

УДК 332.14

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-4-124-135

EDN: LNNBMM

Моделирование экономической безопасности регионов России с использованием методов корреляции, РСА и кластеризации

И. А. Киселева^{1, 2}, А. М. Трамова^{✉1, 2}, Р. Р. Николаенко²

¹Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36

²Университет «Синергия»
129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1

Аннотация. В условиях нарастающих экономических вызовов важной задачей становится оценка устойчивости регионов России. Целью настоящего исследования является моделирование уровня экономической безопасности на основе формализованного анализа ключевых социально-экономических показателей. Применены методы корреляционного анализа, нормализации, главных компонент РСА (Principal Component Analysis) и кластеризации KMeans. В результате проведена типологизация восьми регионов по уровню устойчивости, выявлены взаимосвязи между показателями бедности, безработицы, доходов и инвестиций. Работа имеет прикладной характер и может быть использована для разработки аналитических инструментов стратегического планирования и оценки региональных рисков.

Цель исследования – построение формализованной модели оценки уровня экономической безопасности регионов России. Для этого проводится структурный анализ взаимосвязанных индикаторов, характеризующих социально-экономическое положение территорий, с последующей типологизацией субъектов по степени устойчивости к внутренним и внешним вызовам.

Методы исследования. В методологической части применяются современные инструменты обработки многомерных данных: корреляционный анализ для выявления зависимостей между показателями, масштабирование данных и нормализация, метод главных компонент (РСА) для сокращения размерности признаков без потери информации, а также алгоритм кластеризации KMeans для группировки регионов по сходству структурных характеристик.

Результаты. На основе статистических данных за 2022 год выполнена классификация 8 регионов по уровню экономической стабильности и выявлены устойчивые взаимосвязи между показателями. В ходе исследования проведены отбор и обоснование индикаторов, отражающих состояние региональной устойчивости, построена корреляционная матрица для выявления взаимосвязей между показателями, сокращения размерности данных с использованием метода главных компонент (РСА), а также кластеризация субъектов Российской Федерации с целью типологизации по уровням экономической безопасности. Полученные результаты интерпретированы с учетом структуры данных для формирования выводов, отражающих устойчивость и специфику социально-экономического развития регионов.

Выводы. Результаты исследования обладают высокой прикладной значимостью и могут быть использованы при разработке региональной социально-экономической политики, формировании инструментов стратегического планирования и принятия управленческих решений в условиях макроэкономической нестабильности. Построенная кластерная модель позволяет учитывать структурные различия между регионами, а выявленные взаимосвязи между показателями – формировать более точные прогнозы устойчивости. Методологический подход, использованный в исследовании, может быть масштабирован на другие группы субъектов и адаптирован к различным временным периодам для мониторинга динамики устойчивости.

Ключевые слова: экономическая безопасность, регионы России, кластеризация, корреляционный анализ, метод главных компонент, социально-экономические показатели, моделирование, анализ данных, РСА

Поступила 04.06.2025, одобрена после рецензирования 04.07.2025, принята к публикации 09.07.2025

Для цитирования. Киселева И. А., Трамова А. М., Николаенко Р. Р. Моделирование экономической безопасности регионов России с использованием методов корреляции, РСА и кластеризации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 4. С. 124–135. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-4-124-135

Original article

Modeling economic security of Russian regions using correlation, PCA and clustering methods

I.A. Kiseleva^{1, 2}, A.M. Tramova^{✉1, 2}, R.R. Nikolaenko²

¹Plekhanov Russian University of Economics
115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane

²Synergy University
129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street

Abstract. In the face of growing economic challenges, assessing the resilience of Russian regions is becoming increasingly important. The aim of this study is to model the level of economic security based on a formalized analysis of key socio-economic indicators. Methods used include correlation analysis, normalization, principal component analysis (PCA), and KMeans clustering. As a result, a typology of eight regions by resilience level was developed, revealing correlations among poverty, unemployment, income, and investment. The study has a practical focus and can support analytical tools for strategic planning and regional risk assessment.

Aim. The main goal of the study is to develop a formalized model for assessing the level of economic security of Russian regions. This involves the structural analysis of interconnected socio-economic indicators reflecting regional development and the subsequent classification of territories according to their stability and vulnerability levels.

