

УДК 004.891 + 65.012.123

DOI: 10.22213/2410-9304-2023-2-152-163

Модель оптимального управления территорией со специальным (преференциальным) режимом развития *

О. М. Шаталова, доктор экономических наук, Институт экономики УрО РАН (Удмуртский филиал);
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия
С. А. Лихопуд, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, АО «Быстринская горная компания»,
г. Петропавловск-Камчатский, Россия

Статья представляет результат разработки математической модели многокритериальной оптимизации в управлении территориями с преференциальным режимом развития (ТПРР). ТПРР являются институциональной формой управления пространственной экономикой, которая призвана способствовать опережающему социально-экономическому росту регионов, а также расширению ареала экономической активности на прилегающие территории в масштабах макрорегионов. В реализации такой функции необходим действенный методический аппарат поддержки принятия решений, в том числе могут быть использованы математические методы оптимального управления. Цель исследования состояла в разработке комплексной модели индикативной прогнозной оценки основных параметров ТПРР и многокритериальной оптимизации в решении задачи выбора приемлемой стратегии управления из дискретного множества допустимых альтернатив. В исследовании были использованы две группы методических оснований: общие детерминированные методы прогнозной оценки параметров, а также методы многокритериальной оптимизации с использованием обобщенного критерия. Статья содержит пример численной реализации разработанной модели управления ТПРР, который иллюстрирует практическую применимость модели и результат многокритериальной оптимизации с позиций сдержанного пессимизма ЛПР на основе обобщенного максиминного критерия, критерия минимаксного сожаления и критерия оптимизма-пессимизма. Предложенная математическая модель многокритериальной оптимизации обеспечивает комплексное представление основных экономических факторов оптимального управления ТПРР, способствует формированию набора допустимых альтернатив и их системному анализу с позиций рационального управления; также модель раскрывает структурно-функциональное содержание механизма управления ТПРР и эксплицирует состав значимых экономических параметров и функциональных отношений между ними, что определяет ее значимость как основания разработки информационно-аналитической системы оптимального управления ТПРР.

Ключевые слова: математическое моделирование, оптимальное управление, многокритериальная оптимизация, преференциальные режимы, стратегическое прогнозирование.

Введение

Территориально фокусированные преференциальные режимы становятся важной институциональной формой развития пространственной экономики и призваны способствовать опережающему экономическому росту депрессивных регионов и/или расширению ареала экономической активности на прилегающие территории в масштабах региона либо макрорегиона. Действенность такого института пространственного развития обусловлена законодательно предусмотренными механизмами налоговых преференций, инфраструктурной поддержки, снижением административных барьеров и др. Предполагается, что это должно обеспечивать положительные экстернальные и агломерационные эффекты, связанные с концентрацией предпринимательских, инвестиционных, инновационных ресурсов, а также способствовать форми-

рованию на этих территориях «полосов роста» [1, 2 и др.]. По общему числу сложившихся в РФ территорий с преференциальными режимами страна является мировым лидером [3]: создано 39 особых экономических зон, 115 территорий опережающего развития, 5 инновационных научно-технологических центров и др. [4, 5]. При высокой значимости этой формы пространственного развития в сложившейся практике управления территориями с преференциальными режимами отмечаются некоторые организационные и управленческие сложности, в числе которых называют недостаточность критериев эффективности бюджетных ассигнований на создание объектов инфраструктуры, отсутствие методических средств для оценки влияния ТПРР на социально-экономическое развитие регионов и др. [6, 7 и др.].

© Шаталова О. М., Лихопуд С. А., 2023

* Статья подготовлена в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук и планом НИР Института экономики Уральского отделения РАН на 2021–2023 гг. по теме «Методология инновационного развития регионально-ориентированных систем в условиях нестабильной экономической конъюнктуры».

Предусмотренные действующим законодательством механизмы создания и функционирования ТППР определяют ведущую роль в обеспечении эффективности таких территорий специально создаваемых управляющих компаний (УК). Реализация законодательно предусмотренных организационно-управленческих функций УК требует необходимой информационной поддержки на всех уровнях стратегии ТППР: от стратегически значимых задач формирования ее масштабов до задач оперативного мониторинга и оценки результатов ее функционирования. В этой связи высокую значимость приобретают вопросы построения единого информационного пространства, объединяющего УК с предприятиями – резидентами ТППР и призванного обеспечивать необходимую информационную открытость ТППР и поддерживать функции оптимального управления. Следует отметить, что к настоящему времени сложились решения, в том числе программно-инструментальные, в сфере информационной поддержки принятия решений в управлении ТППР. Вместе с тем остается актуальной задача построения информационно-аналитической системы (ИАС) управления ТППР на принципах многокритериальной оптимизации (МКО); ИАС в этом случае должна обеспечивать информационную достаточность в принятии управленческих решений, которые, как правило, формируются по нескольким существенным критериям и подразумевают разумный компромисс с учетом существующих ресурсных возможностей и ограничений, а также управленческих значимых предпочтений ЛПР.

Исследования зарубежного опыта государственного стимулирования инновационной и предпринимательской активности показывают выраженные положительные эффекты косвенных мер фискальной политики; такие эффекты проявляются в активизации НИОКР [8–10], росте занятости [11], притоке инвестиционных ресурсов [12], повышении добавленной стоимости и рентабельности локализованных на этих территориях производств [13]. Выявленные зарубежными авторами эмпирические зависимости между налоговыми предпочтениями и экономическими параметрами предприятий и регионов описаны в форме регрессионных моделей. Полученные регрессионные модели имеют высокое значение для подтверждения общетеоретических положений пространственного поляризованного развития, однако их прикладное применение в РФ затруднено вследствие межстрановых различий.

Цель проводимого исследования состояла в разработке модели МКО в управлении ТППР;

разрабатываемая модель предназначена для обоснования выбора приемлемой стратегии формирования (либо расширения) ТППР по критериям бюджетной эффективности и должна учитывать нормативно-правовые условия управления ТППР и релевантные нормы практики. Разрабатываемая модель МКО ориентирована на поддержку принятия решений о выборе из дискретного множества допустимых альтернатив; структурное содержание модели МКО позволяет также эксплицировать существенные факторы оптимального управления ТППР, что является важным условием для формирования решений об архитектуре ИАС оптимального управления ТППР.

