительная эффективность проектов развития арктических регионов // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 1. С. 59–71. DOI: 10.31857/S0424738824010056

ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Освоение арктических регионов включает реализацию широкого комплекса проектов, направленных на социально-экономическое развитие Арктики (Исаев, Фомина, 2018, с. 98). Такие проекты охватывают различные социальные, экономические, экологические, климатические и другие аспекты развития арктических территорий, которые приводят, в свою очередь, к различным результатам (Duhaime et al., 2021, p. 14–18).

При этом суть предлагаемого подхода к оценке сравнительной эффективности проектов развития арктических регионов относится к учету всего многообразия и особенностей развития арктической зоны России. Как отмечается в работе (Лексин, Порфирьев, 2022, с. 36–38), отличие российской Арктики от других территорий России не исчерпывается экстремальным климатом, низкой плотностью населения и слабыми транспортными связями. К таким особенностям Арктики авторы относят ее выделение в единый объект федерального регулирования — арктическую зону России, не имеющий аналогов ни в России, ни в мире. К таким отличительным характеристикам арктических территорий от данных других территорий являются угрозы, вызовы и риски всем видам деятельности (Loginov, Balashenko, 2016, p. 103–104).

При оценке эффективности реализации арктических проектов особо следует учитывать ранимость и уязвимость данных территорий с точки зрения экологической безопасности таких проектов, их влияния на исконную среду обитания коренных малочисленных народов Севера (Burtseva et al., 2022, p. 105). Обоснование и реализация проектов разведки и добычи полезных ископаемых в арктической зоне страны часто затрагивают территории традиционного природопользования, где проживают и осуществляют свою деятельность коренные малочисленные народы (Слепцов, 2021, с. 577–578), что предполагает оценку возможных убытков, причиняемых коренным народам в зоне влияния таких проектов (Nosov et al., 2019, p. 143). До последнего времени такие издержки этнологического характера не находят должного отражения в практике оценки эффективности арктических проектов.

В исследовании (Ларичкин и др., 2014, с. 126–133) анализируется влияние нефтегазовых проектов на состояние окружающей среды, выявлены особенности оценки экологических рисков при освоении шельфовых месторождений Арктики в системе управления морским природопользованием.

Развитие зеленой и низкоуглеродной экономики также относится к приоритетным задачам реализации арктических проектов, что связано в том числе с возрастающей конкуренцией за доступ к природным ресурсам и возникновением конфликтов между государствами¹. Так, к примеру, проект строительства микрогидроэлектростанций в Мурманской области позволяет обеспечить электроэнергией удаленные районы для развития экотуризма. При этом снижаются выбросы парниковых газов за счет экономики дизельного топлива (Бежан, Коновалова, 2022, с. 289, 293). Проект создания рыбоводного предприятия в поселке Певек в Чукотском автономном округе с использованием энергии плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов» позволяет выращивать товарную рыбу (арктический голец) и получать другие мультипликативные эффекты (создание новых рабочих мест, повышение доходов населения и налоговых отчислений в местный бюджет) (Тарасова, Русаев, 2022, с. 218).

В исследовании (Михайловский, Мелехин, Новоселова, 2019, с. 85) проводится оценка приоритетности проектов уранодобывающего предприятия с учетом роста рабочих мест в регионе, обеспечения экологической безопасности, возмещения убытков и упущенной выгоды местному населению и ликвидации накопленного экологического ущерба (НЭУ). Учет и оценку социально-экономических и экологических эффектов при реализации проектов ликвидации накопленного экологического ущерба также следует учитывать при оценке эффективности инвестиций в развитие арктических территорий. В настоящее время такой проект по ликвидации НЭУ реализуется на месторождении Кулар (хвостохранилище² «Куларской золотоизвлекательной фабрики» в Булунском улусе (районе) Республики Саха (Якутия).

Вопросы эффективности проектов по добыче полезных ископаемых имеют приоритетное значение как с точки зрения промышленного освоения территории, отдачи вложенных средств, получения полезной продукции, дохода, так и с точки зрения гармонизации интересов добывающих компаний и коренных малочисленных народов Севера, что предусмотрено законодательными требованиями проведения этнологической экспертизы таких проектов, если они затрагивают территории традиционного природопользования (Novoselov et al., 2020, p. 7963; Novoselov et al., 2022a, p. 933; Novoselov et al., 2022b, p. 1009). В работе (Бурцева И.Г., Тихонова, Бурцев И.Н., 2022, с. 89) экономическая оценка минерально-сырьевого потенциала региона и получаемые эффекты от использования полезных ископаемых тесно увязываются с ущербом от потери экосистемных

¹ Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» (https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/).

² Хвостохранилище — комплекс специальных сооружений, предназначенный для хранения жидких отходов производства горнодобывающих предприятий («хвостов»). Данные сооружения являются неизменными спутниками обогатительных фабрик.

услуг природного капитала (способность поглощения парниковых газов, услуги рекреации, регулирование речного стока, сохранение биоразнообразия), которые могут быть утрачены или повреждены в зависимости от применяемой технологии добычи полезных ископаемых.

В рамках управления климатическими изменениями и перехода к низкоуглеродной экономике в настоящее время рассматриваются технологии захоронения выбросов парниковых газов в подземных геологических пространствах и эколого-экономическая эффективность их внедрения. Такие технологии также могут найти применение и в арктической зоне России, например при разработке нефтегазовых месторождений.

В исследовании (Potravny et al., 2022, p. 16039) выполнена сравнительная оценка вариантов перевозки руды редкоземельных металлов с месторождения Томтор в Оленекском эвенкийском национальном районе Республики Саха (Якутия) на дальнейшую переработку с учетом экономических (затраты на перевозку, расстояние), экологических (ущерб окружающей среде, убытки традиционным промыслам от изъятия территории) и социальных факторов (риск возникновения конфликтных ситуаций, влияние на здоровье населения).

