

# Использование интервальных отношений предпочтения при многокритериальном отборе арктических проектов

Н. В. Трифонова<sup>1</sup>, М. З. Эпштейн<sup>2</sup>,  
Н. Н. Покровская<sup>3</sup>

Санкт-Петербургский Государственный Экономический  
Университет

<sup>1</sup> nvtrifon@mail.ru, <sup>2</sup> m-epstein@yandex.ru,

<sup>3</sup> nnp@europe.com

Е. А. Родионова

Санкт-Петербургский Политехнический Университет

Петра Великого

e\_a\_rodion@mail.ru

**Аннотация.** В условиях острой конкуренции в Арктике приоритетными становятся крупные комплексные проекты регионального и макрорегионального развития, обеспечивающие качественные изменения в экономике. Рассмотрена процедура выбора наилучших стратегических решений в крупных национальных проектах освоения арктических территорий. Показана необходимость применения в системе принятия решений процедур многокритериального выбора, учитывающих имеющуюся неопределённость среды благодаря использованию интервальных предпочтений применительно к решению управленческой задачи многокритериального выбора.

**Ключевые слова:** стратегические решения; арктические проекты; многокритериальный выбор; отношение интервального предпочтения

## I. ВВЕДЕНИЕ

Арктика выступает предметом значительного интереса, по меньшей мере, с точки зрения трех основных аспектов: социально-экологического, ресурсного и транспортного. Освоение Арктики сегодня составляет предмет интереса множества стран, включая удаленные от арктической зоны, такие как Китай (путь «снежного дракона»).

В этой связи, актуально исследование возможностей применения математических методов, прежде всего, многокритериального выбора для формирования эффективных программ отбора проектов, нацеленных на освоение Арктики.

## II. ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Стратегической задачей развития Российской Федерации становится на данном этапе освоение арктической зоны. Это определяется необходимостью расширения минерально-сырьевой базы экономики страны, ростом геополитического значения этого региона.

В последнее время наблюдается смена подходов к освоению Арктики. Например, если ранее

западноевропейские страны делали акцент на консервацию природной среды полярных территорий, то сейчас на первый план выходит рациональное использование природных ресурсов при широком международном участии и соблюдении передовых стандартов, развитие альтернативной энергетики, экосистемный менеджмент, нацеленный на сохранение биоразнообразия и учитывающий ценности традиционной культуры малочисленных народов, создание при участии университетов и исследовательских центров акваториальных кластеров. В Северной Америке приоритет также отдается развитию высокотехнологичных отраслей, увеличению доли информационной экономики в арктическом регионе, развитию экологической и транспортной инфраструктуры [1].

До последнего времени в Российской Федерации не уделялось достаточного внимания развитию этого направления. Фактически только Российская Академия Наук имела специализированную программу научных исследований, ориентированную на арктические территории с финансированием в 200 млн. руб., утвержденную постановлением Президиума РАН от 11.02.2014 г. №22 [2].

В результате по данным официальной статистики удельный вес наукоемких товаров, работ (услуг) организаций в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ (услуг) в арктической зоне Российской Федерации в 2014 году был меньше аналогичного общероссийского показателя в семь с лишним раз [3].

Специфика подхода к развитию арктической зоны в Российской Федерации, определённой в последних нормативных документах [4, 5, 6] заключается, с одной стороны, в выделении опорных зон, с другой стороны, в комплексном подходе при реализации стратегических проектов.

С точки зрения отбора стратегических проектов такой подход означает учет разных аспектов: геополитического, экономического, социального, экологического, а также рассмотрение возможностей развития региона в более

\*Работа выполнена при финансовой поддержке СПбГЭУ.

широком контексте как в территориальном, так и отраслевом разрезе. Например, для развития энергетической базы региона нужно решить задачу развития альтернативной энергетики с учётом экономической нецелесообразности создания крупных энергетических мощностей. Это потребовало, например, от Росатома принять программу создания линейки атомных реакторов малой и средней мощности, в т.ч. используя технологии двойного назначения, как стратегическое направление инновационного развития [7].

При рассмотрении конкурентоспособности рассматриваемых образцов и соответствующих инвестиционных проектов приходится учитывать не только экономическую сторону (капитальные и текущие затраты), но и проблемы надёжности, экологической безопасности, возможность автономного функционирования и т.д. [8]. Другой проблемой является значительная неопределённость данных, используемых для расчётов, порождённая как проблемами измерения и обработки данных, так и стохастическим характером прогнозируемых процессов. Это ещё в большей степени касается территориальных программ развития опорных зон [6].

### III. АЛГОРИТМ ОТБОРА АЛЬТЕРНАТИВ

Качество управленческих решений в существенной степени зависит от выбора альтернатив. Для управления крупными и сложными экономическими проектами необходимо специально разработать систему показателей, включающих, в том числе, критерии принятия решений, а также систему анализа и прогнозирования развития проблемных ситуаций и выбора проектных альтернатив. [9]. В случае стратегических решений речь идёт о значительных объёмах ресурсов, оптимизация использования которых может значительно повысить эффективность хозяйственной системы.