Используемые методы исследования

В исследовании были использованы две группы методических оснований: общие детерминированные методы экономического управления ТППР, а также сложившиеся методы многокритериальной оптимизации. В целом, процедура многокритериальной оптимизации предполагает формализацию задачи через построение математической модели исследуемого объекта, которая может быть использована как инструмент выбора наилучшего решения [14, 15]. Парадигма многокритериальной поддержки принятия решений реализуется семейством методов MCDA (Multi-criteria decision analysis) и состоит в обосновании выбора таких решений, которые наилучшим образом соответствуют управленческим предпочтениям ЛПР и ограничениям, то есть соответствуют условию оптимальности по Парето [16]. К настоящему времени сложился широкий состав методов MCDA, используемый в различных научных дисциплинах, в том числе для решения задач экономического управления в таких областях, как логистика и управление поставками [17, 18], управление финансами и инвестициями [19, 20], управление производственными системами [21, 22] и др. В исследованиях пространственной экономики и регионального управления модели многокритериальной оптимизации применяются в основном для решения задач выбора оптимального местоположения производств [23–25]. Использование методов MCDA для решения задач оптимального управления ТППР не нашло должного представления в научной литературе. Вместе с тем этот методологический подход может быть полезен для разработки инструментов стратегического управления ТППР по критериям бюджетной и/или региональной эффективности с учетом сложившихся для ТППР правил функционирования, специфики региона, существующей рыночной конъюнктуры (как в масштабах страны, так и локально).

Важным вопросом разработки модели МКО в управлении ТППР является использование корректного метода свертки критериев и формирования скалярного показателя эффективности на основе вектора частных критериев. Содержательная неоднородность (несопоставимость) частных критериев может быть компенсирована через нормализацию их численных значений линейным расчетом принадлежности максимальному значению:

$$\lambda_i = (f_i^{\max} - f_i) / (f_i^{\max} - f_i^{\min}) \rightarrow \max,$$

где λ_i – нормированное значение i -го критерия; f_i^{\max} , f_i^{\min} – задаваемое экспертно максимальное и минимальное значение i -го критерия [26]. Решение задачи многокритериальной оптимизации позволяет построить отношения предпочтения на множестве альтернатив [27].

Постановка задачи оптимального управления ТППР на стадии ее формирования описывается следующими положениями:

- ведущим критерием управления ТППР выступает величина бюджетного эффекта в форме налоговых поступлений предприятий – резидентов ТППР;

- ограничивающими условиями является допустимый размер государственных бюджетных ассигнований (далее – ГБА) на финансовое обеспечение ТППР, а также предельно необходимый размер частных инвестиций предприятий – резидентов ТППР, при котором обеспечивается условие покрытия суммы ГБА за счет налоговых поступлений;

- численная оценка критериев оптимального управления формируется на основе исходно задаваемых значений производительности ресурсов, сложившихся в стране (либо в регионе), а также с учетом принятых для исследования сроков прогнозирования деятельности ТППР;

- для определения сопоставимой стоимости распределенного во времени денежного потока принято допущение о его аннуитетной форме – в порядке постнумерандо при декурсивном порядке начисления процентной ставки. При этом использован метод прямой капитализации как действенный способ оценки накопленного эффекта в условиях высокой неопределенности [28, 29];

- оценка альтернатив проводится с позиций ЛППР о «сдержанном пессимизме»;

- в модели МКО оценивается только экономическое проявление эффективности (социальные и экологические последствия в составе разрабатываемой модели МКО не рассматривались);

- критерием принятия решений выступает показатель эффективности, представляющий собой результат свертки частных критериев: максимизация целевого параметра (величина бюджетного эффекта) и минимизация единовременных вложений, связанных с созданием объектов инфраструктуры ТППР.

Постановка задачи системного исследования условий оптимального управления ТППР может быть представлена следующей математической моделью:

$$F = E(d, t) \cdot \sum_j I_j \cdot \sum_k (a_{jk} \cdot f_k) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$C = C_0 + \sum C_j \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$I_j \geq E(d, t) \cdot C_j \cdot \sum_k a_{jk} f_k, \quad (3)$$

$$C_{\min} \leq C \leq C_{\max}, \quad (4)$$

где F – величина бюджетного эффекта, формируемого в составе ТОР, который представляет сумму налоговых платежей предприятий-резидентов по новым для данной территории производствам; F определяется за долгосрочный период функционирования ТОР; соответственно, для корректного включения в состав модели распределенных во времени сумм налоговых платежей предусмотрена возможность их приведения к сопоставимому виду через соответствующий коэффициент $E(d, t)$;

$E(d, t)$ – коэффициент, призванный компенсировать неравнозначность распределенного во времени денежного потока; содержание $E(d, t)$ формируется в зависимости от условий построения модели МКО, например в случае приведения денежного потока к началу прогнозного периода, $E(d, t)$ формируется как коэффициент текущей стоимости реверсии E_{PV} и коэффициент текущей стоимости аннуитета E_{PVA} :

$$E_{PV} = E(d, t) = (1 + d)^{-t},$$

$$E_{PVA} = E(d, t) = (1 - (1 + d)^{-t}) / d,$$

где d – ставка дисконтирования, t – продолжительность периода; d и t представляют инвестиционные параметры экономической эффективности ГБА;

I_j – размер частных инвестиций предприятий – резидентов ТППР по j -му виду деятельности; $j = 1 \dots m$, где m – число видов деятельности в составе ТППР;

f_k – ставка налогообложения по k -му виду налогов; $k = 1 \dots n$, где n – количество принимае-

мых для исследования налогов для предприятий – резидентов ТППР;

a_{jk} – средний уровень производительности либо стоимости ресурсов для индикативной оценки основных экономических параметров ТППР; состав матрицы $\|a_{jk}\|$ определен в соответствии с принятым в модели составом оцениваемых налогов (в том числе фондоотдача, рентабельность продаж, фондовооруженность, производительность труда, средняя заработная плата); значения a_{jk} могут приниматься по данным государственной системы статистических измерений и/или экспертно;

C – общая стоимость проекта создания ТППР как совокупный объем бюджетных расходов, включая непосредственные ГБА на финансовое обеспечение ТППР и «выпадающие» бюджетные доходы в связи с преференциальным налоговым режимом ТППР;

C_{\min}, C_{\max} – минимально и максимально допустимые значения C , определяемые в соответствии с нормативными условиями создания ТППР;

C_0 – величина ГБА на создание «общих» объектов инфраструктуры ТППР, а также на формирование уставного капитала управляющей компании, осуществляющей функции в соответствии с законодательством, регулирующим режимы ТППР (в том числе Законом № 473-ФЗ – для режима территории опережающего развития (ТОР));

C_j – величина ГБА на создание объектов инфраструктуры ТППР для функционирования предприятий j -го вида деятельности.

