ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

CC BY 4.0

DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-6-62-70
УДК 332.142(045)
JEL C61, D74, Q32

Социально-экологическое сопровождение промышленного освоения арктических территорий

И.Ю. Новоселова[a], А.Л. Новоселов[b]
[a] Финансовый университет, Москва, Россия; РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия
[b] Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
[a] https://orcid.org/0000-0002-5054-0676; [b] https://orcid.org/0000-0003-1495-4836

АННОТАЦИЯ

Пространственное развитие Российской Федерации связано с хозяйственным освоением арктических регионов, богатых месторождениями минеральных ресурсов и близких по расстоянию к интенсивно развиваемому Северному морскому пути. *Предмет исследования* — особенности арктических регионов, заключающиеся в суровых климатических условиях, хрупкой экологической системе, альтернативных вариантах расселения специалистов в существующих населенных пунктах или работе вахтовым методом, а также в необходимости учета приоритетов коренных народов. Рассматривается возможность создания системы проектов социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий. *Цели работы* — установление способов формирования механизма системы оценок приоритетов групп населения, поиск компромиссного решения при выборе проектов социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктического региона. В исследовании разработаны логически и информационно связанные подходы к установлению оценок приоритетности проектов и оптимальному выбору проектов для включения в портфель реализации социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий. Предложены процедуры многокритериальной оценки приоритетности проектов и алгоритм поиска компромиссного портфеля проектов. В результате исследования сформированы модели и алгоритмы решения поставленных задач. *Сделаны выводы* о том, что политика освоения арктических регионов направлена на точечное освоение арктических территорий, где имеются запасы полезных ископаемых, предоставляются возможности для сооружения логистической инфраструктуры и учитывается весь спектр особенностей данной территории для справедливого удовлетворения интересов проживающих там групп населения.

Ключевые слова: пространственное развитие; Север; Арктика; Северный морской путь; интересы населения; коренные народы; добыча и переработка полезных ископаемых

Для цитирования: **Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л. Социально-экологическое сопровождение промышленного освоения арктических территорий. *Экономика. Налоги. Право.* 2021;14(6):62-70. DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-6-62-70**

ORIGINAL PAPER

Socio-Ecological Support of Industrial Development of the Arctic Territories

I. Yu. Novosyolova[a], A.L. Novosyolov[b]
[a] Financial University, Moscow, Russia, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (SRU), Moscow, Russia
[b] Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia
[a] https://orcid.org/0000-0002-5054-0676; [b] https://orcid.org/0000-0003-1495-4836

ABSTRACT

The spatial development of the Russian Federation is connected with the economic development of Arctic regions rich in mineral deposits and close in distance to the intensively developed Northern Sea Route. *The subject of the study* is the peculiarities of the Arctic regions, consisting in harsh climatic conditions, a fragile ecological system, alternative options for the settlement of specialists in existing settlements or working in shifts, as well as the need to take into account the priorities of indigenous peoples. The possibility of creating a system of projects for socio-ecological support of industrial development of the Arctic territories is being considered. *The purposes of the work* are to establish ways to form a mechanism for assessing the priorities of population groups, to search for a compromise solution when choosing projects for socio-environmental support for industrial development of the

© Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л., 2021

Arctic region. The study developed logically and informationally related approaches to the establishment of priority assessments of projects and the optimal selection of projects for inclusion in the portfolio of socio-environmental support of industrial development of the Arctic territories. The procedures of multi-criteria evaluation of the priority of projects and an algorithm for finding a compromise portfolio of projects are proposed. As a result of the research, models and algorithms for solving the tasks were formed. *The conclusions are made* that the policy of development of the Arctic regions is aimed at the point development of the Arctic territories, on the territory of which there are mineral reserves and it is possible to build a logistics infrastructure, and taking into account the full range of features of this territory for the fair satisfaction of the interests of population groups.
Keywords: spatial development; North; Arctic; Northern Sea Route; interests of the population; indigenous peoples; mining and processing of minerals

For citation: **Novosyolova I. Yu., Novosyolov A.L. Socio-ecological support of industrial development of the Arctic territories. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, taxes & law*. 2021;14(6):62-70. (In Russ.). DOI: 10.26794/1999-849X-2021-14-6-62-70**