Methods. The methodology combines several analytical techniques for multidimensional data processing. Pearson correlation analysis is used to explore interdependencies among variables, followed by normalization procedures and principal component analysis (PCA) to reduce data dimensionality while preserving key information. Finally, KMeans clustering is applied to classify regions into homogeneous groups based on structural similarities.

Results. Based on official statistical data for 2022, a classification of eight regions of the Russian Federation was carried out according to the level of economic stability, and stable interdependencies between socio-economic indicators were identified. The study included the selection and justification of indicators that reflect the state of regional resilience, the construction of a correlation matrix to explore relationships between variables, dimensionality reduction using principal component analysis (PCA), and clustering of the Russian regions using the KMeans algorithm to form a typology based on economic security levels. The results were interpreted with regard to the structure of the data, enabling conclusions about the resilience and development profiles of the analyzed regions.

Conclusions. The results of the study are of high practical significance and can be applied in the development of differentiated regional socio-economic policies, as well as in strategic planning and decision-making under macroeconomic uncertainty. The constructed clustering model accounts for structural differences across regions, while the identified relationships between indicators contribute to building more accurate forecasts of regional resilience. The methodological approach used in this

research can be scaled to larger groups of regions and adapted for different time frames to monitor changes in economic sustainability over time.

Keywords: economic security, Russian regions, clustering, correlation analysis, principal component analysis, socio-economic indicators, modeling, data analysis, PCA

Submitted 04.06.2025,

approved after reviewing 04.07.2025,

accepted for publication 09.07.2025

For citation. Kiseleva I.A., Tramova A.M., Nikolaenko R.R. Modeling economic security of Russian regions using correlation, PCA and clustering methods. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 4. Pp. 124–135. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-4-124-135

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая безопасность региона представляет собой его способность к устойчивому функционированию, эффективному использованию ресурсов и минимизации рисков социально-экономического характера [1]. В условиях современных вызовов, таких как санкционное давление, демографические дисбалансы и неравномерность развития регионов, вопросы мониторинга и оценки экономической устойчивости территорий приобретают особое значение [2].

Классические подходы к оценке региональной экономической безопасности нередко ограничиваются анализом отдельных макроэкономических индикаторов. Однако использование комплексных математических методов позволяет не только уточнить взаимосвязи между показателями, но и выявить скрытые закономерности, формирующие устойчивость регионов. В современных условиях возрастающей сложности управленческих решений особенно востребованы методы многомерного анализа данных, включая корреляционный анализ, нормализацию, метод главных компонент (РСА) и кластеризацию.

Настоящее исследование направлено на построение эмпирической модели, отражающей типологию регионов России по уровню их социально-экономической устойчивости. В качестве базы использованы официальные данные по ключевым показателям за 2022 год, охватывающим как крупнейшие мегаполисы, так и менее устойчивые регионы, различающиеся по инвестиционной активности, уровню доходов и социальной напряженности.

Целью настоящей работы является моделирование уровня экономической безопасности регионов России на основе формализованного анализа ключевых социально-экономических показателей. В ходе исследования проводится выбор и обоснование индикаторов, отражающих состояние региональной устойчивости, построение корреляционной матрицы для выявления взаимосвязей между показателями, сокращение размерности данных с использованием метода главных компонент (РСА), а также кластеризация субъектов Российской Федерации с целью типологизации по уровням экономической безопасности. Полученные результаты интерпретируются с учетом структуры данных для формирования выводов, отражающих устойчивость и специфику социально-экономического развития регионов.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании использован комплексный подход к анализу региональных различий на основе открытых статистических данных Федеральной службы государственной статистики за 2022 год. В качестве входных переменных выбраны шесть показателей: валовой

региональный продукт на душу населения, среднемесячная номинальная заработная плата, уровень бедности, уровень безработицы, объем инвестиций в основной капитал и численность населения [3].

На первом этапе выполнена нормализация данных с целью приведения различных по шкале измерения показателей к единому масштабу. Далее проведен корреляционный анализ для выявления линейных зависимостей между переменными. Для упрощения многомерной структуры данных использован метод главных компонент (РСА), позволивший выделить два ключевых фактора, отражающих основную долю дисперсии.

На основе этих компонент осуществлена кластеризация методом KMeans. Оптимальное количество кластеров определено методом «локтя». Визуализация результатов и анализ центров кластеров позволили провести интерпретацию устойчивости регионов и выделить типовые модели социально-экономического развития [4].

АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Для проведения анализа были использованы официальные статистические данные за 2022 год, опубликованные Росстатом. Все ключевые социально-экономические показатели, включая валовой региональный продукт на душу населения, уровень бедности, безработицы, среднемесячную заработную плату и инвестиции в основной капитал, отражают экономическое состояние регионов на протяжении данного года. Выбор одного календарного года обусловлен стремлением к унифицированности и сопоставимости данных, а также необходимостью исключения методологических несоответствий, возникающих при анализе данных за разные годы. Кроме того, 2022 год характеризуется как период значительных трансформаций в экономической и социальной политике, что делает его репрезентативным для анализа текущего состояния регионов в условиях изменений макроэкономической среды [5]. Социально-экономические характеристики рассматриваемых регионов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Социально-экономические показатели регионов России за 2022 год

Table 1. Socioeconomic indicators of Russian regions for 2022

Регион	ВРП на душу, Р	Зарплата, Р	Бедность, %	Безработица, %	Инвестиции, Р	Население
Москва	28 507 429	122 709	4,8	2,3	6 047 455	13 104 177
Санкт-Петербург	11 166 444	84 464	4,6	2	1 050 123	5 600 044
Тюменская область	13 964 549	94 496	10,3	2,7	3 099 100	3 851 234
Краснодарский край	3 319 026	48 222	9,2	3,6	753 059	5 819 345
Республика Татарстан	4 179 259	51 969	5	2,3	888 649	4 001 625
Новосибирская область	1 939 378	51 990	10,2	4,7	343 349	2 794 266
Республика Дагестан	913 292	32 986	12,7	12,1	302 275	3 209 781
Республика Тыва	107 784	51 320	25,9	9,5	22 782	337 271

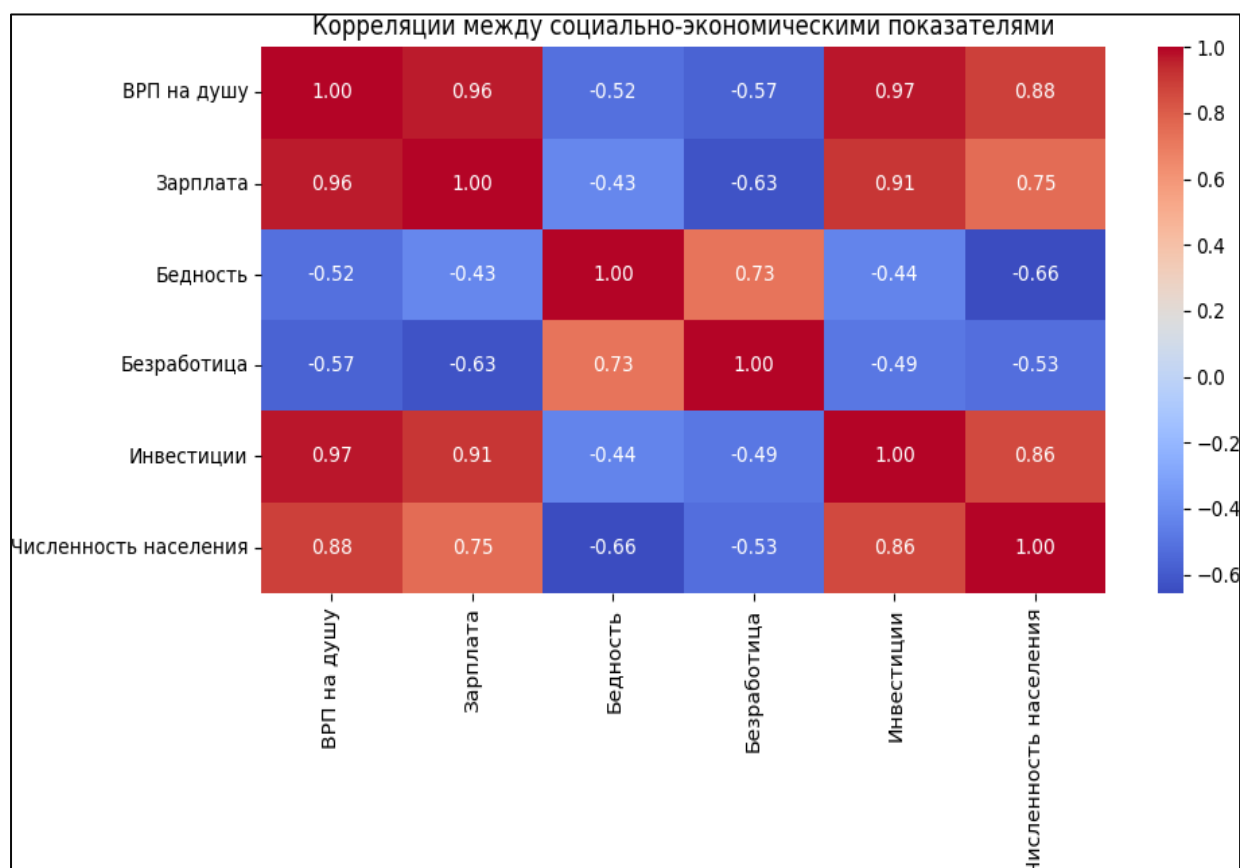
Источник: Федеральная служба государственной статистики (Росстат)