Представленная в (1)–(4) модель позволяет сформировать вектор частных критериев оптимального управления: $|C, F|^T$; его состав может быть расширен за счет выделения дополнительных критериев оптимизации в соответствии с $\|a_{jk}\|$. В том числе это могут быть параметры, необходимые для мониторинга деятельности ТОР¹: а) число создаваемых дополнительных рабочих мест; б) объем дополнительно произведенной добавленной стоимости; в) объем инвестиций предприятий – резидентов ТОР.

Использование предложенной модели МКО может быть применимо для исследования альтернативных вариантов управления ТППР на стадии ее формирования, так как позволяет уточнить и систематизировать содержание задачи исследования, а также обосновать выбор приемлемой альтернативы.

Результаты исследования и анализ результатов

Исследование состояло в численной реализации модели МКО на примере ТОР «Камчатка» и было направлено на оценку дискретного множества альтернативных стратегий расширения масштабов этого территориального образования.

Общее представление объекта исследования можно составить на основе следующих характеристик:

– ТОР «Камчатка» создано на основании Постановления Правительства РФ от 28.08.2015 № 899;

– Постановлением Правительства РФ от 13 июля 2022 г. № 1243 границы ТОР «Камчатка» были расширены – дополнительные земельные участки включают месторождение «Кумроч» с балансовыми запасами золота 48,8 тн²;

– в рамках исследуемой стратегии системообразующим предприятием выступает АО «Быстринская горная компания» (АО БГК), осуществляющая разработку месторождения «Кумроч» и строительство горно-обогатительного комбината для добычи золота (ГОК «Кумроч»)³;

– планируемый срок запуска ГОК «Кумроч» – 2026 г., прогнозная производственная мощность предприятия – до 600 тыс. тн руды и 4 тн золота в год;

– объем финансового обеспечения за счет ГБА федерального уровня установлен в пределах 13 млрд руб.

Таким образом, можно предположить, что «ядром» формируемой в составе ТОР «Камчатка» бизнес-экосистемы выступает АО БГК; ее функционирование требует создания комплекса предприятий производственного сервиса и логистики.

Важным элементом стимулирования предпринимательской и инвестиционной активности является преференциальный налоговый режим, основные характеристики которого для ТОР «Камчатка» приведены в табл. 1.

¹ Постановление Правительства РФ от 23.09.2019 № 1240 «Об утверждении методики оценки эффективности и мониторинга показателей эффективности территорий опережающего социально-экономического развития...».

² АО «Быстринская горная компания». URL: <https://kumroch.ru/ru> (дата обращения: 03.03.2023).

³ Правительство расширило границы территорий опережающего развития на Дальнем Востоке : пресс-релиз. URL: <https://showdata.gks.ru/finder/reports> (дата обращения: 03.03.2023).

Таблица 1. Параметры специального налогового режима ТЕР «Камчатка»

Table 1. Parameters of the special tax regime of the Territory of Advanced Development «Kamchatka»

Вид налогообложения	Усл. обозначения	Общая характеристика налоговых преференций для ТЕР Камчатка	Значения ставок налогообложения по периодам					
			ГОК			Др. предприятия-резиденты ТЕР		
			ПИ	ОП1	ОП2	ОП1	ОП2	ОП3
			2020–2025 гг. (Т1)	2026–2030 гг. (Т2)	2031–2035 гг. (Т3)	2020–2025 гг. (Т1)	2026–2030 гг. (Т2)	2031–2035 гг. (Т3)
Налог на прибыль организаций	f_{Pr}	0 % – в течение первых пяти лет с момента получения первой прибыли; 12 % – в течение следующих 5 лет	0	0	0,12	0	0,12	0,2
Налог на доходы физических лиц	f_W	Льготный режим не предусмотрен (общая ставка НДФЛ – 13 %)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Страховые взносы	f_{IC}	7,6 % в течение 10 лет	0,076	0,076	0,3	0,076	0,076	0,3
Налог на имущество организаций	f_{CP}	От 0 % в течение первых 5 лет; 0,5 % в течение следующих 5 лет	0	0	0,005	0	0,005	0,022
Налог на добычу полезных ископаемых	f_{NR}	2026–2027 гг. ставка 0 %, последующие каждые 2 года увеличение ставки на 1,2 % (до 6 %)	0	0,96	3,84			
Налог на добавленную стоимость	f_{VA}	Освобождение в течение 10 лет со дня получения статуса резидента ТЕР	0	0	0	0	0,1	0,2

Источник: составлено авторами; основание – установленные для резидентов ТЕР нормы налогообложения¹.

Нормы льготного налогообложения представлены в табл. 1 дифференцированно: а) в отношении АОБГК, б) в отношении группы других предприятий – резидентов ТЕР; это связано с условием длительного инвестиционного цикла строительства ГОК. Представление f_k дифференцировано также во временном аспекте, при этом выделены: а) период инвестиционно-строительного цикла (ПИ) ГОК, в течение которого объектом налогообложения может выступать только объем начисляемой заработной платы занятых в капитальном строительстве; б) операционный период с наибольшими налоговыми преференциями (ОП1); в) операционный период со сниженными налоговыми преференциями (ОП2);

г) операционный период, в котором действует общий режим налогообложения (ОП3). В рамках исследования был принят ряд допущений: инвестиционный цикл для предприятий, включенных во вторую группу, не учитывается; начало инвестиционной и операционной деятельности всех предприятий второй группы совпадает с началом исследуемого десятилетнего периода; величина инвестиций по предприятиям этой группы принят исходя из условия (5).

Принятые для численной реализации модели МКО значения удельных показателей производительности и стоимости ресурсов $\|a_{jk}\|$ приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения удельных показателей производительности и стоимости ресурсов $\|a_{jk}\|$ Table 2. Values of specific productivity indicators and cost of resources $\|a_{jk}\|$

Показатель	Усл. обозначения	ГОК	Другие предприятия – резиденты ТЕР
Фондовооруженность занятых в экономике, млн руб./чел.	CL	6,918	4,612
Среднегодовая номинальная начисленная заработная плата работников организаций, млн руб./чел.	W	1,260	0,840
Фондоотдача (по отгруженной продукции)	P_{FK}	0,830	0,639

¹ Налоговый кодекс РФ, ст. 284, 284.4, 342.3, 176.1, 427, 372.