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТНОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Вектор социально-экономического развития России направлен на хозяйственное освоение арктических регионов, которое начинается с разведки и добычи полезных ископаемых, создания транспортных магистралей и необходимой инфраструктуры. Из основных проектов, направленных на освоение арктических территорий, около 46% имеют целью добычу и первичную переработку минеральных ресурсов, около 17% — создание транспортной инфраструктуры, 5% — строительство промышленных предприятий и энергетических объектов, 4% — реализацию проектов развития рыбной промышленности и сельского хозяйства. Важно отметить, что параллельно с основными проектами, направленными на добычу полезных ископаемых и их первичную переработку, решаются проблемы развития транспортных коммуникаций, таких как «Северный широтный ход», «Бованенково-Сабетта», Мурманский транспортный узел, «Белкомур», «Баренцкомур», «Карскомур», а также модернизация существующих и строительство новых портов на Северном морском пути (далее — СМП) и строительство новых аэропортов. Эти проекты требуют в свою очередь новых транспортных средств, в том числе проектирование и постройка новых ледоколов, современной арктической грузовой и пассажирской авиации. В результате реализации ключевых проектов возникает мультипликативный эффект, который для арктических регионов прогнозируется в интервале от 1,6 до 2,0. Отдельные капиталоемкие проекты генерируют гораздо более значимый мультипликативный эффект, например разработка нефтегазовых месторождений на шельфе позволяет получать мультипликативный эффект на уровне 7,7.

Особенностями арктических территорий являются:

- удаленность от староосвоенных территорий с благоприятным климатом, где сосредоточены научно-исследовательские институты, университеты и промышленные предприятия;
- низкая плотность населения и рассеянная система расселения в небольших населенных пунктах или вахтовая система размещения специалистов;
- точечное освоение территорий исходя из разведанных месторождений, строительства транспортных магистралей и обустройства речных и морских портов;
- проживание в арктических регионах коренного населения с особым укладом жизни.

Освоение арктических регионов позволит создать 140 тыс. новых рабочих мест к 2025 г. за счет реализации новых проектов и 42 тыс. рабочих мест благодаря расширению существующих предприятий. Основная часть рабочих мест будет создано в добывающей отрасли (50%), а также первичной переработке минеральных ресурсов (25%), строительстве (15%), транспортировке (10%). В настоящее время дефицит кадров испытывают все арктические регионы. Механизм проживания специалистов, работающих в европейской и восточной частях арктических регионов России, различен. В европейской части арктических регионов специалисты и их семьи комфортно размещаются в достаточно крупных населенных пунктах, тогда как в восточной части экономически оправдано применение вахтовой системы размещения специалистов. В настоящее время численность работающих вахтовым методом составляет 210 тыс. специалистов, а к 2035 г. их численность возрастет до 460 тыс. человек [1, с. 197]. Причем среди них потребуются более 35% специалистов с высшим образованием и около 50% высококвалифицированных

рабочих [2, с. 11]. Наибольшая потребность в специалистах испытывают Мурманская область и Ямало-Ненецкий округ [3, с. 41; 4, с. 422]. В настоящее время остро стоит задача повышения удобства проживания специалистов в существующих городах и поселках арктических регионов, создания в этих населенных пунктах современной инфраструктуры.

В арктических регионах коренные жители составляют меньшинство населения (от 1,5 до 25% по различным муниципальным округам), которые заняты традиционными промыслами, во многом обеспечивающими их жизнеобеспечение. В целом численность коренного населения составляет 4% в арктических регионах России [5, с. 65]. Хозяйственное освоение арктических регионов приводит к негативным экологическим последствиям, деградации биоресурсов региона, сокращению рыбных промыслов, затруднениям с выпасом оленей и т.д. Новые землеотводы для развития добывающих и перерабатывающих предприятий обуславливают необходимость смены оленьих пастбищ, что иногда становится причиной возникновения конфликтов с коренным населением, которое выражает протесты против хозяйственного освоения исконных мест их проживания, нанося в конечном счете ущерб имиджу компаний [6, с. 187]. Для предотвращения такого рода конфликтов с коренным населением [7, с. 12] добывающие компании компенсируют наносимый ущерб, снабжая население снаряжением для рыбной ловли и охоты, транспортными средствами, горюче-смазочными материалами и т.д. [8, с. 9].