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Для выявления взаимосвязей между социально-экономическими показателями был проведен корреляционный анализ. Использовались коэффициенты корреляции Пирсона, отражающие степень и направление линейной зависимости между переменными. В таблице 2 представлены значения парных коэффициентов корреляции между ключевыми показателями по рассматриваемым регионам [11].

Таблица 2. Матрица корреляции между социально-экономическими показателями регионов

Table 2. Correlation matrix between socio-economic indicators of regions



Источник: рассчитано автором на основе данных Росстата

Высокая положительная корреляция наблюдается между валовым региональным продуктом на душу населения и средней заработной платой ($r = 0,96$), что указывает на взаимосвязь между экономической мощностью региона и уровнем доходов населения. Отрицательные значения коэффициентов между показателями бедности и ВРП/зарплатой ($r = -0,52$ и $-0,43$ соответственно) подтверждают обратную зависимость между уровнем бедности и благосостоянием региона. Значимая положительная корреляция между уровнем бедности и безработицей ($r = 0,73$) свидетельствует о социальном риске.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТ И КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕГИОНОВ

С целью выявления латентных закономерностей и повышения наглядности анализа был применен метод главных компонент (РСА), позволяющий свести многомерное пространство показателей к двум осям, сохраняющим максимальную долю исходной информации.

Это упрощает визуализацию и интерпретацию данных, при этом минимизируя потери значимых факторов [6].

На основе нормализованных данных, полученных после масштабирования шести социально-экономических показателей, были вычислены две главные компоненты, отражающие ключевые направления вариации в данных. Далее на этом основании была проведена кластеризация методом KMeans, позволившая разделить регионы на три группы (кластера) с близкими социально-экономическими характеристиками [7]. Полученные результаты визуализированы на рисунке 1, где представлены кластеры регионов по результатам метода главных компонент.