При этом следует учитывать хрупкий экологический баланс арктических территорий, а также особенности традиционной жизнедеятельности коренного населения в зонах разведки и добычи полезных ископаемых. Основная задача управления процессом развития арктических территорий состоит в обосновании и выделении наиболее востребованных инвестиционных проектов среди множества предлагаемых, определение их приоритетности и эффективности. Необходимо обратить внимание на то, что многие вопросы оценки сравнительной экономической эффективности инвестиционных проектов с учетом экологических, социальных и климатических факторов еще не решены и требуют обоснования.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В теоретических разработках выделяют различные подходы к оценке эффективности проектов: коммерческие, природоохранные, социальные, бюджетные. В качестве основы оценки приоритетности проектов обычно выступает их эффективность, которая строится на соотношении результата и затрат. Следует различать абсолютную и сравнительную эффективность проектов. Для оценки приоритетности проектов, реализуемых в Арктическом регионе, следует рассчитывать сравнительную эффективность. Однако такое разграничение проектов является условным, поскольку в практике управления многие проекты, в том числе реализуемые в арктических регионах, приносят комплексный результат — коммерческий, экологический, социальный и др. Результат таких проектов необходимо оценивать с точки зрения экономической эффективности, востребованности коренным населением региона социального, экологического результатов и др.

Действительно, в качестве результата коммерческих проектов прежде всего необходимо оценивать прибыль. Результатом природоохранных проектов может выступать ликвидация прошлого или текущего экологических ущербов, рекультивация нарушенных земель, снижение негативного воздействия на окружающую среду (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, размещение отходов). Однако если проекты добычи и переработки полезных ископаемых базируются на наилучших доступных технологиях, то их результаты складываются из экономической и экологической составляющих. При этом поскольку эти проекты обеспечивают создание новых рабочих мест, обучение и привлечение к работе в компании коренного населения, то в результат следует включить и социальную составляющую. Следовательно, оценка эффективности проектов по одному критерию является односторонней, ее целесообразно проводить на основе системы показателей — составляющих эффективности.

В настоящее время оценка эффективности инвестиционных проектов обычно производится с использованием традиционных критериев, основанных на сопоставлении денежных притоков и оттоков, включая чистый дисконтированный доход, дисконтированный срок окупаемости, внутреннюю норму доходности и др. В статье (Цветков, Дудин, Ермилина, 2019, с. 65–67) рассматриваются вопросы оценки коммерческой, бюджетной и социально-экономической эффективности проектов в Арктике, основываясь на использовании вышеперечисленных традиционных показателей, что связано с анализом и отбором таких проектов добычи полезных ископаемых с ориентиром, главным образом, на экономические результаты. Использование таких критериев часто рассматривает проект в отрыве от Арктического региона, в котором он реализуется, не учитываются

в полной мере интересы государства. Такой подход ориентирует только на короткие сроки окупаемости и получение максимальной прибыли, не учитывается и не оценивается степень участия проекта в реализации стратегий и национальных проектов. Проблемы возникают и при оценке эффективности природоохранных проектов в связи с особенностями их реализации, необходимостью стоимостной оценки результата, учетом объекта и задач, на решение которых направлен природоохранный проект, и др.

Предлагаемый авторами подход к оценке сравнительной эффективности арктических проектов базируется на комплексном учете и оценке таких проектов, включая обеспечение дохода государства, вклад в развитие арктического региона, экологические, социальные, этнологические и другие аспекты. Анализ особенностей арктических регионов России позволяет сделать вывод о необходимости комплексной оценки эффективности инвестиционных проектов по ряду ее составляющих: экономической; социальной; экологической; обеспечения дохода государства; развития арктического региона; вклад в национальный проект, а также в обороноспособность страны. Выделение такого аспекта при оценке эффективности арктических проектов, как вклад в обороноспособность страны, связано с реализацией «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» в части необходимости учета и характеристик военных опасностей и угроз стране в Арктике³.

Оценка эффективности проектов определяется прежде всего результатами, которые предполагается достигнуть. В зависимости от хозяйственной направленности целесообразно выделить проекты, направленные на:

- 1) обустройство месторождений (участков), строительство перерабатывающих предприятий, высокотехнологических производств, энергетических, транспортных объектов, инфраструктуры и т.д.;
- 2) оздоровление окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, сокращение загрязнения окружающей среды (снижение выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сокращение загрязнения почв, ликвидация накопленного экологического ущерба, рекультивация нарушенных земель);
- 3) социально-экономическое развитие (обеспечение нужд коренного населения, развитие местного производства, поддержка традиционных промыслов, строительство современного жилья, медицинских учреждений и средств связи).

Отдельные авторы выделяют также этнологические проекты в рамках промышленного освоения Арктики, направленные на сохранение этноса и традиционной культуры коренных малочисленных народов (Потравная, Кривошапкина, 2022). Реализуемые в Арктическом регионе проекты в разной степени удовлетворяют составляющим эффективности: экономический результат; социальный результат; экологический результат; вклад в доход государства; вклад в развитие региона; вклад в национальный проект; вклад в обороноспособность. Для оценки приоритетности проектов справедливо предлагается использовать систему критериев, в которые входят число рабочих мест, налоговые поступления государства, процент ВВП и ряд других (Фадеев и др., 2018, с. 39–42). Предложенная оценка приоритетности может быть использована на практике, однако, в системе критериев отсутствуют критерии экономической эффективности и другие критерии, которые традиционно используются при оценке проектов.

Система критериев для оценки приоритетности эксплуатационного объекта должна быть связана с существующими методическими рекомендациями для оценок такого рода проектов. Рассмотрим показатели, которые могут быть использованы в качестве критериев для оценки сравнительной эффективности проектов добычи полезных ископаемых, более подробно. Эффективность проекта оценивается по критерию чистого дисконтированного дохода либо на основе приоритета — с помощью экспертной оценки. Экологическая эффективность проекта базируется на результате, который целесообразно определять на основе стоимостной оценки суммарного предотвращаемого экологического ущерба или с помощью приоритета, найденного на основе экспертной оценки. Для проведения стоимостной оценки суммарного предотвращаемого экологического

³ Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» (<http://www.kremlin.ru/acts/news/64274>).