Недостаток реализации проектов, направленных на компенсацию наносимого ущерба коренному населению, состоит в том, что эти проекты имеют краткосрочный характер. Поддержка традиционных промыслов и самобытного образа жизни коренного населения важна, но она не дает возможности развивать региональную экономику, интегрировать коренное население в современное хозяйственное развитие, повышать образование и уровень жизни населения. Среди перспективных местных проектов — создание предприятий по переработке пищевых продуктов, производству консервов, изготовлению сувенирной продукции, разведению промысловых рыб и др. Кроме того, социально важными являются проекты развития медицинского обеспечения, строительства лечебных учреждений, образовательных центров, обеспечения доступа к информационным ресурсам и др. Для интеграции коренного населения в хозяйственное развитие целесообразно предоставлять молодежи возможность получать в колледжах профессию техника-геолога, техника в области обогащения руды, ремонта транспортных средств, а также промыслового оборудования.

Таким образом, хозяйственное освоение арктических регионов должно сопровождаться системой проектов, направленных на комплексное развитие двух групп населения — специалистов, приехавших в регион для их хозяйственного освоения, и коренного населения. Для разработки системы проектов социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий необходимо учитывать интересы федеральных структур; добывающих компаний; перерабатывающих и транспортных предприятий; специалистов из других регионов страны, приехавших на работу; коренных народов и администрации региона. В результате образуется достаточно сложная система взаимных интересов и претензий. Добывающие компании, перерабатывающие и транспортные предприятия взаимно заинтересованы в совместном развитии, поскольку связаны производственно-технологическим связями.

Развитие промышленных и транспортных предприятий сопровождается увеличением количества рабочих мест. Все эти предприятия нуждаются в прямой или косвенной поддержке федеральных структур, которые в свою очередь заинтересованы в росте добычи полезных ископаемых и увеличении отчислений в бюджет, а также росте численности временно и постоянно проживающих специалистов в северных регионах с крайне низкой плотностью населения. В то же время в процессе хозяйственной деятельности неизбежно изменение ландшафта, загрязнение окружающей среды, сокращение биоразнообразия, снижение зарыбленности рек и озер. Это вызывает озабоченность федеральных структур и региональных администраций, а также рост протестных настроений среди коренного населения, основные интересы которого сводятся, с одной стороны, к сохранению культурных традиций, промыслов, жизненного пространства общин, а с другой стороны,— к интеграции в современную социально-экономическую среду и повышению комфорта проживания. Приехавшие для временного или постоянного проживания специалисты и их семьи заинтересованы в обеспечении комфортных условий проживания и развитой инфраструктуры населенного пункта, квалифицированном медицинском обслуживании, образовательных структурах и др. Следует отметить, что интересы обеих групп населения региона частично совпадают.

В процессе хозяйственного освоения арктических регионов необходимо сформировать систему социаль-

Таблица 1 / Table 1

Шкала сравнения приоритетности проектов социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий / The scale of comparison of the priority of projects of social and environmental support for industrial development of the Arctic territories

Варианты суждений о приоритетности проекта i относительно проекта s / Variants of judgments about the priority of the project i relative to the project s	Баллы / Scores
Проекты i и s одинаково приоритетны	1
Проект i представляет несколько больший интерес, чем проект s	3
Проект i представляет больший интерес, чем проект s	5
Проект i значительно интереснее, чем проект s	7
Проект i представляет абсолютный интерес по сравнению с проектом s	9

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

но-экологических проектов, которые будут учитывать интересы обеих групп населения, позволят гармонично развивать инфраструктуру населенных пунктов региона, обеспечат социально-экономическое развитие северных регионов в долгосрочной перспективе.

МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В основе социально-экологическое сопровождения промышленного освоения арктических территорий лежит формирование оптимального портфеля проектов, в два этапа:

- определение оценок приоритетности проектов для каждой группы населения — коренного населения региона $(j=1)$; специалистов и их семей, мигрировавших для работы в регионе $(j=2)$;
- оптимальный выбор проектов для включения в портфель реализации социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий, одновременно учитывающих интересы обеих групп населения в рамках выделенных добывающей компанией инвестиций.

Рассмотрим этапы решения задачи последовательно.

Этап 1. Для определения оценок приоритетности проектов для каждой группы населения $(j=1,2)$ необходимо провести оценку приоритетности проектов на основе этнологической экспертизы [9] по ряду критериев $k=1,2,\ldots K$, в числе которых увеличение рабочих мест, улучшение медицинского обслуживания, развитие новых видов местных предприятий и др. В проведении оценок участвуют активные представители $l \in J_j$ каждой группы населения $j=1,2$. Для проведения таких оценок наиболее распространенными способами являются методы многокритериального ранжирования: метод парных сравнений, метод средних рангов, метод анализа иерархий, метод *ELECTRA* и др. На основании этих методов разработана упрощенная процедура проведения экспертной оценки и обработки полученных результатов, в которой использовалась шкала Т. Саати [10, с. 6], переработанная для случая сравнения проектов (*табл. 1*).

При проведении оценок каждым из экспертов формируется обратно-симметричная матрица, в которой оценка сравнения проекта i с проектом s равна $y_{(is)jkl}$ (из *табл. 1*), а проекта s по сравнению с проектом i — $y_{(si)jkl}=\dfrac{1}{y_{(is)jkl}}$. На основе полученных матриц от каждого эксперта по отдельным критериям k, определяется заинтересованность групп населения j в реализации проектов i:

$$V_{ij}=\frac{100}{K\times n}\times\sum_{k=1}^{K}\sum_{s=1}^{n}\left(\prod_{l\in J_j}y_{(is)jkl}\right)^{1/M(J_j)},\ i=1,2,\ldots n;\ j=1,2 \qquad (1)$$

Для сопоставления полученных оценок необходимо провести операцию нормирования по формуле:

$$\alpha_{ij}=\frac{V_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}V_{ij}},\ i=1,2,\ldots n;\ j=1,2. \qquad (2)$$

Таблица 2 / Table 2

Исходные данные по проектам и нормированные оценки приоритетности проектов / Initial data on projects and normalized estimates of the priority of projects

Номер проекта / Project number	Затраты на реализацию проекта (Z_i), млн руб./ Project implementation costs (Z_i), million rubles.	Балльные оценки приоритетности проектов для / Project priority scores for		Нормированные оценки приоритетности проектов для / Normalized project priority estimates for		x_i^*
		коренного населения / the indigenous population	семей специалистов / families of specialists	коренного населения / the indigenous population	семей специалистов / families of specialists	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	25	26,32	50,00	0,043	0,056	0
2	16	0,00	62,50	0,000	0,070	0
3	30	21,05	0,00	0,035	0,000	0
4	14	36,84	0,00	0,061	0,000	1
5	18	63,16	25,00	0,104	0,028	1
6	10	0,00	100,00	0,000	0,113	1
7	15	0,00	87,50	0,000	0,099	1
8	21	26,32	62,50	0,043	0,070	0
9	25	73,68	0,00	0,122	0,000	0
10	16	52,63	75,00	0,087	0,085	1
11	18	31,58	0,00	0,052	0,000	1
12	24	15,79	0,00	0,026	0,000	0
13	10	26,32	62,50	0,043	0,070	1
14	8	42,11	37,50	0,070	0,042	1
15	12	63,16	0,00	0,104	0,000	1
16	19	0,00	87,50	0,000	0,099	1
17	20	0,00	100,00	0,000	0,113	0
18	18	0,00	62,50	0,000	0,070	0
19	7	26,32	50,00	0,043	0,056	1
20	16	100,00	25,00	0,165	0,028	0

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

Полученные оценки приоритетности проектов отражают заинтересованность в их реализации групп населения региона являются сопоставимыми, сумма этих оценок для каждой группы населения равна единице.