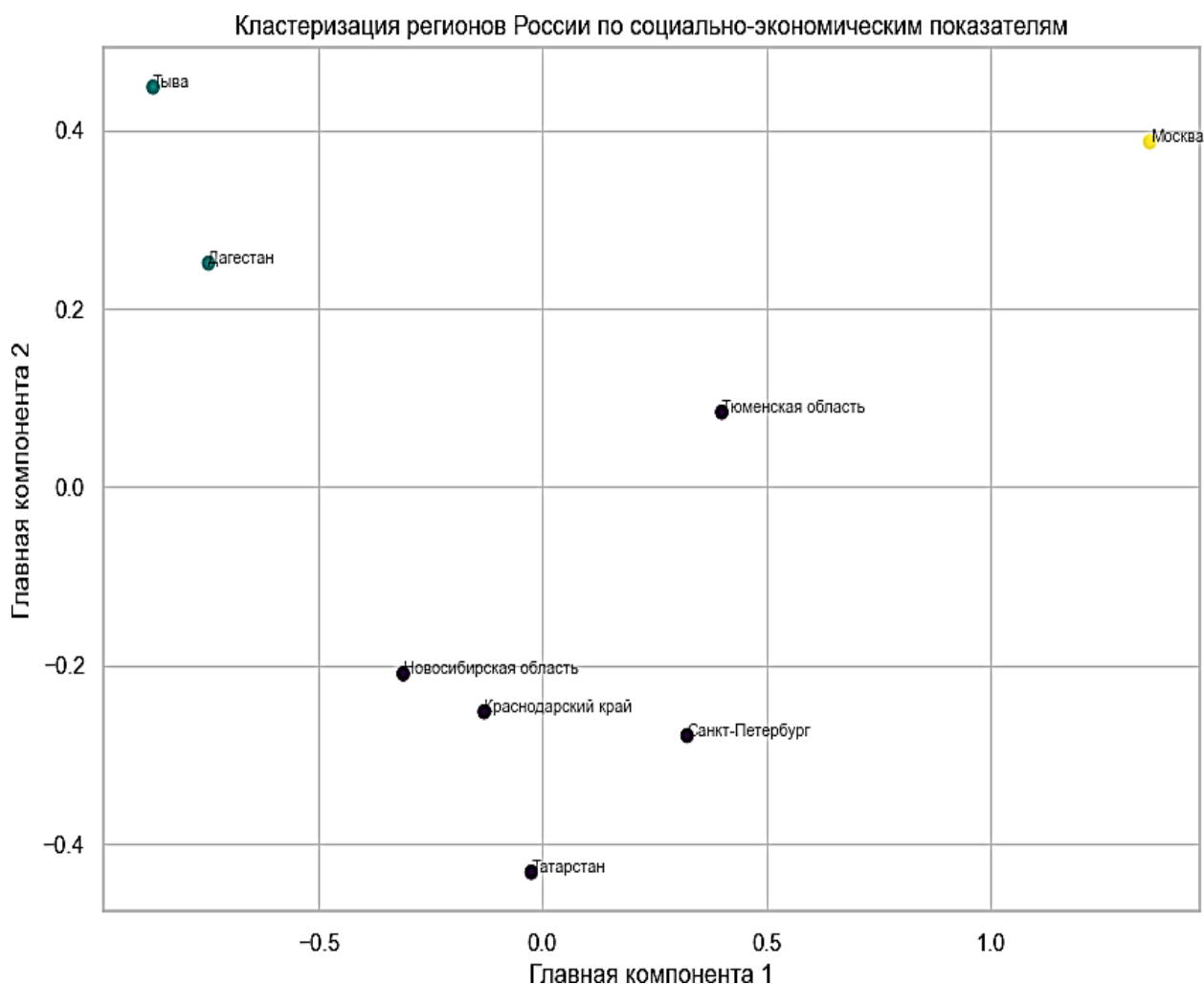


Рис. 1. Кластеризация регионов России по результатам PCA

Fig. 1. Clustering of Russian regions based on PCA results

Источник: построено автором на основе статистических данных и кластерного анализа

Полученная визуализация позволяет определить, какие регионы наиболее устойчивы, какие уязвимы, а также проследить, как соотносятся между собой показатели экономической активности, доходов, бедности и других факторов. Особенно примечателен выделяющийся кластер Москвы, характеризующийся высокой концентрацией ресурсов и цифровой зрелостью.

ВЫБОР КОЛИЧЕСТВА КЛАСТЕРОВ

Перед проведением кластеризации необходимо определить оптимальное количество кластеров. Для этой цели был применен метод «локтя», основанный на анализе внутрикластерной дисперсии (inertia) при увеличении числа кластеров. На графике (рис. 2) отчетливо видна точка излома при значении $k = 3$, что позволяет сделать вывод о наличии трех обоснованных кластеров среди рассматриваемых регионов.