Алгоритм отбора альтернативных вариантов стратегических проектов включает: разработку системы показателей для оценки эффективности, выбор метода ранжирования альтернативных вариантов, расчёт прогнозных значений используемых показателей с учётом имеющейся неопределённости, определение оптимального варианта на основе выбранного метода ранжирования.

Разработка и внедрение в широкую практику многокритериальных методов принятия инвестиционных решений становится весьма актуальной задачей в условиях активного освоения арктических регионов.

В государственной программе освоения арктической зоны Российской Федерации выделены экономический, социальный и экологический аспекты. Каждое из направлений характеризуется собственным набором показателей, отражающих качественно разные явления. Для измерения используются разные типы шкал, причём лицо, принимающее решение, может судить только об интервале, в котором находится измеряемая величина.

Из-за сложности оценки эффективности инвестиционных проектов, а также многообразия

критериев оценки и сопутствующих факторов, естественно предположить, что лица, принимающие решение (ЛПР), не имеют однозначного мнения о предпочтении одних представленных проектных вариантов другим.

При условии использования интервальных значений критериальных показателей, а также несравнимости частных критериев, вычисляемых к тому же в разных единицах измерения, представляется целесообразным выбор схемы сравнения альтернативных проектов на основе интервальных отношений предпочтения, введённых в [10].

Такой подход позволяет использовать для сравнения пары вариантов не одно значение функции принадлежности, а интервал значений этой функции, определить близость конкретной альтернативы к множеству Парето-оптимальных проектов [10, 11].

Использование аппарата интервальных предпочтений при многокритериальном отборе позволяет более гибко отразить в процедуре принятия решений реальные условия реализации проекта [12].

Создание системы показателей для принятия управленческих решений естественно рассмотреть отдельно для каждой группы критериев отбора, соответствующей одному из выделенных аспектов, а затем выработать схему принятия управленческого решения на основе обобщённого показателя эффективности проекта.

Включим в группу экономических критериев показатели экономической эффективности и конкурентоспособности проекта. Для более полного учёта неопределённости внешней среды используем подход, основанный на расчёте для каждой анализируемой альтернативы чистого дисконтированного дохода, дисконтированного срока окупаемости, внутренней нормы доходности [13].

Каждый из выбранных показателей характеризует эффективность инвестиционного проекта. Однако каждый из них имеет особенности, позволяющие оценить проект с различных сторон. Следует отметить, что показатель чистого дисконтированного дохода считается на основе учёта денежных потоков. В этом случае отражается точка зрения управляющего бизнесом, для которого важно иметь представление о располагаемых свободных для инвестиций средствах. Во втором случае учитываются потребности владельца капитала, для которого эффектом является получение прибыли.

Следуя [11, 12], построим интервалы колебаний итогового показателя экономической эффективности на основе интервалов колебаний указанных частных критериев экономической эффективности инвестиционного проекта.

Обозначим  $I = \{I_\alpha, \alpha = 1 \dots n\}$  – множество вариантов инвестиционных проектов,  $\mathcal{I}_1(I_\alpha) = [A_1(I_\alpha); B_1(I_\alpha)]$  – полученные оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в интервальном виде.

Используя экспертные оценки построим интервальные показатели конкурентоспособности проектов в ранговой шкале  $\mathcal{Z}_2(I_\alpha) = [A_2(I_\alpha); B_2(I_\alpha)]$ .

Очевидно, что наилучшему проекту будут соответствовать максимальные значения выбранных экономических показателей.

Отнесём к социальной группе критериев уровень занятости и продолжительность жизни населения. Уровень занятости принято оценивать как отношение числа занятых работников к общему числу трудоспособных жителей региона.

Интервальное выражения для этого показателя представим как  $C_1(I_\alpha) = [D_1(I_\alpha); G_1(I_\alpha)]$ .

Наилучший проект следует выбирать по максимальному значению этого показателя.

Показатель продолжительности жизни в регионе зададим интервалом  $C_2(I_\alpha) = [D_2(I_\alpha); G_2(I_\alpha)]$  для каждого проекта. Здесь выбор также отвечает максимальному значению показателя.

Группу экологических показателей следует составить из показателей риска ущерба, нанесенного проектами окружающей среде. Например, в зависимости от направленности проекта должен быть минимизирован риск разлива нефти или сведён к минимуму риск повреждения слоя вечной мерзлоты. Эти показателя оценим методами количественного анализа, включающими статистический анализ, построение сценариев, экспертные оценки и подходы имитационного моделирования [13].

Соответствующие оценки также представим в интервальном виде:  $\mathcal{E}K_1(I_\alpha) = [E_1(I_\alpha); F_1(I_\alpha)]$  и  $\mathcal{E}K_2(I_\alpha) = [E_2(I_\alpha); F_2(I_\alpha)]$ .