Этап 2. Для формирования оптимального портфеля проектов реализации социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий необходимо построить экономико-математическую модель, позволяющую найти компромисс в достижении интересов обеих групп населения. При реализации всех проектов интересы обеих групп населения будут достигнуты, однако объем выделяемых добывающей корпорацией инвестиций B меньше суммарных затрат на реализацию всех проектов:

$$B < \sum_{i=1}^{n} Z_i \,, \qquad (3)$$

где Z_i — затраты, требуемые для реализации i-го проекта.

Поэтому интересы каждой группы населения будут удовлетворены частично, т.е. суммарная величина

нормированных оценок по отобранным в портфель проектам окажется меньше единицы. Справедливый компромисс состоит в том, чтобы сформировать такой портфель проектов, при котором степень удовлетворения интересов групп населения была одинаковой. Для отыскания такого компромиссного портфеля проектов реализации социально-экологического сопровождения промышленного освоения арктических территорий разработана модель, в которой критерий оптимальности обеспечивает выравнивание достижения интересов групп населения:

$$\min_{j=1,2}\left\{\sum_{i=1}^{n}\alpha_{ij}x_i\right\}\to \max, \qquad (4)$$

где x_i — искомая переменная, принимающая значение 1, если проект включается в компромиссный портфель, или 0 — в противном случае.

Устанавливается ограничение по объему инвестиций, выделяемых добывающей корпорацией на реализацию проектов:

$$\sum_{i=1}^{n} Z_i x_i \le B. \qquad (5)$$

Дополнительно в модель включается ограничение, определяющее область изменения искомых переменных:

$$x_i = \begin{cases} 1, & i = 1,2,\ldots n. \\ 0 \end{cases} \qquad (6)$$

Полученная экономико-математическая модель является моделью с минимаксной целевой функцией (4), линейным ограничением (5) и булевскими переменными (6). Для решения задачи на основе данной модели целесообразно воспользоваться методом случайного поиска [11, с. 279].

Алгоритм метода случайного поиска, специально адаптированный для решения задачи (4–6), состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Количество итераций равно $N = 2\times n$.

Шаг 2. Присвоение номера итерации $Iter = 1$ и начального значения критерия оптимальности $R = 0$.

Шаг 3. Задание случайных весов $\eta_i = Random$, $i = 1,2,\ldots n$.

Шаг 4. Упорядочение проектов по убыванию весов η_i.

Шаг 5. Включение проектов в портфель, если не нарушается ограничение (5).

Шаг 6. Расчет полученного значения критерия оптимальности.

$$F = \min_{j=1,2}\left\{\sum_{i=1}^{n}\alpha_{ij}x_i\right\}.$$

Шаг 7. Проверка: $F > R$? Если да, то $R = F$ и фиксируется вариант портфеля проектов.

Шаг 8. Новый номер итерации $Iter = Iter + 1$. Проверка: $Iter > N$? Если да, то переход к шагу 9, в противном случае — к шагу 3.

Шаг 9. Завершение формирования компромиссного портфеля проектов.

В данном алгоритме можно увеличивать число итераций, задаваемых на первом шаге, чтобы обеспечивать большее число испытаний и убеждаться в достижении лучшего результата. Многочисленные эксперименты при формировании компромиссного портфеля на реальных данных нескольких арктических регионов позволили установить, что априорно задаваемое число итераций на шаге 1 алгоритма достаточно для определения оптимального решения.

ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ КОМПРОМИССНОГО ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ РЕАЛИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В рамках статьи рассмотрен наиболее сложный *этап 2* поиска компромиссного портфеля. Исходные данные для проведения требуемых расчетов на основе двадцати проектов приведены в *табл. 2*. Во второй колонке данной таблицы приведены затраты на рассматриваемые проекты, взятые из их технико-экономического обоснования. В колонках 3 и 4 отражены балльные оценки приоритетности проектов для обеих групп населения, найденные на основе анкетирования и последующей обработки по формуле (1). В колонках 5 и 6 приведены нормированные оценки приоритетности проектов для обеих групп населения, которые были рассчитаны по формуле (2).