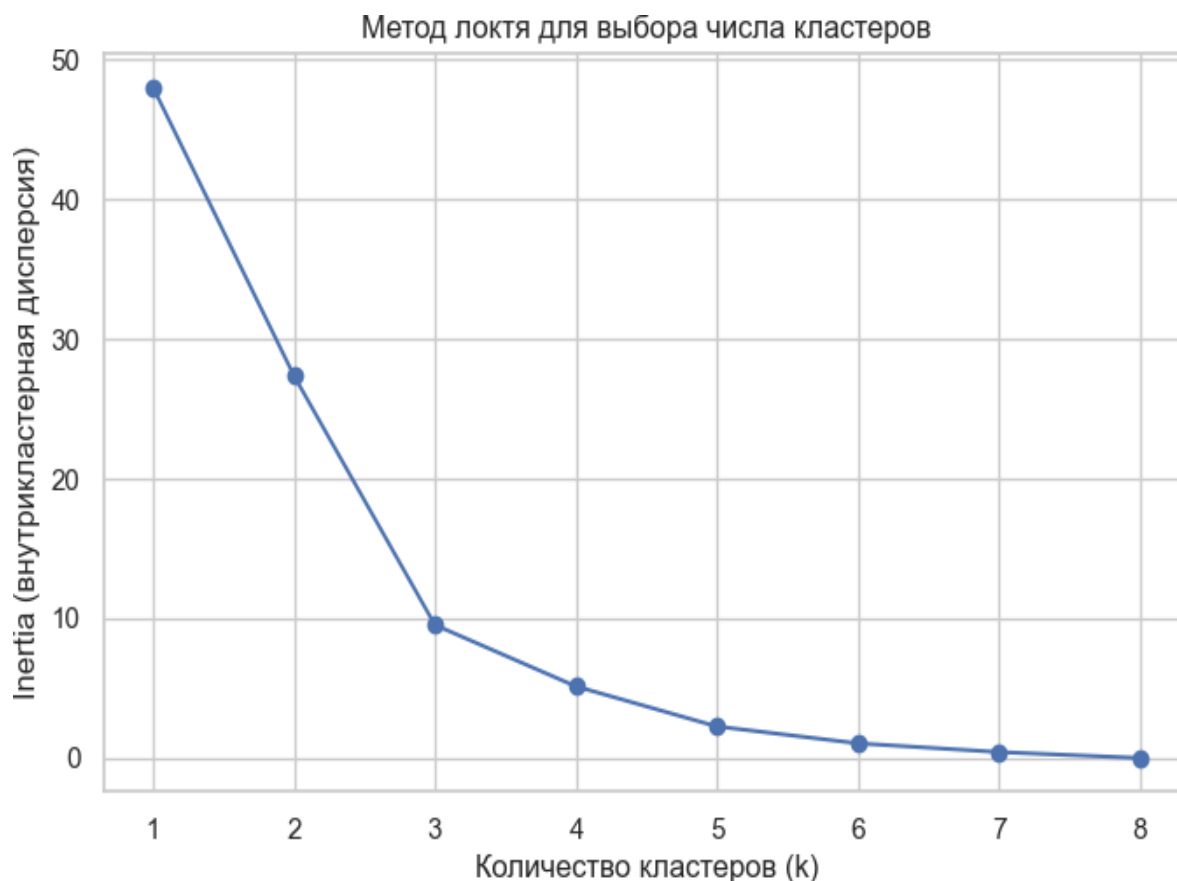


Рис. 2. Выбор оптимального количества кластеров методом «локтя»

Fig. 2. Selecting the optimal number of clusters using the “elbow” method

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕГИОНОВ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Окончательная кластеризация регионов выполнена на основании алгоритма KMeans с числом кластеров $k = 3$. На рис. 3 показано распределение регионов по кластерам в пространстве главных компонент. Видно, что Москва выделяется в отдельный кластер, что объясняется ее высокими показателями по всем ключевым параметрам. Второй кластер образуют наименее устойчивые регионы с высокой бедностью и низкими инвестициями – Республика Тыва и Республика Дагестан. Остальные регионы формируют третий кластер, характеризующийся умеренными значениями показателей и относительной сбалансированностью.