Окончание табл. 2

Показатель	Усл. обозначения	ГОК	Другие предприятия – резиденты ТОР
Рентабельность продаж (по отгруженной продукции)	R_s	0,315	0,210
Доля капвложений в объекты основных средств (из общей суммы инвестиций)	d_{FK}	0,850	0,750
Доля капвложений в объекты капитального строительства (из общей суммы инвестиций)	d_{DK}	0,700	0,400
Производительность труда, млн руб./чел. в год	P_L	3,534	2,945

Источник: составлено авторами с учетом данных государственной статистики¹.

На основании данных табл. 1 и 2, а также при заданных значениях инвестиционных параметров (d, t) может быть рассчитан минимально необходимый объем частных инвестиций предприятий–резидентов ТОР, при котором в составе ТОР формируются достаточные масштабы операционной деятельности для окупаемости ГБА за счет налоговых поступлений (I_j^{\min}):

$$I_j^{\min} = \frac{C_j}{\left(k_{I_j^{\min}}^{(1)} + k_{I_j^{\min}}^{(2)}\right)},$$

где $k_{I_j^{\min}}^{(1)}, k_{I_j^{\min}}^{(2)}$ – коэффициенты, определяющие величину I_j^{\min} на основании размера налоговых ставок, установленных для ТОР (в разрезе периодов $T1$ и $T2$), и удельных показателей производительности ресурсов $\|a_{jk}\|$, а также с учетом задаваемых инвестиционных параметров ($d = 6\%$, $t = 5$ лет):

$$k_{I_j^{\min}}^{(1)} = E_{PVA}(6\%, 5) \cdot (P_{FK} \cdot R_s \cdot f_{Pr}^{(1)} + d_{DK} \cdot f_{CP}^{(1)} + 1/CL \cdot W \cdot f_{IC}^{(1)} + 1/CL \cdot W \cdot f_W^{(1)}),$$

$$k_{I_j^{\min}}^{(2)} = E_{PVA}(6\%, 5) \cdot E_{PV}(6\%, 5) \cdot (P_{FK} \cdot R_s \cdot f_{Pr}^{(2)} + d_{DK} \cdot f_{CP}^{(2)} + 1/CL \cdot W \cdot f_{IC}^{(2)} + 1/CL \cdot W \cdot f_W^{(2)}).$$

Результаты расчета $k_{I_j^{\min}}$ показали, что минимально допустимое соотношение между объемом ГБА и объемом частных инвестиций составляет (при исходно заданных f_k , $\|a_{jk}\|$, d, t): для предприятий добывающей промышленности – 3,621; для других предприятий–резидентов ТОР – 3,002.

Исходные данные табл. 1, 2 и расчетное значение $k_{I_j^{\min}}$ были использованы при численной реализации модели МКО. Численная реализация

модели МКО направлена на исследование дискретного множества альтернативных стратегий управления ТОР. Каждая стратегия задана вектором: $u_n = |C_{0_n} \ C_{1_n} \ C_{2_n}|^T$, где C_{1_n} – величина ГБА для формирования специальной инфраструктуры, способствующей развитию вида деятельности, который образует «ядро» бизнес-экосистемы на данной территории (в рассматриваемом случае, для ГОК); C_{2_n} – величина ГБА для формирования специальной инфраструктуры, способствующей развитию иных видов деятельности в составе ТОР.

Множество возможных решений $\{u_n\}$ представлено пятью стратегиями с соответствующими значениями C_{0_n} и (в млрд руб.):

$$u_1 = |3,0 \ 5,0 \ 5,0|^T; \quad u_2 = |0,5 \ 2,0 \ 0,5|^T;$$

$$u_3 = |2,5 \ 1,0 \ 5,0|^T; \quad u_4 = |1,0 \ 5,0 \ 1,0|^T;$$

$$u_5 = |3,0 \ 2,0 \ 3,0|^T.$$

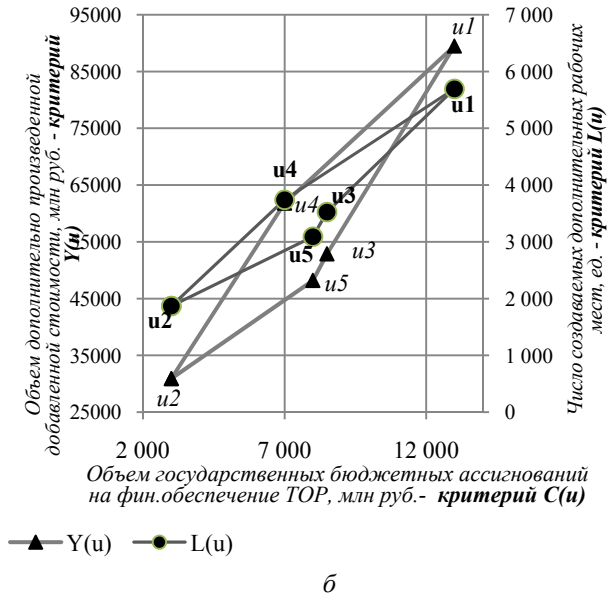
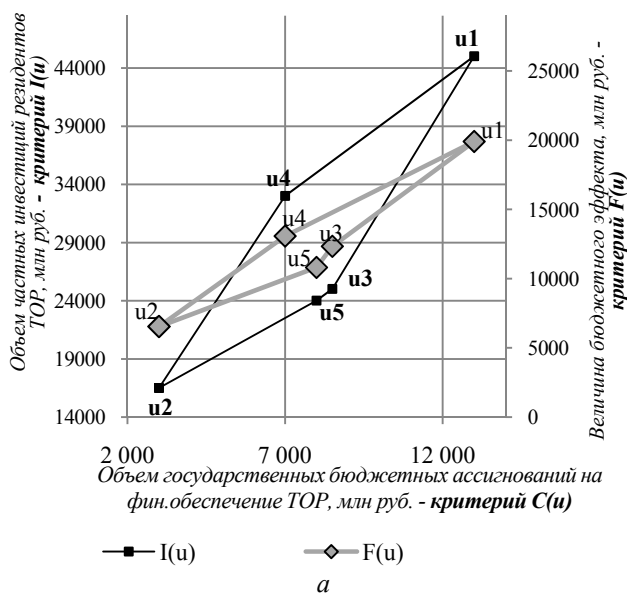
На основании данных по $\{u_n\}$ сформировано критериальное пространство R^m ; в критериальное пространство были также включены: число создаваемых дополнительных рабочих мест (L); объем дополнительно произведенной добавленной стоимости (Y); объем частных инвестиций резидентов ТОР (I). Таким образом, R^m представляет собой многомерное векторное пространство оценок по критериям: C, F, I, L, Y ; численные характеристики изучаемых критериев представлены в табл. 3. Дополнительно в табл. 3 приведены значения «экономичности» каждой стратегии, определяемой как соотношение суммы бюджетного эффекта и суммы ГБА: $(C_0(u) + \sum C_j(u))/F(u)$; такое соотношение отражает размер ГБА на единицу бюджетного эффекта. Графическое представление пространства критериев приведено на рисунке.