ущерба необходимо его просуммировать по видам: загрязнения атмосферного воздуха⁴, водной среды⁵, почвы⁶. В этом случае дисконтированный доход государства (ДДГ) от реализации проекта оценивается как сумма отчислений в бюджет за период эксплуатации проекта с учетом дисконтирования. В случае отсутствия необходимой информации экспертный подход может быть применен и к оценке экономической, экологической эффективности, а также для оценки размера дохода государства. При оценке эффективности такого рода инвестиционных проектов следует использовать также отраслевые разработки⁷. Например, Минприроды России с начала 2000-х годов разрабатывало механизм оценки и выбора проектов добычи полезных ископаемых, в частности проектов освоения нефтегазовых месторождений. Указанные методические материалы включают приложения, в которых раскрывается механизм расчета интегрального критерия для выбора эксплуатационного объекта, например, «Правила подготовки технических проектов разработки месторождений УВС (2019)» содержат такую информацию в Приложении 5 «Определение рекомендуемого варианта разработки эксплуатационного объекта». Отдельными авторами предлагается включить в систему критериев оценки эффективности проектов наряду с традиционными критериями такие показатели, как дисконтированный доход государства и полнота извлечения из недр разведанных запасов (Благова и др., 2017, с. 297).

Исходя из необходимости учета наиболее полного извлечения из недр разведанных запасов нефти, обеспечения высокой экономической эффективности обустройства и эксплуатации месторождения, обеспечения доходов бюджетов, на федеральном и региональном уровнях предлагается построить *интегральный показатель сравнительной эффективности* проектов. Такой интегральный показатель представляет сумму отношений трех показателей: чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассматриваемого проекта к максимальному значению данного показателя всех рассматриваемых проектов, ДДГ рассматриваемого проекта к максимальному значению этого показателя для всех рассматриваемых проектов, коэффициента извлечения нефти рассматриваемого проекта к максимальному значению этого показателя среди всех рассматриваемых проектов. Последний показатель является специфическим для нефтегазовых проектов и при оценке эффективности проектов добычи других видов полезных ископаемых не может быть принят для сравнительного анализа.

Из оцениваемых проектов рекомендуется выбирать такой, у которого значение интегрального показателя наиболее высокое. Данный подход, несмотря на комплексный охват составляющих эффективности анализируемых проектов, имеет недостатки. Так, в работе (Зубарева и др., 2019, с. 77) такой подход критикуется за использование одинакового веса критериев при расчете показателя эффективности. Имеющиеся исследования указывают на некорректность использования простой суммы для оценки эффективности, поскольку такой показатель может быть высоким за счет одного из входящих в него показателей, т.е. при высоком доходе государства и низком ЧДД проекта, или наоборот. Поэтому для определения оценки эффективности проекта на основе нескольких критериев рекомендуется использовать один из методов многокритериального выбора (ранжирования) проектов (Kou et al., 2016, p. 746; Gisselquist, 2014, p. 482–483). Приведенные выше составляющие эффективности рекомендуется использовать для оценки эффективности проектов. Эти критерии могут быть оценены экспертным методом. При этом допускается стоимостная оценка для критерия экономического результата, сокращения ущерба окружающей среде и дохода государства.

Для оценки проекта экспертами по соответствующим критериям предлагается шкала, основанная на часто применяемой шкале Т. Саати (Gülin, Pelin, 2018; Dragan, Darko, Dejan, 2016, p. 973, 982). В данной шкале рассматривается пять основных вариантов ответа экспертов и четыре промежуточных, применяемых в случае затруднения эксперта при выборе одного из ответов (табл. 1).

⁴ Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды. Утверждена приказом Минприроды России от 28.01.2021 № 59 (<https://docs.cntd.ru/document/573536168>).

⁵ Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. Утверждена Приказом Минприроды России № 87 от 13.04.2009 (в ред. Приказов Минприроды России от 31.01.2014 № 47 и от 26.08.2015 № 365) (<https://base.garant.ru/12167365/>).

⁶ Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. Утверждена Приказом Минприроды России от 08.07.2010 № 238 (в ред. Приказа Минприроды России от 18.11.2021 № 867) (<https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/npa-files/2010/07/08/prikaz238.pdf>).

⁷ Методика оценки эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения. Утверждена Приказом Министерства экономического развития РФ от 24.02.2009 № 58.

Таблица 1. Шкала вербальной оценки для экспертов при оценке составляющих эффективности проектов

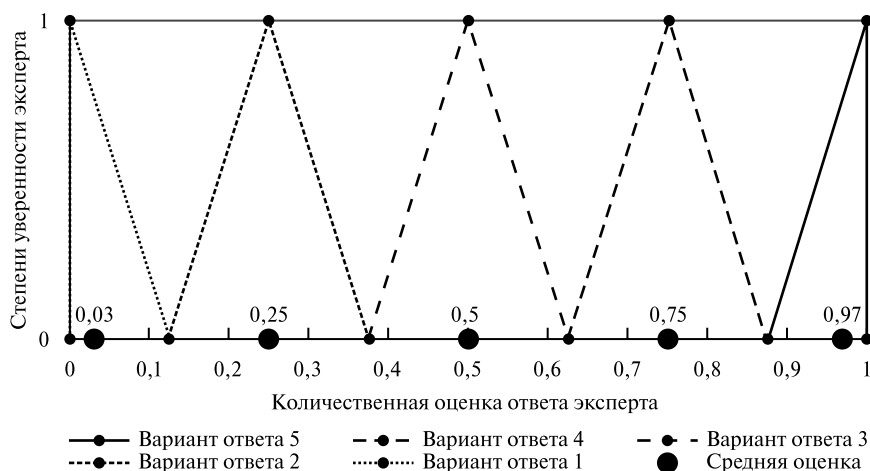
Составляющие оценки эффективности проекта		
Экономический, социальный и экологический результаты		Вклад в доход государства, в развитие региона, в национальный проект, обороноспособность
Вариант оценки эксперта	1. Ничтожный результат	Вариант оценки эксперта
	2. Незначительный результат	
	3. Средний результат	
	4. Значительный результат	
	5. Высокий результат	
Вариант оценки эксперта	1. Ничтожный вклад	
	2. Незначительный вклад	
	3. Средний вклад	
	4. Значительный вклад	
	5. Высокий вклад	

Источник: составлено авторами.