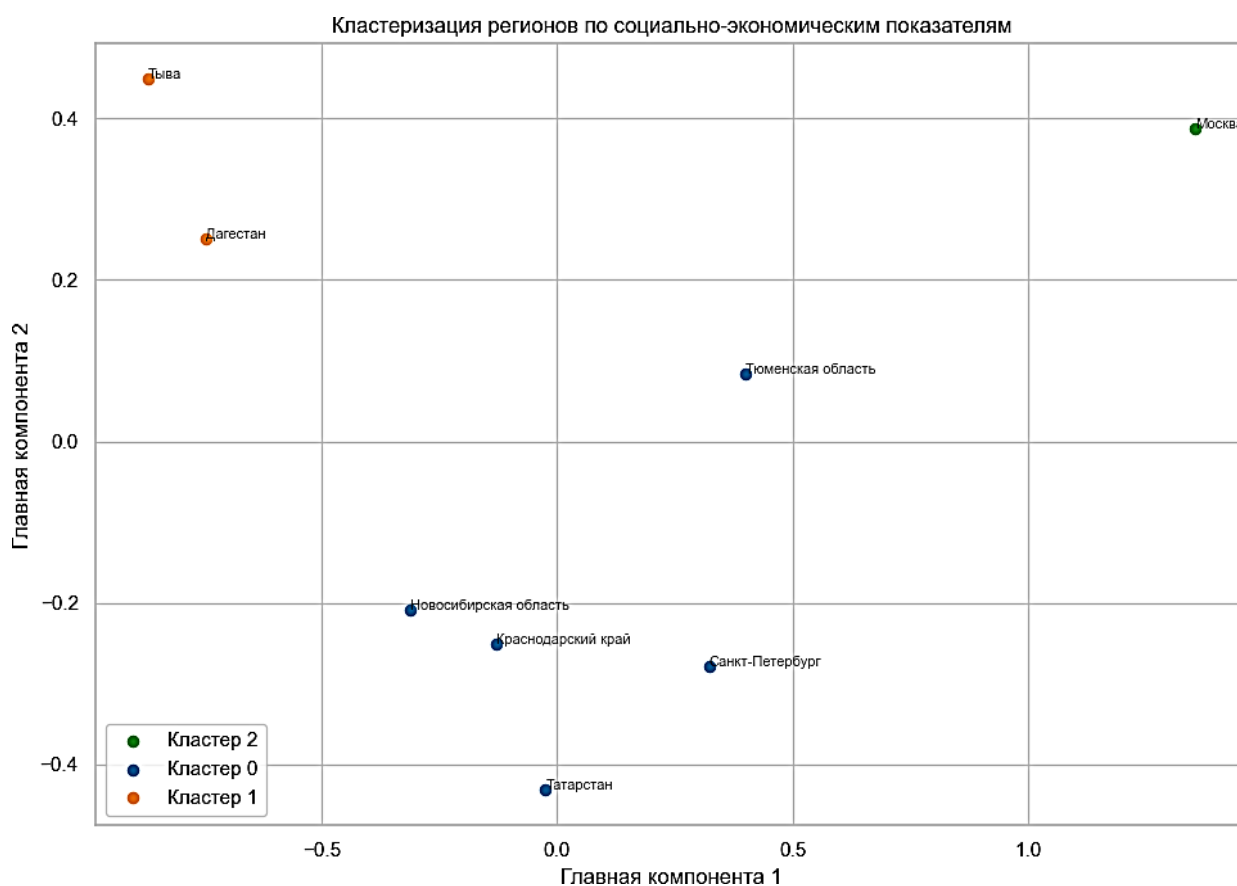


Рис. 3. Результаты кластеризации регионов России по социально-экономическим показателям

Fig. 3. Results of clustering of Russian regions by socio-economic indicators

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного анализа были систематизированы и интерпретированы ключевые социально-экономические характеристики восьми регионов Российской Федерации, отобранных с учетом разнообразия экономических моделей, уровня социально-экономического развития, географического положения и значимости в национальной экономике. Такой выбор позволил охватить как высокоразвитые мегаполисы (Москва, Санкт-Петербург), так и регионы со средней (Татарстан, Тюменская область) и низкой устойчивостью (Тыва, Дагестан), что обеспечивает репрезентативность выборки и дает возможность сформировать типологию регионов с различным уровнем экономической безопасности [8].

Применение комплекса математических методов, включающего нормализацию данных, корреляционный анализ, метод главных компонент (РСА) и кластеризацию KMeans, позволило не только провести классификацию регионов, но и выявить устойчивые взаимосвязи между социально-экономическими параметрами, а также сформировать обоснованные кластеры территорий с общими чертами и рисками. Полученные результаты обладают как прикладной, так и теоретической ценностью. Сформированная типология регионов может быть использована при формировании региональной политики, стратегического планирования и дифференцированного подхода к оценке уровня экономической безопасности [9].

Построенная кластерная модель позволяет учитывать специфику социально-экономической устойчивости регионов при разработке региональных стратегий развития, комплекс

использованных методов может быть масштабирован на более широкую выборку субъектов РФ и адаптирован для мониторинга динамики устойчивости в ретроспективе, выявленные зависимости между показателями могут служить эмпирической основой для построения прогностических моделей и оценки рисков [10].