¹ Витрина данных / Росстат. URL: <https://showdata.gks.ru/finder/reports> (дата обращения: 03.03.2023).

Таблица 3. Численные характеристики пространства критериев, млн руб.

Table 3. Numerical characteristics of the space of criteria, million rubles

Показатель	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5
Пространство параметров	$ 3,0 \ 5,0 \ 5,0 ^T$	$ 0,5 \ 2,0 \ 0,5 ^T$	$ 2,5 \ 1,0 \ 5,0 ^T$	$ 1,0 \ 5,0 \ 1,0 ^T$	$ 3,0 \ 2,0 \ 3,0 ^T$
Пространство критериев:					
– по критерию C , млн руб.	13 000	3 000	8 500	7 000	8 000
– по критерию F , млн руб.	19907	6536	12331	13072	10808
– по критерию I , млн руб.	45 010	16 501	25 010	33 002	24 006
– по критерию L , чел.	5 694	1 870	3 525	3 741	3 091
– по критерию Y , млн руб.	89474	30906	52875	61813	48194
Показатель «экономичности»	1,53	2,18	1,45	1,87	1,35



Пространство критериев в исследовании множества стратегий $\{u_n\}$:
 а – пространство критериев $\langle C, F, I \rangle$; б – пространство критериев $\langle C, Y, L \rangle$

The space of criteria in the study of the set of strategies $\{u_n\}$: а is the space of criteria; б – space of criteria

Из приведенных на рисунке диаграмм видно, что Парето-оптимальное множество стратегий задано точками u_2, u_4, u_1 ; точки u_3, u_5 являются недоминируемыми (по отношению к u_2, u_4, u_1); соответствующие стратегии были исключены из дальнейшего анализа.

Исходя из принятого в проводимом исследовании правила выбора – с позиций «сдержанного пессимизма» – многокритериальная оптими-

зация проведена по соответствующим обобщенным критериям: задача выбора наилучшего среди Парето-оптимальных решений $\{u_2, u_4, u_1\}$ реализована с использованием методов обобщенного максиминного критерия (Вальда), обобщенного минимаксного сожаления (Сэвиджа) и критерия пессимизма-оптимизма (Гурвица). Значения указанных обобщенных критериев представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты многокритериальной оптимизации, полученные различными методами свертки частных критериев

Table 4. Results of multicriteria optimization obtained by various methods of convolution of partial criteria

Методы свертки частных критериев	Обобщенный критерий	u_1	u_2	u_4	u^*	$\lambda_k(u^*)$
Максиминный критерий	$u^* : \max_{u \in U} \min_k \lambda_k(u)$	0,135	0,196	0,489	u_4	0,489
Критерий минимаксного сожаления	$u^* : \min_{u \in U} \max_k R_k(u),$ $R_k(u) = \max_{u \in U} \lambda_k(u) - \lambda_k(u)$	0,695	0,700	0,357	u_4	0,357
Критерий пессимизма-оптимизма ($\gamma = 0.6$)	$u^* : \max_{u \in U} \left[(1-\gamma) \min_k \lambda_k(u) + \gamma \max_k \lambda_k(u) \right]$	0,441	0,469	0,516	u_6	0,513

Представленные в табл. 4 результаты позволяют сделать следующие выводы:

– согласно критерию максимина и критерию минимаксного сожаления наиболее эффективной становится стратегия $u_4 = |1,0 \ 5,0 \ 1,0|^T$.

Максиминное правило является консервативным и применимо в случае, когда крайне нежелателен «неуспех» операции независимо от того, какими могут быть наилучшие исходы. Критерий Сэвиджа основывается на минимизации потерь (сожалений) $R_k(u)$ и применим в случаях, когда ЛПР безразлична величина возможного выигрыша; в составе оцениваемых альтернатив u_4 наименьшие «сожаления» по достигаемым значениям критериев;

– согласно критерию Гурвица приоритетной также следует признать стратегию u_4 . Оценка альтернатив по этому критерию проведена с учетом выражено пессимистичного отношения ЛПР к риску ($\gamma = 0,6$), тем самым для u_4 «усилены» негативные оценки по критерию C (экономичности) и «сглажены» положительные оценки по критерию F (результативности); вместе с тем, если принять в оценку менее высокий пессимизм ЛПР к возможным факторам риска (при $\gamma < 0,5$), то с этих позиций в качестве эффективной могла быть признана стратегия u_1 .

Таким образом, принятые для анализа обобщенные критерии определяют приоритет стратегии u_4 по отношению к другим Парето-оптимальными решениям. Данная стратегия уступает стратегии u_1 в объеме бюджетного эффекта и стратегии u_2 по уровню экономичности; в то же время она в большей мере соответствует принятой для исследования позиции «сдержанного пессимизма» ЛПР. Приоритетная стратегия u_4 характеризуется следующими основными параметрами, прогнозируемыми на 15 лет: объем ГБА составляет 7,0 млрд руб., объем частных инвестиций – 33,0 млрд руб., число созданных рабочих мест – 3,7 тыс., объем добавленной

стоимости – 61,8 млрд руб., сумма бюджетного эффекта – 13,1 млрд руб.; в структуре ГБА наибольшая доля приходится на инфраструктуру для ГОК (5,0 млрд руб.). Такое решение представляет наилучшее (с заданных постановкой задачи предпочтений ЛПР) соотношение между необходимым целевым результатом и затратами на его достижение.

Выводы

Разработанная математическая модель управления ТППР обеспечивает индикативный прогнозный расчет основных параметров эффективности ТППР на основе исходно задаваемых значений удельных показателей производительности и стоимости ресурсов, параметров преференциального налогового режима ТППР, объема ГБА на финансовое обеспечение ТППР. Интеграция в составе модели комплекса значимых параметров выполнена детерминированными методами экономических расчетов и позволяет получить численную оценку основных результирующих параметров: объем бюджетного эффекта F , общая стоимость проекта создания ТППР C , сумма частных инвестиций предприятий – резидентов I , количество созданных рабочих мест L , сумма дополнительно произведенной добавленной стоимости Y . Предложенная модель позволяет составить экономическую оценку допустимых альтернатив при формировании стратегии управления ТППР и провести их системный анализ, в том числе поиск оптимальной стратегии при заданных правилах рационального поведения; для этого могут быть использованы методы решения интервальной неопределенности – на основе обобщенных критериев многокритериальной оптимизации.