Суммарные затраты на реализацию всех проектов составляют 342 млн руб. На встрече с населением была достигнута договоренность выбора проектов, которые позволят обеспечить не менее 50% уровня суммарной оценки интересов групп населения. Добывающая компания поставила задачу сформировать портфель проектов с минимальным объемом финансирования

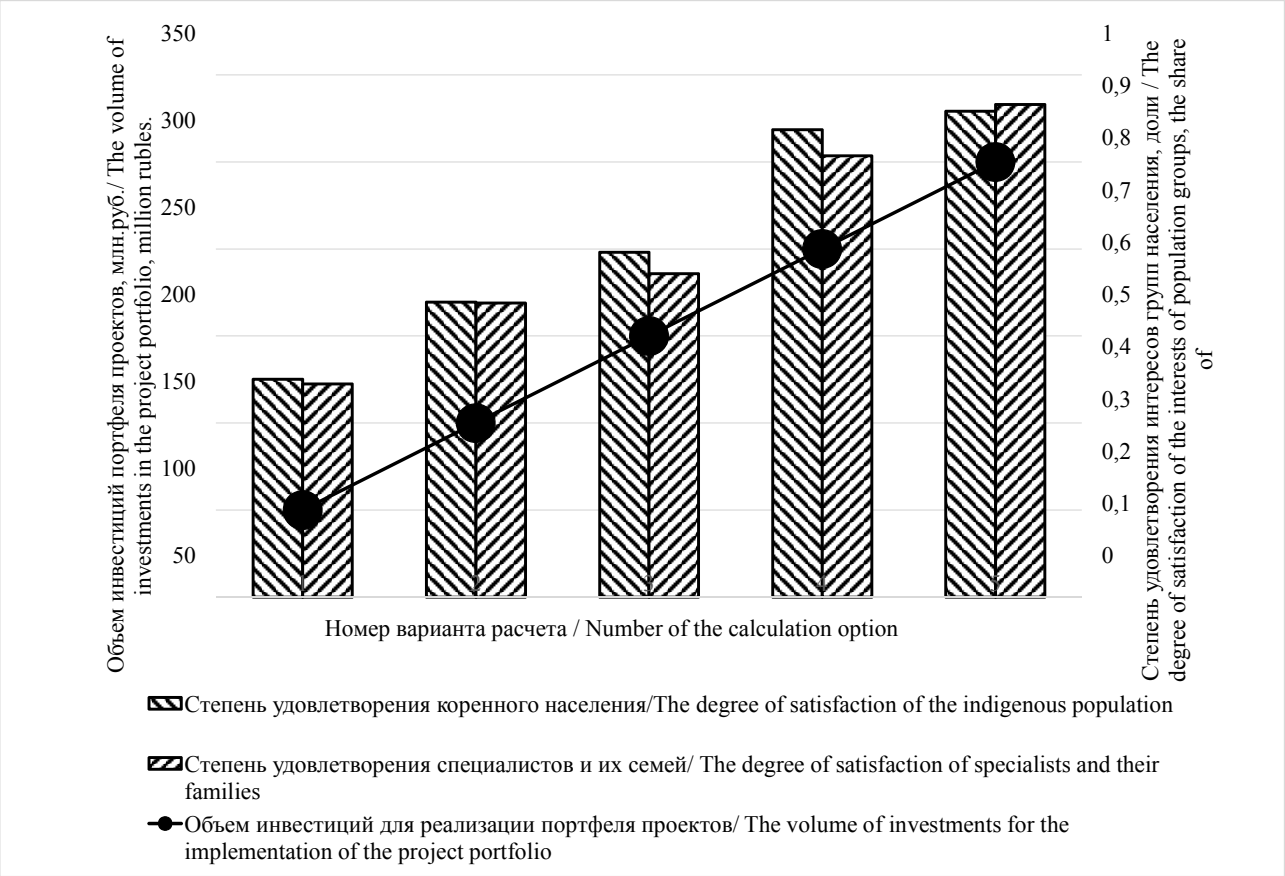

Рис. / Fig. **Удовлетворение интересов групп населения региона при варьировании объемов инвестирования портфеля проектов / Satisfaction of the interests of the population groups of the region with varying investment volumes of the project portfolio**

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

при условии достижения суммарной оценки по обеим группам населения.