В табл. 1 приведены ответы для оценки проектов по семи используемым критериям. Например, если эксперт затрудняется в выборе между 2 и 3 вариантами ответа при оценке социального результата от реализации проекта, то используется промежуточный вариант — «между незначительным и средним результатами». Каждому из основных вариантов ответов ставится в соответствие количественная оценка, которая в дальнейшем используется при обработке результатов. В современных процедурах экспертной оценки корректным признается использование интервальной количественной оценки, т.е. минимальной, ожидаемой и максимальной оценок (Ramík, 2020, p. 37–39; Yilmaz, Ozkir, 2018, p. 126). На рис. 1 приведена шкала перевода пяти вариантов ответов эксперта с учетом его уверенности. Каждый вариант ответа представляется минимальной α^{min} , ожидаемой α^{av} и максимальной α^{max} оценками. Например, варианту экспертного ответа 2 («Незначительный результат» или «Незначительный вклад») соответствует $\alpha^{min} = 0,125$; $\alpha^{av} = 0,25$; $\alpha^{max} = 0,375$. Полученные оценки представляют треугольные числа, для сравнения которых целесообразно провести операцию дефаззификации, т.е. перевод в четкое число (Voskoglou, 2015, p. 209; Mhaske, 2021, p. 227). Вариантов операций дефаззификации разработано достаточно много (Ухоботов, Стабулит, Кудрявцев, 2019, с. 209). Средняя оценка рассчитана по формуле: $0,25(\alpha^{min} + 2\alpha^{av} + \alpha^{max})$. Для варианта ответа 2 средняя оценка равна $0,25(0,125 + 2 \times 0,25 + 0,375) = 0,25$.

Полученная средняя оценка принимается в качестве λ_{ji} -приоритета проекта i ($i = 1, \dots, n$) по соответствующему критерию j ($j = 1, \dots, 7$). Таким образом, при разработке механизма сравнительной оценки проектов промышленного освоения арктических территорий был учтен опыт федеральных и отраслевых методик.

Механизм оценки сравнительной эффективности инвестиционных проектов развития арктических регионов требует следующих шагов: расчета показателей, составляющих оценку сравнительной эффективности на основе интервальной экспертной оценки или стоимостной оценки;

**Рис. 1.** Перевод вариантов ответов эксперта в количественные оценки

Источник: составлено авторами.

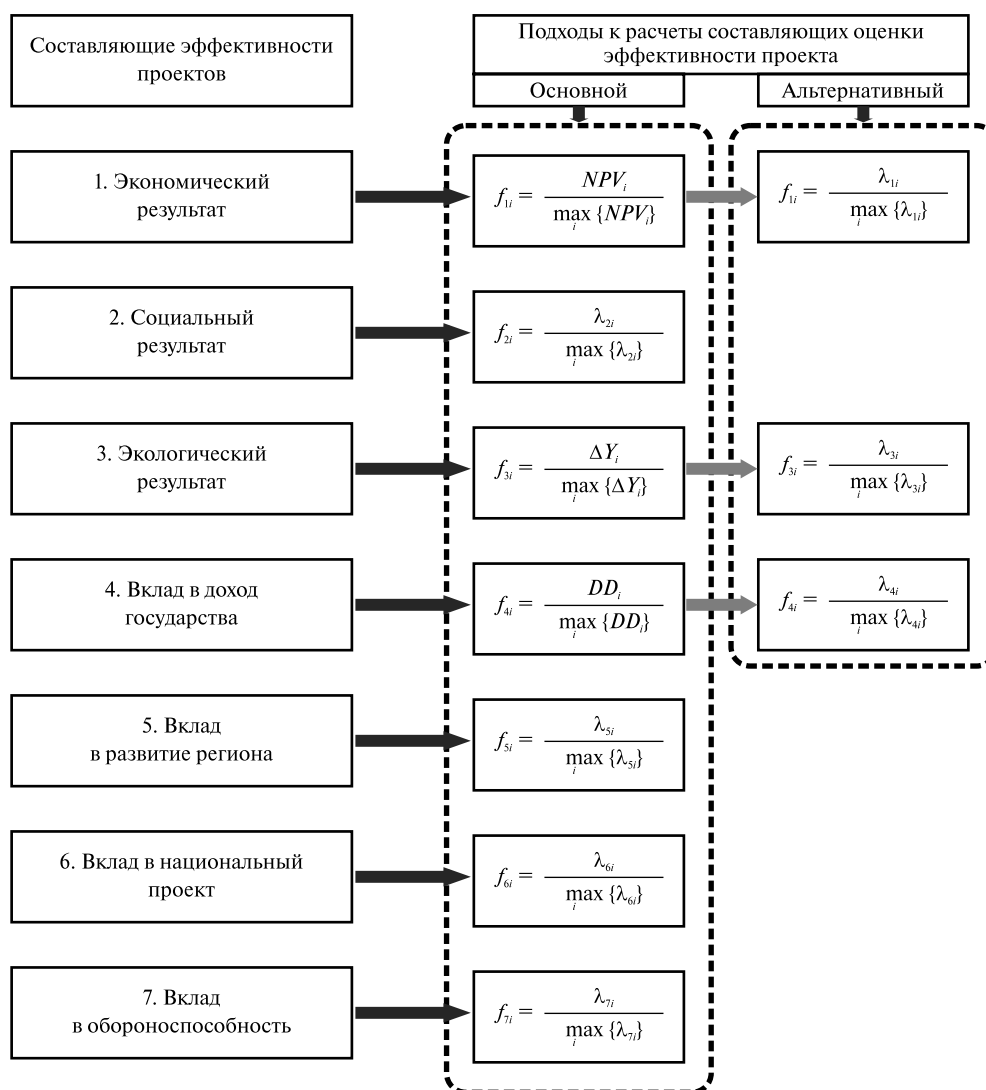


Рис. 2. Возможности оценки составляющих эффективности проекта

Источник: составлено авторами.

