

УДК 338.001.36

EDN JOSFYM

А.М. Легчанова, О.Н. Лапаева

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Нижегородский государственный технический университет

им. Р.Е. Алексеева

Нижний Новгород, Россия

Представлен компаративный анализ инновационной деятельности субъектов Сибирского федерального округа в 2021-2023 гг. В логике народно-хозяйственного подхода проведена иерархическая оценка состояния инновационной сферы регионов по трем показателям. Первый показатель – удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций. Второй – затраты на инновационную деятельность организаций, отнесенные к общему объему отгруженных товаров, выполненных работ, услуг. Третий – объем инновационных товаров, работ, услуг, отнесенный к общему объему отгруженных товаров, выполненных работ, услуг. В исследовании задействованы эмпирические сведения Росстата. Теоретико-методологический базис статьи составляет классический принцип Парето и реализующие его профильные подходы, методы и модели. По итогам оптимизационных расчетов выявлена существенная неоднородность макрорегиональной инновационной системы за указанный период. Число рангов варьирует от четырех до шести, а емкость рангов – от одного до четырех субъектов. В динамике лидерство сохраняют Омская и Томская области – на их деятельность предстоит ориентироваться другим регионам. Наиболее напряженная обстановка наблюдается в Республиках Тыва и Хакасия, где может потребоваться антикризисное управление.

Ключевые слова: инновационная деятельность; регион; многокритериальная оптимизация; принцип Парето; эффективное множество; ранговая структура.

Введение. В статье представлены результаты сквозного компаративного анализа состояния инновационной сферы субъектов Сибирского федерального округа (СФО) в 2021-2023 гг., выполненного в рамках городского Научного общества учащихся «Эврика». Исходная информация взята из официального издания «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024» [1]. Статья логически продолжает предшествующие эмпирические исследования отдельных авторов и их коллективов, объектами анализа в которых выступали регионы [2-6], отрасли [7, 8], промышленные предприятия и их интегрированные структуры [9]. Теоретико-методологи-

ческий базис статьи составляют принцип Парето (труды В. Парето представлены переводными источниками [10-12]) и реализующие его профильные подходы [13], методы [14-17] и модели [18-20].

Исходные данные. При построении системы показателей задействовался экспертный метод, учитывалась цель работы и наличие достоверных данных. Статистические сведения по макрорегиону в разрезе субъектов представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Инновационные показатели регионов СФО в динамике по годам, %

№ субъекта ¹⁾	2021 г. ²⁾			2022 г. ²⁾			2023 г. ²⁾		
	f_1	f_2	f_3	f_1	f_2	f_3	f_1	f_2	f_3
1	14,6	3,5	8,2	15,2	2,7	5,9	11,5	2,7	3,2
2	14,3	0,9	0,6	9,1	0,1	0,1	12,3	0,1	0,3
3	11,0	0,3	0,2	9,8	0,1	0,1	9,5	0,0	1,0
4	24,1	1,5	2,5	20,5	1,5	2,2	19,9	2,1	1,8
5	15,6	1,6	2,8	14,7	1,6	2,7	13,8	2,0	2,6
6	15,1	1,7	0,1	15,9	5,7	0,7	17,3	3,4	0,2
7	15,6	0,3	0,9	14,3	0,2	0,7	13,8	0,3	0,5
8	18,5	1,3	3,3	22,0	1,5	4,9	21,9	1,7	5,8
9	25,6	1,0	11,0	26,0	2,0	5,7	21,3	1,4	8,3
10	25,8	3,2	2,9	24,5	3,9	2,4	25,8	5,1	3,2

Источник: [1].

¹⁾ Республика Алтай (1), Республика Тыва (2), Республика Хакасия (3), Алтайский край (4), Красноярский край (5), Иркутская область (6), Кемеровская область (7), Новосибирская область (8), Омская область (9), Томская область (10).

²⁾ f_1 – удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций; f_2 – затраты на инновационную деятельность организаций, отнесенные к общему объему отгруженных товаров, выполненных работ, услуг; f_3 – объем инновационных товаров, работ, услуг, отнесенный к общему объему отгруженных товаров, выполненных работ, услуг.