Для каждой из групп показателей применим процедуру сравнения альтернативных проектов на основе построения интервальных отношений предпочтения [10, 11, 12]. Если по разным группам показателей получится одинаковое упорядочение анализируемых вариантов (одинаковые кортежи Парето), то окончательный вариант выбора соответствует этому кортежу. В противном случае предлагается следующая схема принятия решения.

Пусть, например, в результате получены три различных кортежа Парето:  $\Pi_I = \{I_1, I_2, I_3\}$ ,  $\Pi_J = \{I_1, I_3, I_2\}$ ,  $\Pi_L = \{I_2, I_1, I_3\}$ . Воспользуемся методом Саати и построим матрицу попарных сравнений важности разных групп показателей  $L = \|l_{ij}\|_{i,j=1,3}$  [5].

Найдём собственный вектор матрицы, соответствующий максимальному собственному числу, и нормируем его. Обозначим результирующий вектор через  $V = \|v_i\|_{i=1,3}$ .

Выразим доминирование альтернатив в кортеже Парето баллами от 1-го до 3-х и построим обобщённые оценки

эффективности проектов  $O\mathcal{Z}_i, i=1..3$  с учётом полученных показателей их сравнительной важности. В результате получим

$$O\mathcal{Z}_1 = 3 * v_1 + 3 * v_2 + 2 * v_3$$

$$O\mathcal{Z}_2 = 2 * v_1 + 1 * v_2 + 3 * v_3$$

$$O\mathcal{Z}_3 = 1 * v_1 + 2 * v_2 + 1 * v_3$$

Например, для  $V^T = (0.5, 0.3, 0.2)$  будем иметь  $O\mathcal{Z}_1 = 2.8$ ,  $O\mathcal{Z}_2 = 1.9$ ,  $O\mathcal{Z}_3 = 1.3$ . Следовательно, наилучшим по предпочтению следует признать первый проект.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный подход к отбору стратегических арктических проектов учитывает наличие различных групп интересов, присущих большой хозяйственной системе, а также наличие неопределённости в среде её функционирования. Он в наибольшей степени соответствует реальным условиям принятия стратегических решений.

Наличие в системе принятия решений аналитических инструментов, учитывающих неопределённость внешней и внутренней среды хозяйственной системы, являющейся объектом управления, создаёт возможность принятия оптимальных для данных условий решений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Пилиясов А.Н. Прогнозное развитие российской Арктики: трансформация пространства, внешние связи, уроки зарубежных стратегий // Арктика: экология и экономика. 2011. № 2. С. 10-17.
- [2] Павленко В. И., Подолекин А. О., Куценко С. Ю. Система фундаментальных научных исследований в Арктике и реализация геополитических интересов циркулярных стран // Арктика: экология и экономика. 2014. №4 (16). С. 86-92.
- [3] Зайков К. С., Калинина М.Р., Кондратов Н. А., Тамицкий А. М. Стратегические приоритеты научных исследований России и зарубежных государств в арктическом регионе // Арктика: экология и экономика. 2016. № 3. С. 29-37.
- [4] «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», утверждена указом Президента РФ от 01.12.2016 №642. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420384257> (дата обращения 15.04.2018).
- [5] «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», (утв. Президентом Российской Федерации №Пр-232 от 08.02.2013 г.). – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71796486/> (дата обращения 17.04.2018).
- [6] «Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации». Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 366 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 31 августа 2017 г. № 1064) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/GGu3GTv8bvV8gZxSEAS1R7XmzloK6ar.pdf> (дата обращения 17.04.2018).
- [7] Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части). М., 2016. 76 с
- [8] Саркисов А. А., Смоленцев Д. О., Антипов С. В., Билашенко В. П., Шведов П. А. Экономическая эффективность и возможности применения атомных энергоисточников мегаваттного класса в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2018. № 1 (29). С. 4-14.

- [9] Лукичёва Л.И., Егорычев Д.Н. Управленческие решения / под ред. Ю.П. Анискина. 6-е изд.. М.: Изд-во «Омега-Л», 2011. 384 с.
- [10] Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации. М.: Наука, 1981. 208 с.
- [11] Ведерников Ю.В. Научно-методический аппарат векторного предпочтения сложных технических систем, характеризующихся показателями качества, заданными в ограниченно-неопределённом виде // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. Системный анализ. Автоматизированное управление. 2011. №1(32). С. 81-96.
- [12] Родионова Е.А., Эпштейн М.З., Петухов Л.В. Многомерная оценка инвестиционных проектов на основе интервальных предпочтений // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2013. №2(169). С.141-148.
- [13] Хохлов Н.В. Управление риском: учеб. пособие для студ. вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 239 с.
- [14] Руа Б. Проблемы и методы решений в задачах со многими целевыми функциями // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. С. 20-58.