сравнения проектов по данным показателям и получение интегральных оценок проектов; расчета сравнительной оценки эффективности проектов.

Шаг 1. Расчет показателей, составляющих оценки сравнительной эффективности, основывается на формулах, приведенных на рис. 2.

При этом для трех составляющих эффективности допускается использование как стоимостной оценки, так и альтернативной (в случае отсутствия возможности расчета стоимостных оценок — на основе экспертного подхода). При использовании стоимостных оценок определяется чистый дисконтированный доход (NPV_i) — для экономической оценки; предотвращенный ущерб окружающей среде (ΔY_i) — для экологической оценки и дисконтированного дохода государства (DD_i). Приведенные формулы унифицированы, т.е. оценка эффективности каждой составляющей проекта i определяется как отношение ожидаемого результата к максимальному результату среди всех проектов, предполагаемых для реализации в регионе.

Шаг 2. Для расчета интегральных оценок проектов проводится попарное сравнение проектов по семи показателям оценки составляющих эффективности, выполняется расчет веса рассматриваемого проекта (i) по сравнению с другим проектом (k) по каждому критерию (j) в отдельности,

т.е. находится отношение значения анализируемого показателя к сумме его значений для рассматриваемого и сравниваемого проектов. Полученные отношения суммируются по всем показателям и рассматриваемым проектам по формуле

$$\beta_i = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^n \left[f_{ji} / (f_{ji} + f_{jk}) \right], \quad i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Шаг 3. Сравнительная оценка эффективности находится в пределах от нуля до единицы. При этом расчет сравнительных оценок эффективности проводится на основе полученных на втором шаге, а оценки сравнительной эффективности проектов определяются по формуле

$$\gamma_i = \beta_i / \sum_{i=1}^n \beta_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Полученные оценки сравнительной эффективности позволяют выявить наиболее приоритетные проекты, причем лучший проект будет иметь оценку, равную единице.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ОЦЕНКИ

Рассмотрим пример оценки сравнительной эффективности шести проектов добычи нефти, предполагаемых в арктической зоне страны.

Шаг 1. Оценка экономического результата была проведена на основе расчета чистого дисконтированного дохода. Экологический результат определен как сокращение ущерба в стоимостном выражении от загрязнения атмосферного воздуха, водной среды и почв. Доход государства найден как дисконтированная сумма отчислений в федеральный бюджет за период функционирования проекта. Остальные составляющие эффективности оценены экспертами в соответствии со шкалой (табл. 2).

Таблица 2. Оценки составляющих эффективности проектов

Составляющая эффективности	Оценка проекта					
	1	2	3	4	5	6
1. Экономическая — чистый дисконтированный доход, млн руб.	570	265	0	120	400	600
2. Социальная — результат	Ничтожный или незначительный	Незначительный	Значительный	Высокий	Средний	Ничтожный
3. Экологическая экономическая оценка предотвращаемого ущерба, млн руб. / год	20	50	10	0	50	0
4. Доход государства, млн руб. / год	40	25	0	10	18	36
5. Развитие региона — вклад	Незначительный	Значительный	Значительный или высокий	Средний	Ничтожный или незначительный	Незначительный или средний
6. Вклад в национальный проект	Значительный или высокий	средний или значительный	Средний	Незначительный или средний	Ничтожный или незначительный	Незначительный или средний
7. Вклад в оборону страны	Ничтожный или незначительный	Незначительный	Средний	Значительный	Незначительный или средний	Ничтожный

Источник: составлено авторами.

Таблица 3. Результаты расчетов оценок по составляющим эффективности проекта

Составляющая эффективности j	Нормированная оценка f_{ji} проекта i в долях					
	1	2	3	4	5	6
Экономическая	0,950	0,442	0,000	0,200	0,667	1,000
Социальная	0,145	0,258	0,774	1,000	0,516	0,032
Экологическая	0,400	1,000	0,200	0,000	1,000	0,000
Доход государства	1,000	0,625	0,000	0,250	0,450	0,900
Развитие региона	0,291	0,873	1,000	0,582	0,164	0,436
Вклад в национальный проект	1,000	0,727	0,582	0,436	0,164	0,291
Вклад в оборону страны	0,042	0,333	0,667	1,000	0,500	0,042

Источник: составлено авторами.

Основываясь на приведенных данных, необходимо перевести экспертные лексические оценки в количественные. Например, первый проект, по мнению экспертов, вносит значительный или высокий вклад в национальный проект.

Лексическая оценка «высокий» (по шкале перевода соответствует количественному значению 0,750) или «значительный» (по принятой шкале составляет 0,969). Тогда итоговое значение количественной оценки вклада первого проекта в национальный проект составляет $0,5(0,750 + 0,969) = 0,859$. Для третьего проекта, вклад которого в реализацию национального проекта характеризуется «средним», в соответствии со шкалой количественная оценка будет равна 0,500. Количественные оценки экспертных мнений влияния анализируемых проектов $i = 1, \dots, 6$ на составляющую эффективности $j = 6$ «Вклад в национальный проект» λ_{6i} имеют вид: 1 – 0,859; 2 – 0,625; 3 – 0,500; 4 – 0,375; 5 – 0,141; 6 – 0,250.

На основе приведенных данных необходимо определить значения составляющих эффективности путем деления полученных оценок проектов по рассматриваемой составляющей эффективности на максимальное значение. Например, для вклада в национальный проект максимальное значение равно 0,859. Тогда значение составляющей «Вклад в национальный проект» для первого из анализируемых проектов составит $0,859 / 0,859 = 1,000$, а для второго проекта — $0,625 / 0,859 = 0,727$. Итоговые результаты расчета составляющих эффективности по всем проектам приведены в табл. 3.