Оптимизационные расчеты. Исследование начнем с 2021 года. Произведем предобработку данных путем построчного расположения номеров регионов в матрице эффективности слева направо по мере роста показателей:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 & 6 & (7 & 5) & 8 & 4 & 9 & 10 \\ (3 & 7) & 2 & 9 & 8 & 4 & 5 & 6 & 10 & 1 \\ (6 & 3 & 2 & 7 & 4 & 5 & 10 & 8 & 1 & 9) \end{pmatrix}$$

Здесь и далее в скобки взяты номера субъектов, имеющих равные значения коэффициентов. Согласно авторской методике, проводим следующие вычисления.

Неоптимальные (слева от оптимумов) системы	Оптимальные (крайние правые) системы
2–7	10
2, 3	1
2, 3, 7	9
Остаток 8	Решение 1, 8–10

Множество регионов первого ранга (протоструктура) примет вид $M_{1p} = \{x_1, x_8, x_9, x_{10}\}$ (выделены жирным шрифтом в матрице).

Переходим к построению второго ранга из альтернатив x_2-x_7 :

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & \mathbf{6} & (7) & \mathbf{5} & \mathbf{4} \\ (3) & 7) & 2 & \mathbf{4} & \mathbf{5} & \mathbf{6} \\ \mathbf{6} & 3 & 2 & 7 & \mathbf{4} & \mathbf{5} \end{pmatrix}.$$

Неоптимальны	Оптимальны
2, 3, 7	4
	6
	5
	Решение 4–6

Множество регионов второго ранга запишем в виде $M_{2p} = \{x_4, x_5, x_6\}$.

Далее предстоит сопоставить варианты x_2, x_3 и x_7 :

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 7) \\ (3) & 7) & 2 \\ (3) & 2 & 7) \end{pmatrix}.$$

Неоптимальны	Оптимальны
3	7
	2
	Решение 2, 7

Множество регионов третьего ранга $M_{3p} = \{x_2, x_7\}$, а четвертого – $M_{3p} = \{x_3\}$. В результате определено четыре ранга: первый ранг представлен четырьмя системами, второй – тремя, третий – двумя и последний – одной.

Обратившись к 2022 г., видим следующую матрицу эффективности:

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 7 & 5 & \mathbf{1} & \mathbf{6} & 4 & 8 & \mathbf{10} & \mathbf{9} \\ (2) & 3) & 7 & (4) & 8) & 5 & \mathbf{9} & \mathbf{1} & \mathbf{10} & \mathbf{6} \\ (2) & 3) & (7) & \mathbf{6} & 4 & \mathbf{10} & 5 & 8 & \mathbf{9} & \mathbf{1} \end{pmatrix}.$$

Неоптимальны	Оптимальны
2–5, 7, 8	9
2, 3, 7	6
2, 3, 5, 7	1
Остаток 10	Решение 1, 6, 9, 10

Множество регионов первого ранга $M_{1p} = \{x_1, x_6, x_9, x_{10}\}$.

Выделяем второй ранг из альтернатив x_2 – x_5 , x_7 и x_8 :

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 7 & \mathbf{5} & 4 & \mathbf{8} \\ (2 & 3) & 7 & (4 & \mathbf{8}) & \mathbf{5} \\ (2 & 3) & 7 & 4 & \mathbf{5} & \mathbf{8} \end{pmatrix}.$$

Неоптимальны	Оптимальны
2–4, 7	8
	5
	Решение 5, 8

Множество регионов второго ранга $M_{2p} = \{x_5, x_8\}$.

Подлежат сравнению варианты x_2 – x_4 и x_7 :

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 7 & 4 \\ (2 & 3) & 7 & 4 \\ (2 & 3) & 7 & 4 \end{pmatrix}.$$

Наблюдается последовательное доминирование: $M_{3p} = \{x_4\}$, $M_{4p} = \{x_7\}$, $M_{5p} = \{x_3\}$, $M_{6p} = \{x_2\}$. В результате сформировано шесть рангов: первый ранг представлен четырьмя системами, второй – двумя, а остальные – одной.