Для решения задачи, поставленной добывающей компанией, целесообразно воспользоваться моделью (4–6) и осуществить поиск компромиссного портфеля проектов для разных объемов инвестирования B от 100 до 300 млн руб. с шагом 50 млн руб. В результате принятого решения были получены разные варианты компромиссных портфелей, которые удовлетворяли требования обеих групп населения (*рисунок*). В каждом из представленных вариантов происходило выравнивание степени удовлетворения интересов обеих групп населения. При росте объема инвестиций на реализацию портфеля проектов увеличивалась степень удовлетворения интересов групп населения.

Для объема инвестирования $B = 150$ млн руб. степень удовлетворения интересов обеих групп превысила 50% и составила для коренного населения 0,57, а для семей специалистов — 0,56. Полученный вариант предусматривал включение в компромиссный портфель одиннадцать проектов из двадцати рассматриваемых. Включенные в портфель проекты для выбранного варианта указаны в последней колонке *табл. 2*. Результаты расчетов были приняты для реализации в регионе и профинансированы добывающей компанией.

ВЫВОДЫ

Точечный подход к освоению территорий арктического региона, который составляет 18% территории всей страны, накладывает определенные требования к их социально-экономическому развитию, в числе которых удовлетворение интересов всех групп населения. Именно таким образом осваиваются отдельные территории Ямало-Ненецкого автономного округа, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края и других арктических регионов. Для достижения этой цели добывающие, транспортные и перера-

батывающие предприятия предоставляют инвестиции в реализацию проектов, направленных на решение социальных и экономических проблемы в регионе. В настоящей работе предложен компактный подход к проведению экспертных оценок и последующей обработке полученной информации о приоритетности проектов социально-экологического сопровождения процесса хозяйственного освоения региона исходя из интересов групп населения. Этот подход является универсальным и может быть адаптирован к любому региону, поскольку можно варьировать состав и число критериев для проведения оценок.

Приведенная экономико-математическая модель для построения компромиссного портфеля проектов также является универсальной, а разработанный алгоритм выбора проектов не требует изменений и может быть легко реализован в среде *VBA-Excel*. Полученный компромиссный портфель включает набор проектов, которые позволяют в одинаковой степени учитывать интересы рассматриваемых групп населения. Следует отметить, что для учета большего числа групп населения при формировании компромиссного портфеля проектов достаточно скорректировать формулу на шаге 6 алгоритма решения задачи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зайков К.С., Кондратов Н.А., Кудряшова Е.В., Тамицкий А.М. Потребность субъектов арктической зоны РФ в трудовых ресурсах. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2018;11(6):184–201. DOI: 10.15838/esc.2018.6.60.11
2. Фаузер В.В., Смирнов А.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Локальные рынки труда российской Арктики: классификация по видам деятельности. *Арктика: экология и экономика*. 2019;34(2):4–17. DOI: 10.25283/2223–4594–2019–2–4–17
3. Нижегородцев Р.М., Пискун Е.И., Кудревич В.В. Прогнозирование показателей социально-экономического развития региона. *Экономика региона*. 2017;13(1): 38–48. DOI: 10.17059/2017–1–4
4. Уханова А.В., Смиренникова Е.В., Воронина Л.В. Система показателей прогнозирования социально-экономического развития Арктического макрорегиона. *Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика»*. 2018;13(3):416–432. DOI: 10.17072/1994–9960–2018–3–416–432
5. Atlas of population, society and economy in the arctic. Stockholm: Nordregio; 2019. 80 p. DOI: 10.30689/WP2019:3.1403–2511
6. Scott R. Stephenson. Confronting borders in the arctic. *Journal of Borderlands Studies*. 2018;33(2):183–190.
7. Burtseva Evdokia, Bysyina Anna. Damage Compensation for Indigenous Peoples in the Conditions of Industrial Development of Territories on the Example of the Arctic Zone of the Sakha Republic. *Resources*. 2019;55(8):14. DOI: 10.3390/resources8010055
8. Novoselov A., Potravny I., Novoselova I., Gassiy V. Sustainable development of the arctic indigenous communities: the approach to projects optimization of mining company. *Sustainability*. 2020;19(12):1–18. DOI: 10.3390/su12197963
9. Sleptsov A., Petrova A. Ethnological expertise in yakutia: the local experience of assessing the impact of industrial activities on the northern indigenous peoples. *Resources*. 2019;123(8). DOI: 10.3390/resources8030123
10. Vargas L.G. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*. 1990;48(1):2–8. DOI: 10.1016/0377–2217(90)90056-H
11. Murray W. and K. Ng. An algorithm for nonlinear optimization problems with binary variables. *Computational Optimization and Applications*. 2010;47:257–288. DOI: 10.1007/s10589–008–9218–1