Шаг 2. Воспользовавшись формулой (1), следует определить оценки парного сравнения для каждого анализируемого проекта со всеми остальными. Например, при сопоставлении первого проекта (оцениваемый проект) со вторым (сравниваемый проект) сравнительная оценка будет равна:

$$\frac{0,950}{0,950 + 0,442} + \frac{0,145}{0,145 + 0,258} + \frac{0,400}{0,400 + 1,000} + \frac{0,291}{0,291 + 0,873} + \frac{1,000}{1,000 + 0,727} + \frac{0,042}{0,042 + 0,333} = 2,884.$$

Аналогичным образом определяются оценки проектов по другим составляющим эффективности (табл. 4, столбцы по проектам 1–6).

Таблица 4. Расчет сравнительной эффективности проектов

Оцениваемый проект	Оценка по отношению к сравниваемым проектам						Сумма оценок	Сравнительная эффективность проектов
	1	2	3	4	5	6		
1	0,000	2,884	3,741	3,822	3,359	4,506	18,312	0,856
2	4,116	0,000	4,438	4,083	3,872	4,875	21,384	1,000
3	3,259	2,562	0,000	3,040	2,978	4,264	16,103	0,753
4	3,178	2,917	3,960	0,000	3,422	3,984	17,461	0,817
5	3,641	3,128	4,022	3,578	0,000	4,230	18,600	0,870
6	2,494	2,125	2,736	3,016	2,770	0,000	13,140	0,614

Источник: составлено авторами.

Шаг 3. После получения сравнительных оценок они построчно суммируются и определяется сравнительная эффективность анализируемых проектов (табл. 4, два последних столбца).

В рассмотренном примере наилучшее значение эффективности получил второй проект. На базе оценок сравнительной эффективности инвестиционных проектов осуществляется их ранжирование с учетом важности и приоритетности. В условиях ограниченности финансирования при реализации проектов следует ориентироваться прежде всего на проекты 2, 5, 1 и 4, которые имеют наибольшие оценки сравнительной эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В статье предложен механизм оценки сравнительной эффективности проектов в арктических регионах, который базируется на системе показателей, составляющих сравнительную эффективность. Для практического применения механизма оценки сравнительной эффективности разработан пошаговый алгоритм оценки сравнительной эффективности инвестиционных проектов в арктических регионах.

Принципиальное отличие настоящей разработки определения приоритетности проектов от ранее предложенных подходов состоит в синтезе утвержденных на федеральном уровне показателей для сравнительной оценки проектов с показателями, характеризующими социальные и экологические аспекты. В предложенном механизме допускается альтернатива проведения расчета показателей в стоимостном или балльном виде, а также возможность корректировки комплекса показателей. Разработанный механизм оценки сравнительной эффективности является открытым, т.е. число составляющих эффективности можно корректировать без изменения алгоритма решения поставленной задачи. В рассмотренном методе число анализируемых проектов не ограничено. В зависимости от особенностей сравниваемых проектов набор таких показателей может быть скорректирован. В случае необходимости сопоставления проектов, направленных на добычу различных видов полезных ископаемых, целесообразно применять показатели, позволяющие проводить корректное сравнение (в том числе путем использования балльных оценок). Такой подход даст возможность сопоставлять проекты добычи твердых полезных ископаемых, нефти и природного газа. При проведении оценки сравнительной эффективности проектов можно учитывать особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях их долевого финансирования с учетом распределения получаемых эффектов заинтересованным сторонам (Новоселов и др., 2018, с. 1485).

Предложенный алгоритм и научный инструментарий сравнительной оценки эффективности проектов применим в практике оценки инвестиционной деятельности в условиях промышленного освоения Арктики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Бежан А.В., Коновалова О.Е. (2022). Оценка эффективности внедрения микро-гидроэлектростанций для развития экотуризма в удаленных районах Арктической зоны Российской Федерации (на примере Мурманской области) // *Арктика: экология и экономика*. Т. 12. № 2. С. 288–297. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-288-297 [Bezhan A.V., Kononova O.E. (2022). The effectiveness evaluation of implementing micro-hydroelectric power plants for the ecotourism development in remote areas of the Arctic zone of the Russian Federation (on the example of the Murmansk region). *Arctic: Ecology and Economy*, 12 (2), 288–297. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-288-297 (in Russian).]
- Благова Л.А., Десяцкова А.И., Дорохова К.В., Чернышова Е.С. (2017). Экономические критерии выбора рекомендуемого варианта разработки месторождений углеводородного сырья // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. Т. 2. № 1. С. 295–299. [Blagova L.A., Desyatskova A.I., Dorokhova K.V., Chernyshova E.S. (2017). Economic criteria for choosing the recommended option for the development of hydrocarbon deposits. *Interexpo Geo-Siberia*, 2 (1), 295–299 (in Russian).]
- Бурцева И.Г., Тихонова Т.В., Бурцев И.Н. (2022). Экономическая оценка минерально-сырьевого потенциала арктических территорий Республики Коми // *Арктика: экология и экономика*. Т. 12. № 1. С. 87–98. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-1-87-98 [Burtseva I.G., Tikhonova T.V., Burtsev I.N. (2022). Economic assessment of mineral resource potential of the Komi Republic Arctic territories. *Arctic: Ecology and Economy*, 12, 1, 87–98. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-1-87-98 (in Russian).]