Обратимся к 2023 году:

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 & (7 & 5) & 6 & 4 & \mathbf{9} & \mathbf{8} & \mathbf{10} \\ 3 & 2 & 7 & \mathbf{9} & \mathbf{8} & 5 & 4 & 1 & 6 & \mathbf{10} \\ 6 & 2 & 7 & 3 & 4 & 5 & (1 & \mathbf{10}) & \mathbf{8} & \mathbf{9} \end{pmatrix}.$$

Неоптимальны	Оптимальны
1–7	10
2, 3, 7	9
Остаток 8	Решение 8–10

Первый ранг $M_{1p} = \{x_8, x_9, x_{10}\}$.

Переходим ко второму рангу

$$\begin{pmatrix} 3 & \mathbf{1} & 2 & (7 & \mathbf{5}) & \mathbf{6} & \mathbf{4} \\ 3 & 2 & 7 & \mathbf{5} & \mathbf{4} & \mathbf{1} & \mathbf{6} \\ \mathbf{6} & 2 & 7 & 3 & \mathbf{4} & \mathbf{5} & \mathbf{1} \end{pmatrix}.$$

Неоптимальны	Оптимальны
2, 3, 7	4
–	6
3	1
Остаток 5	Решение 1, 4–6

Второй ранг $M_{2p} = \{x_1, x_4, x_5, x_6\}$.

Находим третий ранг

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 7 \\ 3 & 2 & 7 \\ 2 & 7 & 3 \end{pmatrix}$$

Неоптимальны	Оптимальны
2	7
	3
	Решение 3, 7

Третий ранг $M_{3p} = \{x_3, x_7\}$, а четвертый – $M_{4p} = \{x_2\}$. В результате определено четыре ранга: первый ранг представлен тремя системами, второй – четырьмя, третий – двумя и последний – одной.

Обсуждение результатов. Визуализируем полученные ранговые структуры посредством картирования (рис. 1-3), где насыщенность цвета нарастает по мере повышения ранга, а цифровые обозначения субъектов соответствуют принятым в табл. 1.



Рис. 1. Ранги субъектов СФО в системе показателей инновационной деятельности в 2021 г.

Источник: составлено авторами

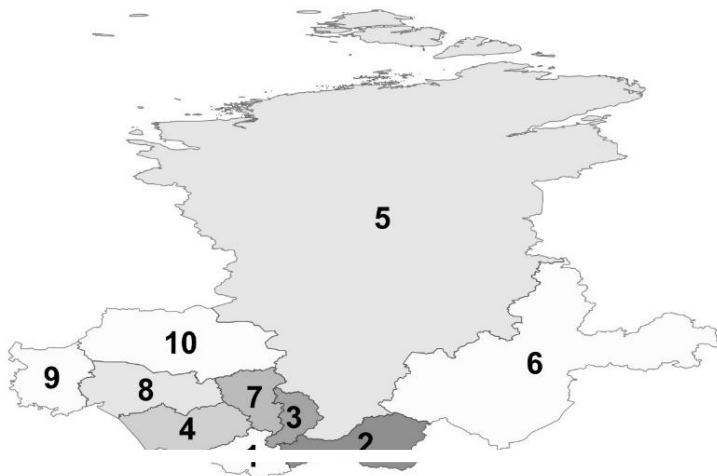


Рис. 2. Ранги субъектов ДФО в системе показателей инновационной деятельности в 2022 г.