Экспериментальная апробация разработанной модели проведена на примере ГОР «Камчатка» и состояла в численной оценке результирующих параметров, представляющих вектор частных критериев, по нескольким

альтернативным вариантам стратегического управления ТОР и обосновании выбора оптимальной стратегии с использованием классических методов свертки вектора частных критериев. Результаты апробации показали практическую применимость модели и позволили сформировать ряд выводов об условиях оптимального управления ТППР в рассмотренном примере. В частности, было показано, что в отсутствие явно выраженного доминирующего решения может быть обоснован выбор оптимального с учетом заданного правила «сдержанного пессимизма», реализованного через соответствующие критерии многокритериальной оптимизации, что позволило включить в исследуемую модель управленчески значимые предпочтения ЛПР.

При оценке полученного решения нужно отметить некоторые ограничения в использовании предложенных методов. Во-первых, общую методологическую проблему в практическом применении методов МКО: «сложность принятия решений по векторному показателю <...> связана не столько с трудностями вычислений, сколько с концептуальной обоснованностью выбора “наилучшего” решения» [30, с. 230]; при этом важно учитывать условие, что выбор из двух Парето-оптимальных альтернатив всегда является компромиссом [31]. Во-вторых, использование методов МКО может быть затруднительным в условиях большой размерности пространства критериев и пространства возможных решений. В-третьих, модель МКО раскрывает правила «рационального управления» при достаточно жестко заданной структуре; это ограничивает аналитические возможности методов МКО. В частности, содержание модели МКО не позволяет раскрыть некоторые дополнительные эффекты, которые следует ожидать в рамках исследуемой стратегии расширения ТОР «Камчатка»: возможный мультипликативный эффект инвестиционных программ в масштабах страны, эффект положительных экстерналий и агломерационные эффекты для социально-экономического развития региона и др.

Вместе с тем можно заключить, что предложенный подход применим при исследовании вопросов стратегического управления ТППР – комплексное представление значимых факторов оптимального управления ТППР способствует формированию набора допустимых альтернатив и их системному анализу с позиций рационального управления. Кроме того, представляется существенным, что разработанная модель раскрывает структурно-функциональное содержа-

ние экономического управления ТППР и эксплицирует состав значимых экономических параметров и функциональных отношений между ними. Такое условие определяет значимость разработанной модели не только как инструмента поддержки принятия решений, но и как основания разработки информационно-аналитической системы оптимального управления ТППР, призванной поддерживать управленческие функции, в том числе с учетом нормативных требований по оценке и мониторингу параметров бюджетной эффективности.

Библиографические ссылки

1. *Perroux F.* Les investissements multinationaux et l'analyse des poles de developpement et des poles d'integration. *Revue Tiers-Monde*, 1968, vol. 9, no. 34, pp. 239-265.
2. *Boudeville J.-R.* L'espace et les poles de croissance. P., 1968.
3. World Investment Report 2019. Special Economic Zones. UNCTAD, Geneva, 2019. 237 p.
4. *Кузнецова О. В.* География особых экономических зон и их аналогов в России // Региональные исследования. 2020. № 4. С. 19–31. DOI: 10.5922/1994-5280-2020-4-2.
5. *Шаталова О. М.* Об организационно-экономическом механизме инновационного научно-технологического центра как полюса роста и устойчивого развития региональной экономики // Вестник Удмуртского университета. Экономика и право. 2021. Т. 31, № 4. С. 610–620. DOI 10.35634/2412-9593-2021-31-4-610-620.
6. *Швецов А. Н.* Инструменты политики поляризованного пространственного развития // Федерализм. 2018. № 1 (89). С. 82–103.
7. Анализ практики применения преференциальных режимов, действующих на территории РФ, с точки зрения их влияния на экономический рост и соответствия заявленным целям : отчет / Д. А. Зайцев ; Счетная палата РФ. 2020. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/d22/d22daa028b1854b51b99c9d2927c2e06.pdf>. (дата обращения: 01.02.2023).
8. *Lenihan, H., Mulligan, K., Doran, J. et al.* R&D grants and R&D tax credits to foreign-owned subsidiaries: Does supporting multinational enterprises' R&D pay off in terms of firm performance improvements for the host economy?. *J Technol Transf.* 2023. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-09995-9>.
9. *Lenihan, H., McGuirk, H., Kevin M.* Driving innovation: Public policy and human capital. *Research Policy*, 2019, 48 (9), 103791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.04.015>.
10. *Cerulli, G., Corsino, M., Gabriele, R., & Giunta, A.* A dose-response evaluation of a regional R&D subsidies policy. *Economics of Innovation and New Technology*, 2022, 31(3), 173–190. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1792604>.
11. *Crisciuolo, C., Martin, R., Overman, H. G., & Van Reenen, J.* Some causal effects of an industrial pol-