- Зубарева В.Д., Саркисова А.С., Хатьков В.Ю., Субрий А.А., Оздоева А.Х. (2019). Экономические критерии выбора вариантов разработки нефтяных месторождений // *Нефтяное хозяйство*. № 8. С. 76–79. [Zubareva V.D., Sarkisova A.S., Khatkov V. Yu., Subri A.A., Ozdоеva A.H. (2019). Economic criteria for choosing options for the development of oil fields. *Oil Economy*, 8, 76–79 (in Russian).]
- Исаев А.П., Фомина И.А. (2018). Приоритетные проекты развития зоны Арктики. Восстановление Северного морского пути // *Управленческое консультирование*. № 8. С. 96–105. DOI: 10.22394/1726-1139-2018-8-96-105 [Isaev A.P., Fomina I.A. (2018). Priority projects for the development of the Arctic zone. Restoration of the Northern Sea Route. *Administrative Consulting*, 8, 96–105. DOI: 10.22394/1726-1139-2018-8-96-105 (in Russian).]
- Ларичкин Ф.Д., Фадеев А.М., Череповицын А.Е., Шишкин А.И. (2014). Экологический менеджмент при освоении морских месторождений углеводородов в Арктике // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. № 1 (38). С. 126–133. [Larichkin F.D., Fadeev A.M., Cherepovitsyn A.E., Shishkin A.I. (2014). Environmental management in developing offshore fields in the Arctic. *The North and the Market: Forming the Economic Order*, 1 (38), 126–133 (in Russian).]
- Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. (2022). Другая Арктика: опыт системной диагностики // *Проблемы прогнозирования*. Т. 1. № 190. С. 34–44. DOI: 10.47711/0868-6351-190-34-44 [Leksin V.N., Porfiriev B.N. (2022). The other Arctic: Experience in system diagnostics. *Studies on Russian Economic Development*, 33, 1, 22–28. DOI: 10.1134/S1075700722010105 (in Russian).]
- Михайловский А.А., Мелехин Е.С., Новоселова И.Ю. (2019). Комплексная оценка приоритетности инвестиционных проектов развития уранодобывающих предприятий // *Горный журнал*. № 9. С. 83–88. DOI: 10.17580/gzh.2019.09.11 [Mikhailovsky A.A., Melekhin E.S., Novoselova I. Yu. (2019). Comprehensive assessment of the priority of investment projects for the development of uranium mining enterprises. *Gornyi Zhurnal*, 9, 83–88. DOI: 10.17580/gzh.2019.09 (in Russian).]
- Новоселов А.Л., Потравный И.М., Новоселова И.Ю., Чавез Феррейра К.Й. (2018). Механизм реализации инвестиционных проектов экологической направленности на основе долевого финансирования // *Экономика региона*. № 4. С. 1488–1497. DOI: 10.17059/2018-4-33 [Novoselov A.L., Potravny I.M., Novoselova I. Yu., Chávez Ferreyra K.Y. (2018). The mechanism to implement environmental investment projects on the basis of equity financing, *Economy of Region*, 14 (4), 1488–1497. DOI: 10.17059/2018-4-33 (in Russian).]
- Потравная Е.В., Кривошапкина О.А. (2022). Оценка приоритетности компенсационных проектов различными группами населения при промышленном освоении Арктики // *Вестник университета. Теоретический и научно-методический журнал*. № 1. С. 176–188. DOI: 10.26425/1816-4277-2022-1-175-187 [Potravnaya E.V., Krivoshapkina O.A. (2022). Compensation projects priority assessment by various population groups in the arctic industrial development. *Vestnik Universiteta. Scientific and Methodological Journal*, 1, 176–188. DOI: 10.26425/1816-4277-2022-1-175-187 (in Russian).]
- Слепцов А.Н. (2021). Родовая община коренных малочисленных народов Севера в системе управления традиционным природопользованием // *Арктика: экология и экономика*. Т. 11. № 4. С. 568–581. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-568-581 [Sleptsov A.N. (2021). The tribal community of the indigenous peoples of the North in the system of traditional nature management. *Arctic: Ecology and Economy*, 11, 4, 568–581. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-568-58 (in Russian).]
- Тарасова О.В., Русаев С.М. (2022). Мультипликативные экономические эффекты в арктических рыбохозяйственных проектах // *Арктика: экология и экономика*. Т. 12. № 2. С. 211–223. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-211-223 [Tarasova O.V., Rusyaev S.M. (2022). Multiplicative economic effects of the Arctic fish projects. *Arctic: Ecology and Economy*, 12, 2, 211–223. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-2-211-223 (in Russian).]
- Ухоботов В.И., Стабулит И.С., Кудрявцев К.Н. (2019). Сравнение нечетких чисел треугольного вида // *Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки*. Т. 29. № 2. С. 197–210. DOI: 10.20537/vm190205 [Ukhobotov V.I., Stabulit I.S., Kudryavtsev K.N. (2019). Comparison of triangular fuzzy numbers citation. *Bulletin of Udmurt University. 'Mathematics. Mechanics. Computer Science'*, 29, 2, 197–210. DOI: 10.20537/vm190205 (in Russian).]
- Фадеев А.М., Череповицын А.Е., Ларичкин Ф.Д., Федосеев С.В. (2018). Оценка приоритетности разработки месторождений российской Арктики как инструмент эффективного природопользования в современных макроэкономических условиях // *Энергетическая политика*. № 4. С. 34–47. [Fadeev A.M., Cherepovitsyn A.E., Larichkin F.D., Fedoseev S.V. (2018). Priority assessment of the development of deposits in the Russian Arctic as a tool for efficient nature management in modern macroeconomic conditions. *Energy Policy*, 4, 34–47 (in Russian).]
- Цветков В.А., Дудин М.Н., Ермилина Д.А. (2019). Управление развитием Арктики: финансовое обеспечение региона и выбор критериев оценки эффективности инвестиционных проектов для его освоения // *Управленческие науки*. Т. 9. № 2. С. 62–77. DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-2-62-77 [Tsvetkov V.A., Dudin M.N., Ermilina D.A. (2019). Managing of the Arctic development: Financial support of the region and the criteria choice for evaluating the effectiveness of investment projects. *Management Sciences in Russia*, 9 (2), 62–77. DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-2-62-77 (in Russian).]