Источник: составлено авторами

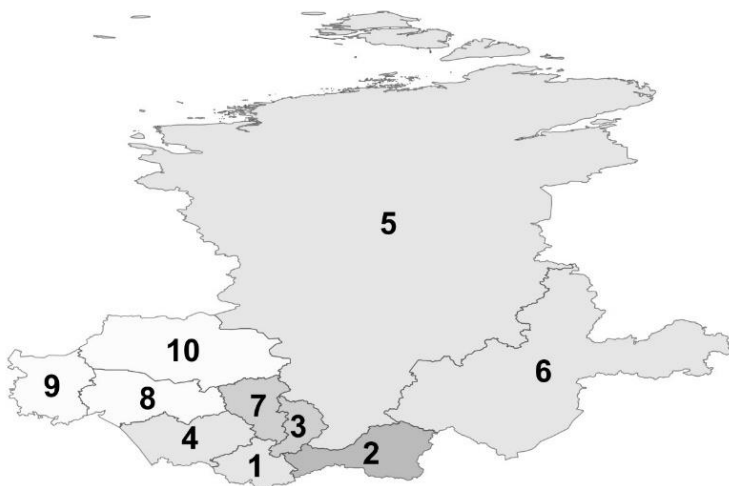


Рис. 3. Ранги субъектов ДФО в системе показателей инновационной деятельности в 2023 г.

Источник: составлено авторами

Налицо расслоение сравниваемых альтернатив на четыре либо шесть рангов, что свидетельствует о неоднородности инновационной системы

макрорегиона. Так, в 2021 г. первый ранг включал Республику Алтай, Новосибирскую, Омскую и Томскую области; в 2022 г. – Республику Алтай, Иркутскую, Омскую и Томскую области; в 2023 г. – Новосибирскую, Омскую и Томскую области. Переходя от статике к динамике, фиксируем на горизонте трех лет лидерство Омской и Томской областей.

Варианты первого ранга есть лучшие субъекты округа, успешную инновационную деятельность которых следует учитывать остальным, хотя непосредственный перенос знаний и опыта не всегда реализуем ввиду специфики экономики и социальной сферы каждого региона.

Последний ранг в 2021 г. составляла Республика Хакасия, а в 2022 и 2023 гг. – Республика Тыва. Их инновационное состояние наиболее проблемно и требует исправления ситуации.

Выводы. Для компаративного анализа инновационного развития регионов Сибирского федерального округа в статье успешно применен оригинальный иерархический алгоритм, предусматривающий предобработку исходных данных и каскадное использование принципа Парето. Данный научный аппарат не направлен на поиск лучшей альтернативы, а реализует сквозное исследование всех вариантов, что позволяет оценить неоднородность совокупности сравниваемых систем и отвечает логике народно-хозяйственного подхода. Алгоритм не нуждается в задании числа будущих рангов, что выгодно отличает его от ряда нейросетевых методик.

© Легчанова А.М., Лапаева О.Н., 2026

Поступила в редакцию 12.01.2026

Принята к публикации 02.04.2026

Библиографический список

- [1] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. / Росстат. М., 2024. 1081 с.
- [2] Аленкова И.В., Лапаева О.Н. Безопасность регионов Центрального федерального округа в экономико-инновационном аспекте // Развитие и безопасность. – 2023. № 1 (17). С. 74-83.
- [3] Глебова О.В., Лапаева О.Н., Поташник Я.С. Трехпроекционная оценка устойчивости регионов Северо-Западного федерального округа // Развитие и безопасность. 2025. № 1 (25). С. 93-104.
- [4] Инновационные преобразования как императив экономической безопасности России: коллективная монография / С.Н. Митяков и др. Нижний Новгород: Радонеж, 2024. 324 с.
- [5] Лапаев Д.Н. Многопроекционная оценка безопасности регионов Центрального федерального округа в экономико-инновационном аспекте // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2024. № 3 (75). С. 28-35.