REFERENCES

1. Zaikov K.S., Kondratov N.A. Kudryashova E.V., Tamitskii A.M. The need for workforce in constituent entities of the Arctic zone of the Russian Federation. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2018;11(6):184–201. (In Russ.). DOI: 10.15838/esc.2018.6.60.11
2. Fauzer V.V., Smirnov A.V., Lytkina T.S., Fauzer G.N. Local Labor Markets of the Russian Arctic: Classification by Activity Type. *Arctic: Ecology and Economy,* 2019;34(2):4–17. (In Russ.). DOI: 10.25283/2223–4594–2019–2–4–17
3. Nizhegorodtsev R.M., Piskun E.I., Kudrevich V.V. Forecasting of regional social and economic development. *Ekonomika regiona = Economy of Region*. 2017;13(1):38–48. (In Russ.). DOI: 10.17059/2017–1–4

4. Ukhanova A.V., Smirennikova E.V., Voronina L.V. System of indicators for forecasting social and ecnomic development of the Arctic macroregion. *Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy*. 2018;13(3):416–432. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994–9960–2018–3–416–432
5. Atlas of population, society and economy in the arctic. Stockholm: Nordregio; 2019. 80 p. DOI: 10.30689/WP2019:3.1403–2511
6. Scott R. Stephenson. Confronting borders in the arctic. *Journal of Borderlands Studies*. 2018;33(2):183–190.
7. Burtseva Evdokia, Bysyina Anna. Damage compensation for indigenous peoples in the conditions of industrial development of territories on the example of the arctic zone of the sakha republic. *Resources*. 2019;55(8):14. DOI: 10.3390/resources8010055
8. Novoselov A., Potravny I., Novoselova I., Gassiy V. Sustainable development of the arctic indigenous communities: the approach to projects optimization of mining company. *Sustainability*. 2020;19(12):1–18. DOI: 10.3390/su12197963
9. Sleptsov A., Petrova A. Ethnological expertise in yakutia: the local experience of assessing the impact of industrial activities on the northern indigenous peoples. *Resources*. 2019;123(8). DOI: 10.3390/resources8030123
10. Vargas L.G. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*. 1990;48(1):2–8. DOI: 10.1016/0377–2217(90)90056-H
11. Murray W. and K. Ng. An algorithm for nonlinear optimization problems with binary variables. *Computational Optimization and Applications*. 2010;47:257–288. DOI: 10.1007/s10589–008–9218–1

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Юрьевна Новоселова — доктор экономических наук, профессор Департамента отраслевых рынков Факультета экономики и бизнеса, Финансовый университет, Москва, Россия; профессор РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия
iunov2010@yandex.ru
Андрей Леонидович Новоселов — доктор экономических наук, профессор кафедры математических методов в экономике РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
alnov2004@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS

Irina Yu. Novosyolova — Dr. Sci. (Econ.), Prof. of Department of Industry Markets, Faculty of Economics and Business, Financial University, Moscow, Russia; Professor of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (SRU), Moscow, Russia
iunov2010@yandex.ru
Andrey L. Novosyolov — Dr. Sci. (Econ.), Prof. of Department of Mathematical Methods in Economics of Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia
alnov2004@yandex.ru

Статья поступила 17.09.2021; принята к публикации 20.11.2021.
Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The article was received 17.09.2021; accepted for publication 20.11.2021.
The authors read and approved the final version of the manuscript.