- icy. *American Economic Review*, 2019, 109(1), 48–85. <https://doi.org/10.1257/aer.20160034>.
12. *Seidel, T., & von Ehrlich, M.* The persistent effects of placed-based policy-Evidence from the West-German Zonenrandgebiet. 55th Congress of the European Regional Science Association (conference paper). 2015. <http://hdl.handle.net/10419/124779>.
13. *Solomon, E. M.* Types of R&D investment and firm productivity: UK evidence on heterogeneity and complementarity in rates of return. *Economics of Innovation and New Technology*, 2021, 30(5), 536–563. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1846249>.
14. *Тенев В. А.* Решение задачи многокритериальной оптимизации генетическими алгоритмами // Интеллектуальные системы в производстве. 2006. № 2 (8). С. 103–109.
15. *Ногин В. Д.* Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. 144 с. ISBN 5-9221-0274-5.
16. *Salabun W, Wątróbski J, Shekhovtsov A.* Are MCDA Methods Benchmarkable? A Comparative Study of TOPSIS, VIKOR, COPRAS, and PROMETHEE II Methods. *Symmetry*, 2020, 12(9), 1549. <https://doi.org/10.3390/sym12091549>.
17. *Azadnia, A.H.; Saman, M.Z.M.; Wong, K.Y.* Sustainable supplier selection and order lot-sizing: An integrated multi-objective decision-making process. *Int. J. Prod. Res.*, 2015, 53, 383–408. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.935827>.
18. *de Almeida, A.T.* Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method. *Comput. Oper. Res.*, 2007, 34, 3569–3574. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.01.003>.
19. *Wu, H.-Y.; Tzeng, G.-H.; Chen, Y.-H.* A fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on Balanced Scorecard. *Expert Systems with Applications*, 2009, 36(6), 10135–10147. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.01.005>.
20. *Spronk, J., Steuer, R.E., Zopounidis, C.* Multicriteria Decision Aid/Analysis in Finance. In: *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. International Series in Operations Research & Management Science, 2005, vol 78. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_20.
21. *Wątróbski, J.; Jankowski, J.* Guideline for MCDA method selection in production management area. In *New Frontiers in Information and Production Systems Modelling and Analysis*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016, pp. 119–138. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23338-3_6.
22. *Venkata Rao, R.* Evaluating flexible manufacturing systems using a combined multiple attribute decision making method. *Int. J. Prod. Res.*, 2008, 46, 1975–1989. <https://doi.org/10.1080/00207540601011519>.
23. *Yan, M. R.; Pong, C. S.; Lo, W.* Utility-based multicriteria model for evaluating BOT projects, Technological and Economic Development of Economy, 2011, 17(2), 207–218. <https://doi.org/10.3846/20294913.2011.580585>.
24. *Sanjoy K. P., Priyabrata C., Kamrul A., Syed M. Ali, Golam K.* An advanced decision-making model for evaluating manufacturing plant locations using fuzzy inference system. *Expert Systems with Applications*, 2022, Vol. 191, 116378, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116378>.
25. *Reza Z.F., Maryam S., Nasrin A.* Multiple criteria facility location problems: A survey, *Applied Mathematical Modelling*, 2010, Vol. 34 (7), pp. 1689–1709. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2009.10.005>.
26. *Старовойтов В. В., Голуб Ю. И.* Нормализация данных в машинном обучении // Информатика. 2021. Т. 18, № 3. С. 83–96. DOI: doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-3-83-96.
27. *Розен В. В.* Математические модели многокритериальной оптимизации по качественным критериям // Компьютерные науки и информационные технологии : материалы междунар. науч. конф. Саратов : Наука, 2012. С. 266–268.
28. *Гитман Л. Дж., Майкл Д. Джон.* Основы инвестирования / пер. с англ. М. : Дело, 1997. 1008 с.
29. *Норткотт Д.* Принятие инвестиционных решений. М. : Банки и биржи ; ЮНИТИ, 1997. 348 с.
30. *Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. / ред. совет: В. С. Авдеевский (пред.) и др. М. : Машиностроение, 1988. (В пер.). Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. 328 с.*
31. *Розен В. В., Смирнова Д. С.* Модели многокритериальной оптимизации по качественным критериям // Изв. Саратов. ун-та. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2013. Т. 13, вып. 2, ч. 2. С. 37–44.

References

- Perroux, F. Les investissements multinationaux et l'analyse des poles de developpement et des poles d'integration. *Revue Tiers-Monde*, 1968, vol. 9, no. 34, pp. 239-265.
- Boudeville J.-R. L'espace et les poles de croissance. P., 1968.
- World Investment Report 2019. Special Economic Zones. UNCTAD, Geneva, 2019. 237 p.
- Kuznecova O.V. *Geografiya osobyh ekonomicheskikh zonii i analogov v Rossii* [Geography of special economic zones and their analogues in Russia]. *Regional'nye issledovaniya*. 2020. No. 4. Pp. 19-31. DOI: [10.5922/1994-5280-2020-4-2](https://doi.org/10.5922/1994-5280-2020-4-2). (in Russ.).
- Shatalova, O. M. *Ob organizacionno-ekonomicheskome mekhanizme innovacionnogo nauchno-tekhnologicheskogo centra kak polyusa rosta i ustojchivogo razvitiya regional'noj ekonomiki* [On the organizational and economic mechanisms of formation of an innovative scientific and technological center for ensuring the sustainable development of the regional economy]. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Ekonomika i pravo*. 2021. Vol. 31, no. 4. Pp. 610-620. DOI [10.35634/2412-9593-2021-31-4-610-620](https://doi.org/10.35634/2412-9593-2021-31-4-610-620) (in Russ.).
- Shvetsov A.N. *Instrumenty politiki polyarizovannogo prostranstvennogo razvitiya* [The instruments of polarized spatial development policy]. *Federalism*. 2018. No. 1. Pp. 82-103 (in Russ.).
- Zajcev D.A. *Analiz praktiki primeneniya preferencial'nyh rezhimov, dejstvuyushchih na territorii*

Rossijskoj Federacii, s točki zreniya ih vliyaniya na ekonomicheskij rost I sootvetstviya zayavlennym cel-yam [Analysis of the practice of applying preferential regimes in force on the territory of the Russian Federation in terms of their impact on economic growth and compliance with the stated goals]. *Schetnaya-palata RF*. 2020. Available at: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/d22/d22daa028b1854b51b99c9d2927c2e06.pdf> (accessed 01.02.2023) (in Russ.).

8. *Lenihan, H., Mulligan, K., Doran, J. et al.* R&D grants and R&D tax credits to foreign-owned subsidiaries: Does supporting multinational enterprises' R&D pay off in terms of firm performance improvements for the host economy? *J Technol Transf.* 2023. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-09995-9>.

9. *Lenihan, H., McGuirk, H., Kevin M.* Driving innovation: Public policy and human capital. *Research Policy*, 2019, 48 (9), 103791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.04.015>.

10. *Cerulli, G., Corsino, M., Gabriele, R., Giunta, A.* A dose-response evaluation of a regional R&D subsidies policy. *Economics of Innovation and New Technology*, 2022, 31(3), 173–190. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1792604>.

11. *Criscuolo C., Martin R., Overman H. G., Van Reenen J.* Some causal effects of an industrial policy. *American Economic Review*, 2019, 109(1), 48–85. <https://doi.org/10.1257/aer.20160034>.

12. *Seidel T., & von Ehrlich, M.* The persistent effects of placed-based policy-Evidence from the West-German Zonenrandgebiet. 55th Congress of the European Regional Science Association (conference paper). 2015. <http://hdl.handle.net/10419/124779>.

13. *Solomon E. M.* Types of R&D investment and firm productivity: UK evidence on heterogeneity and complementarity in rates of return. *Economics of Innovation and New Technology*, 2021, 30(5), 536–563. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1846249>.

14. *Teneney V.A.* [Solving the problem of multicriteria optimization by genetic algorithms]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2006. No. 2. Pp. 103–109 (in Russ.).