- [6] Лапаев Д.Н., Лапаева О.Н., Поташник Я.С. Многопроекционная оценка устойчивости регионов Сибирского федерального округа // Развитие и безопасность. 2024. № 2. С. 90-99.
- [7] Лапаев Д.Н., Лапаева О.Н., Поташник Я.С. Безопасность обрабатывающих производств Владимирской области в экономико-инновационном аспекте // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13. № 8. С. 3005-3018.
- [8] Методика многокритериальной оценки инновационного развития отраслей промышленности региона / Д.Н. Лапаев, О.Н. Лапаева, Ю.М. Максимов, Е.С. Митяков, О.И. Митякова // Экономика промышленности. 2013. № 1. С. 90-96.
- [9] Управление диверсификацией производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса: монография / Под. ред. А.М. Батьковского. М.: Онтотринг, 2021. 344 с.
- [10] Парето В. Компендиум по общей социологии: [пер. с итал.]. М.: ГУ ВШЭ, 2007. 511 с.
- [11] Парето В. Трансформация демократии: [пер. с итал.]. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. 154 с.
- [12] Парето В. Учебник политической экономии: [пер. с франц.]. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. 472 с.
- [13] Лапаев Д.Н. Структурно-проекционный подход к исследованию экономических систем // Экономическая безопасность. 2025. Т. 8. № 2. С. 411-430.
- [14] Лапаев Д.Н. Метод многокритериального ранжирования экономических систем // Экономическая безопасность. 2024. Т. 7. № 8. С. 2085-2104.
- [15] Лапаев Д.Н. Метод многопроекционной кластеризации экономических систем // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 9. С. 4813-4826.
- [16] Лапаев Д.Н. Метод совмещения структур для исследования экономических систем заинтересованными сторонами // Креативная экономика. 2024. Т. 18. № 9. С. 2153-2174.
- [17] Лапаев Д.Н. Система методов многокритериального и многопроекционного выбора в экономике // Развитие и безопасность. 2025. № 2 (26). С. 58-69.
- [18] Лапаев Д.Н. Многокритериальная оптимизационная модель сравнительной оценки состояния экономических систем // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2025. № 2 (78). С. 65-70.
- [19] Лапаев Д.Н. Система моделей многокритериального и многопроекционного выбора в экономике // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2025. Т. 16. № 2. С. 21-31.
- [20] Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач: монография. 2-е изд. М.: Физматлит, 2007. 255 с.

A.M. Legchanova, O.N. Lapaeva

MULTI-CRITERIA ASSESSMENT OF INNOVATION ACTIVITY IN THE REGIONS OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article presents the comparative analysis of innovative activities in the Siberian Federal District in 2021-2023. The paper provides a hierarchical assessment of the state of the regional innovation sphere based on three indicators, which is consistent with the logic of the national economy approach. The first indicator is the share of organizations that have implemented technological innovations in the total number of surveyed organizations. The second is the cost of innovative activities of organizations, related to the total volume of shipped goods, completed works, and services. The third is the volume of innovative goods, works, and services, related to the total volume of shipped goods, completed works, and services. The study uses empirical data from Rosstat. The theoretical and methodological basis of the article is the classical Pareto principle and the specialized approaches, methods, and models that implement it. The optimization calculations revealed significant heterogeneity in the macroregional innovation system over the specified period. The number of ranks varies from four to six, and the capacity of ranks ranges from one to four regions. The Omsk and Tomsk regions maintain their leadership, and other regions should follow their example. The most challenging situation is observed in the Republics of Tyva and Khakasiya, where crisis management may be necessary.

Keywords: innovation activity; region; multi-criteria optimization; Pareto principle; effective set; rank structure; rank; indicator.

References

- [1] Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli. 2024: Statisticheskii sbornik [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2024: Statistical collection]. (2024). Rosstat. Moscow, 1081 p. (In Russ.).
- [2] Alenkova, I. V., Lapaeva, O. N. (2023). [Security of regions of the Central Federal District in the economic-innovative aspect]. *Razvitie i bezopasnost* [Development and Security]. No. 1 (17), pp. 74–83. (In Russ.).
- [3] Glebova, O. V., Lapaeva, O. N., Potashnik, Ya. S. (2025). [Three-projection assessment of sustainability of regions of the Northwestern Federal District]. *Razvitie i bezopasnost* [Development and Security]. No. 1 (25), pp. 93–104. (In Russ.).
- [4] Mityakov, S. N., et al. (2024). *Innovatsionnye preobrazovaniya kak imperativ ekonomicheskoi bezopasnosti Rossii: kollektivnaya monografiya* [Innovative transformations as an imperative of Russia's economic security: collective monograph]. Nizhny Novgorod: Radonezh, 324 p. (In Russ.).
- [5] Lapaev, D. N. (2024). [Multi-projection assessment of security of regions of the Central Federal District in the economic-innovative aspect]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsialnye nauki* [Bulletin of the

- Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky. Series: Social Sciences]. No. 3 (75), pp. 28–35. (In Russ.).
- [6] Lapaev, D. N., Lapaeva, O. N., Potashnik, Ya. S. (2024). [Multi-projection assessment of sustainability of regions of the Siberian Federal District]. *Razvitie i bezopasnost* [Development and Security]. No. 2, pp. 90–99. (In Russ.).
- [7] Lapaev, D. N., Lapaeva, O. N., Potashnik, Ya. S. (2023). [Security of manufacturing industries of the Vladimir region in the economic-innovative aspect]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law]. Vol. 13, No. 8, pp. 3005–3018. (In Russ.).
- [8] Lapaev, D. N., Lapaeva, O. N., Maksimov, Yu. M., Mityakov, E. S., Mityakova, O. I. (2013). [Methodology for multicriteria assessment of innovative development of regional industries]. *Ekonomika promyshlennosti* [Economics of Industry]. No. 1, pp. 90–96. (In Russ.).
- [9] Batkovsky, A. M. (Ed.). (2021). *Upravlenie diversifikatsiei proizvodstva na predpriyatiyakh oboronno-promyshlennogo kompleksa: monografiya* [Managing production diversification at enterprises of the military-industrial complex: monograph]. Moscow: OntoPrint, 344 p. (In Russ.).
- [10] Pareto, V. (2007). *Kompendium po obshchei sotsiologii* [Compendium of General Sociology]. Moscow: GU VShE, 511 p. (Russian Translation).
- [11] Pareto, V. (2017). *Transformatsiya demokratii* [Transformation of Democracy]. Moscow: RIOR: INFRA-M, 154 p. (Russian Translation).
- [12] Pareto, V. (2017). *Uchebnik politicheskoi ekonomii* [Textbook of Political Economy]. Moscow: RIOR: INFRA-M, 472 p. (Russian Translation).
- [13] Lapaev, D. N. (2025). [Structural-projection approach to the study of economic systems]. *Ekonomicheskaya bezopasnost* [Economic Security]. Vol. 8, No. 2, pp. 411–430. (In Russ.).
- [14] Lapaev, D.N. (2024). [Method of multicriteria ranking of economic systems]. *Ekonomicheskaya bezopasnost* [Economic Security]. Vol. 7, No. 8, pp. 2085–2104. (In Russ.).
- [15] Lapaev, D.N. (2024). [Method of multi-projection clustering of economic systems]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law]. Vol. 14, No. 9, pp. 4813–4826. (In Russ.).
- [16] Lapaev, D.N. (2024). [Method of combining structures for the study of economic systems by stakeholders]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy]. Vol. 18, No. 9, pp. 2153–2174. (In Russ.).
- [17] Lapaev, D.N. (2025). [System of methods of multicriteria and multi-projection choice in economics]. *Razvitie i bezopasnost* [Development and Security]. No. 2 (26), pp. 58–69. (In Russ.).
- [18] Lapaev, D.N. (2025). [Multicriteria optimization model for comparative assessment of the state of economic systems]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsialnye nauki* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky. Series: Social Sciences]. No. 2 (78), pp. 65–70. (In Russ.).
- [19] Lapaev, D.N. (2025). [System of models of multicriteria and multi-projection choice in economics]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Samara University. Economics and Management]. Vol. 16, No. 2, pp. 21–31. (In Russ.).
- [20] Podinovskiy, V. V., Nogin, V. D. (2007). *Pareto-optimalnye resheniya mnogokriterialnykh zadach: monografiya* [Pareto-optimal solutions of multicriteria problems: monograph]. 2nd ed. Moscow: Fizmatlit, 255 p. (In Russ.).