- Burtseva E., Sleptsov A., Bysyina A., Fedorova A., Dyachkovski G., Pavlova A.** (2022). Mining Industry of the Republic of Sakha (Yakutia) and problems of environmental and social security of Indigenous Peoples. *Land*, 11, 105. DOI: 10.3390/land11010105
- Dragan S.P., Darko I.B., Dejan V.K.** (2016). Fuzzification of the Saaty's scale and a presentation of the hybrid fuzzy AHP-TOPSIS model: An example of the selection of a brigade artillery group firing position in a defensive operation Vojnotehnički glasnik. *Military Technical Courier*, 64, 4, 966–986.
- Duhaime G., Everett K., Lévesque S., Wei T., Baribeau M., Caron A.** (2021). Social and economic conditions and inequalities in the circumpolar Arctic. *The Economy of the North. ECONOR*, 20, 13–33.
- Gisselquist R.M.** (2014). Paired comparison and theory development: Considerations for case selection. *PS: Political Science & Politics*, 47, 2, 477–484. DOI: 10.1017/S1049096514000419
- Gülin F.C., Pelin T.** (2018). A novel fuzzy risk matrix based risk assessment approach. *Kybernetes*, 47, 9. DOI: 10.1108/K-12-2017-0497
- Kou G., Ergu D., Chen Y., Lin C.** (2016). Pairwise comparison matrix in multiple criteria decision making. *Technological and Economic Development of Economy*, 22, 738–765. DOI: 10.3846/20294913.2016.1210694
- Loginov V.G., Balashenko V.V.** (2016). Assessment of potential and problems of the Arctic development. *Journal of New Economy*, 6, 68, 99–108.
- Mhaske A.S.** (2021). Ranking triangular fuzzy numbers using area of rectangle at different level of α -cut for fuzzy transportation problem. *JETIR*, 8, 3, 2202–2209.
- Nosov S.I., Bondarev B.E., Gladkov A.A., Gassiy V.** (2019). Land resources evaluation for damage compensation to indigenous peoples in the Arctic (case-study of Anabar region in Yakutia). *Resources*, 8, 143. DOI: 10.3390/resources8030143
- Novoselov A., Potravny I., Novoselova I., Gassiy V.** (2020). Sustainable development of the Arctic indigenous communities: The approach to projects optimization of mining company. *Sustainability*, 12, 19, 7963. DOI: 10.3390/su12197963
- Novoselov A., Potravny I., Novoselova I., Gassiy V.** (2022a). Social investing modeling for sustainable development of the Russian Arctic. *Sustainability*, 14, 933. DOI: 10.3390/su14020933
- Novoselov A., Potravny I., Novoselova I., Gassiy V., Sharkova A.** (2022b). Harmonization of interests during Arctic industrial development: The case of mining corporation and indigenous peoples in Russia. *Polar Science*, 35, 100915. DOI: 10.1016/j.polar.2022.100915
- Potravny I., Novoselov A., Novoselova I., Chávez Ferreyra K.Y., Gassiy V.** (2022). Route selection for minerals' transportation to ensure sustainability of the Arctic. *Sustainability*, 14 (23), 16039. DOI: 10.3390/su142316039-01
- Ramík J.** (2020). Pairwise Comparison Matrices in Decision-Making. Pairwise Comparisons Method. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 690, 17–65. DOI: 10.1007/978-3-030-39891-0_2
- Voskoglou M.G.** (2015). Defuzzification of fuzzy numbers for student assessment. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 3, 5, 206–210. DOI: 10.12691/ajams-3-5-5
- Yilmaz K., Ozkir V.** (2018). Extended consistency analysis for pairwise comparison method. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10, 1, 117–134. DOI: 10.13033/ijahp.v10i1.506

Comparative effectiveness of Arctic region development projects

© 2024 I. M. Potravny, A. L. Novoselov, I. Yu. Novoselova

I. M. Potravny,

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; e-mail: ecoaudit@bk.ru

A. L. Novoselov,

National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow, Russia; e-mail: alnov2004@yandex.ru

I. Yu. Novoselova,

Financial University under the Government of the Russian Federation Moscow, Russia; e-mail: iunov2010@yandex.ru

Received 22.03.2023

Abstract. The article deals with the design and development of scientific tools for evaluating investment projects in the Arctic zone of Russia, taking into account the specific features of their application in the region. The necessity is substantiated and a mechanism is proposed for a comprehensive assessment of the effectiveness of investment projects implemented in the Arctic zone to select the highest priority projects, which is based on specific indicators that allow taking into account the peculiarities of the development of the Arctic regions. The system of component indicators for evaluating the effectiveness of projects is proposed. It is based on federal methods and supplemented with special indicators characterizing the regions of the Arctic zone, which allows describing the economic, social, environmental components of efficiency, ensuring state income, regional development, contribution to the national project and the country's defence capability. The recommended set of indicators can be adjusted, which will not affect the developed algorithm for assessing the priority of projects. The authors developed a mechanism for determining the comparative effectiveness of projects based on their cost characteristics and expert assessments that allow determining the developed set of indicators. Experts' assessments in the form of interval numbers are used for calculations. An algorithm for such an assessment of the effectiveness of development projects in the Arctic regions is proposed, including calculation of indicators that make up the assessment of the comparative effectiveness of the projects, determination of the integral assessment of such projects, as well as calculation of the comparative effectiveness of the analyzed projects. A numerical example is given, which makes possible to implement the developed mechanism for calculating the comparative effectiveness of projects in the Arctic zone of the country, taking into account environmental, social, ecological and other factors. The scientific results of the study include the development of economic and mathematical tools for ranking and selecting projects in assessing comparative efficiency in the industrial development of the Arctic. An approach to accounting and evaluating ethnological aspects in determining the effectiveness of projects in the Arctic is proposed.

Keywords: Arctic, socio-economic development, efficiency components, economic efficiency, comparative efficiency, indigenous peoples of the North, economic assessment of damage, state income, project priorities, interval estimates.

JEL Classification: A13, CO2, Q56.

UDC: 338.2

For reference: **Potravny I. M., Novoselov A. L., Novoselova I. Yu.** (2024). Comparative effectiveness of Arctic region development projects. *Economics and Mathematical Methods*, 60, 1, 59–71. DOI: 10.31857/S0424738824010056 (in Russian).