15. *Nogin V.D.* *Prinyatie reshenij v mnogokriterial'noj srede: kolichestvennyj podhod* [Decision Making in a Multicriteria Environment: A Quantitative Approach]. Moscow, *FIZMATLIT*, 2002. 144 p. ISBN 5-9221-0274-5 (in Russ.).

16. *Salabun W., Wątróbski J., Shekhovtsov A.* Are MCDA Methods Benchmarkable? A Comparative Study of TOPSIS, VIKOR, COPRAS, and PROMETHEE II Methods. *Symmetry*, 2020, 12(9), 1549. <https://doi.org/10.3390/sym12091549>.

17. *Azadnia, A.H.; Saman, M.Z.M.; Wong, K.Y.* Sustainable supplier selection and order lot-sizing: An integrated multi-objective decision-making process. *Int. J. Prod. Res.*, 2015, 53, 383–408. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.935827>.

18. *de Almeida, A.T.* Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method. *Comput. Oper. Res.*, 2007, 34, 3569–3574. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.01.003>.

19. *Wu, H.-Y.; Tzeng, G.-H.; Chen, Y.-H.A.* fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on Balanced Scorecard, Expert Systems with Applications, 2009, 36(6), 10135–10147. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.01.005>.

20. *Spronk, J., Steuer, R.E., Zopounidis, C.* Multicriteria Decision Aid/Analysis in Finance. In: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. International Series in Operations Research & Management Science, 2005, vol 78. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_20.

21. *Wątróbski, J.; Jankowski, J.* Guideline for MCDA method selection in production management area. In *New Frontiers in Information and Production Systems Modelling and Analysis*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016, pp. 119–138. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23338-3_6.

22. *Venkata Rao, R.* Evaluating flexible manufacturing systems using a combined multiple attribute decision making method. *Int. J. Prod. Res.*, 2008, 46, 1975–1989. <https://doi.org/10.1080/00207540601011519>.

23. *Yan, M. R.; Pong, C. S.; Lo, W.* Utility-based multicriteria model for evaluating BOT projects, *Technological and Economic Development of Economy*, 2011, 17(2), 207–218. <https://doi.org/10.3846/20294913.2011.580585>.

24. *Sanjoy K. P., Priyabrata C., Kamrul A., Syed M. Ali, Golam K.* An advanced decision-making model for evaluating manufacturing plant locations using fuzzy inference system, *Expert Systems with Applications*, 2022, Vol. 191, 116378, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116378>.

25. *Reza Z.F., Maryam S., Nasrin A.* Multiple criteria facility location problems: A survey, *Applied Mathematical Modelling*, 2010.

26. *Starovoitov V.V., Golub Y.I.* [Data normalization in machine learning]. *Informatics*, 2021, vol. 18, no. 3, pp. 83–96. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-3-83-96> (in Russ.).

27. *Rozen V. V.* *Matematicheskie modeli mnogokriterial'noi optimizatsii po kachestvennym kriteriiam* [Mathematical models of multi-criteria optimization under quality criteria]. *Komp'yuternye nauki I informatsionnye tekhnologii: materialy mezhdunar. nauch. konf.* [Proc. Computer Science and Information Technology]. Saratov, 2012. Pp. 266–268 (in Russ.).

28. *Gitman, L. Dzh.* *Osnovy investirovaniya* [Fundamentals of Investing]. Moscow, *Delo*, 1997. 1008 p. (in Russ.).

29. *Nortkott, D.* *Prinyatie investitsionnyh reshenij* [Making investment decisions]. Moscow: *Bankiibirzhi; YUNITI*, 1997. 348 p. (in Russ.).

30. *Effektivnost' tekhnicheskikh sistem* [Reliability and effectiveness in engineering, Vol. 3: The effectiveness of technical systems]. Moscow: *Mashinostroenie Publ.*, 1988. 328 p. (in Russ.).

31. *Rozen V. V., Smirnova D. S.* *Modeli mnogokriterial'noj optimizatsii po kachestvennym kriteriiam* [Models of Multi-criteria Optimization with Quality Criteria]. *Izv. Sarat. un-ta. Ser. Matematika. Mekhanika. Informatika*. 2013. Vol. 13, no. 2. Pp. 37–44. (in Russ.).

Optimal Control Model for Territory with Special (Preferential) Development Regime

O. M. Shatalova, DSc in Economics, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Udmurt Branch), Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

S. A. Likhopud, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, JSC «Bystrinskaya Mining Company», Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

The article presents the result of multicriteria optimization mathematical model to control territories with a preferential development regime (TPDR) development. TPDR are an institutional form of management of the spatial economy. TPDR should contribute to the outpacing social and economic growth of the regions. Implementing such functions, an effective methodological apparatus for decision-making support is needed. In particular, mathematical methods of optimal control can be used. The purpose of the research was to develop a complex model that allows to make an indicative predictive estimation of the main parameters of the TPDR, as well as multi-criteria optimization. The model is designed to solve the problem of choosing an acceptable control strategy from a discrete set of feasible alternatives. The research used two groups of methodological foundations: deterministic methods of predictive estimation of parameters, as well as methods of vector multicriteria optimization using a generalized criterion. The article provides an example of a numerical implementation of the TPDR control model, which was developed as a part of the study. This example illustrates the practical applicability of the model and the result of multi-objective optimization. The optimization problem was solved from the position of restrained pessimism of the decision maker based on the generalized maximin criterion, the minimax regret criterion, and the optimism-pessimism criterion. The proposed mathematical model of multicriteria optimization provides a comprehensive representation of the main economic factors of the optimal control of the TPRR and contributes the formation of a set of acceptable alternatives, as well as system analysis from the standpoint of rational management. Also, the model reveals the structural and functional content of the TPDR management mechanism and explicates the composition of significant economic parameters. This determines the importance of the model as the basis for the development of an information-analytical system for the optimal control of TPDR.

Keywords: mathematical modeling, optimal control, multicriteria optimization, preferential regimes, strategic prediction.

Получено: 18.04.23

Образец цитирования

Шаталова О. М., Лихопуд С. А. Модель оптимального управления территорией со специальным (преференциальным) режимом развития // Интеллектуальные системы в производстве. 2023. Т. 21, № 2. С. 152–163. DOI: 10.22213/2410-9304-2023-2-152-163.

For Citation

Shatalova O.M., Likhopud S.A. [Optimal control model for territory with special (preferential) development regime]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2023, vol. 21, no. 2, pp. 152-163 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2023-2-152-163.