Таким образом, представленные результаты являются промежуточным этапом в построении комплексной системы оценки экономической безопасности регионов России, а также создают базу для более глубоких исследований, направленных на выявление факторов устойчивости и уязвимости социально-экономических систем на уровне субъектов РФ [12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Топол Г. Г.* Внедрение технологий искусственного интеллекта в экономической безопасности Белгородского региона // *Пространственное развитие территорий: сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции*, Белгород, 28 ноября 2024 года. Белгород: БелГУ, 2025. С. 118–122. EDN: CDIXRC
2. *Мамбетова Ф. А., Факов А. М.* Оценка обеспечения экономической безопасности региона в условиях глобализации: проблемы и перспективы // *Проблемы экономики и юридической практики*. 2019. Т. 15. № 5. С. 60–62. EDN: VQEECG
3. *Лобанов А. В.* Методические аспекты оценки экономической безопасности региона // *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*. 2023. № 3(75). Article ID: 18. EDN: MPNQYK
4. *Новопашина А. А., Винокуров Д. А.* Система искусственного интеллекта в контексте обеспечения экономической безопасности региона // *Актуальные проблемы регионального социально-экономического развития: сборник тезисов VI республиканской научно-практической конференции*, Алчевск, 23 мая 2024 года. Алчевск: Донбасский государственный технический университет, 2024. С. 338–340. EDN: IFYMKQ
5. *Кузнецов В. П., Летягина Е. Н., Перова В. И.* Искусственный интеллект в анализе человеческого капитала как основы экономической безопасности регионов Российской Федерации // *На страже экономики*. 2023. № 3(26). С. 37–47. DOI: 10.36511/2588-0071-2023-3-37-47. EDN: MLSTZM
6. *Писарев И. В.* Теоретические и методологические основы исследования влияния цифровой трансформации экономики и технологий искусственного интеллекта на экономическую безопасность региона // *Перспективы – 2022: материалы XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Электронный ресурс*, Красноярск, 25–30 апреля 2022 года. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. С. 2883–2887. EDN: IWCXPB
7. *Бакуменко М. А., Титаренко Д. В.* Имиджевые аспекты экономической и информационной безопасности организации и региона // *Стратегическое управление развитием информационной безопасности социально-экономических систем на основе умных технологий: монография*. Симферополь: Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, 2022. С. 341–385. EDN: DTLYJJ
8. *Суходоев Д. В.* Особенности использования интеллектуального капитала в государственных учреждениях стран ЕАЭС для повышения экономической безопасности // *Актуальные проблемы развития ЕАЭС в условиях современных глобальных изменений: материалы Всероссийской научно-практической конференции*, Иркутск, 21 декабря 2023 года. Иркутск: Байкальский государственный университет, 2024. С. 145–149. EDN: HCLQPP

9. Лetyagina E. N., Орлова Е. А., Перова В. И. Искусственный интеллект в анализе управления инновационным социально-экономическим развитием регионов России // Актуальные проблемы управления: сборник научных статей по итогам X юбилейной Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 24 октября 2023 года. Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2024. С. 626–630. EDN: KDSWNJ

10. Ryazanova O. V., Timin A. A. Assessment of socio-economic security of the region in terms of demographic indicators // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 389. Article ID 09043. DOI: 10.1051/e3sconf/202338909043

11. Карманов М. В., Киселева И. А., Кузнецов В. И., Трамова А. М. Актуальные проблемы измерения миграционной безопасности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 116–124. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-116-124

12. Мамбетова Ф. А., Ненеева Л. А., Бароков А. А. Перспективные направления развития региона // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 4(102). С. 62–72. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-4-102-62-72

REFERENCES

1. Topol G.G. Implementation of artificial intelligence technologies in the economic security of the Belgorod region. In: *Spatial Development of Territories: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Belgorod, November 28, 2024* (Pp. 118–122). Belgorod: Belgorod State National Research University. EDN: CDIXRC. (In Russian)

2. Mambetova F.A., Fakov A.M. Ensuring regional economic security under globalization: issues and prospects. *Economic Problems and Legal Practice*. 2019. Vol. 15. No. 5. Pp. 60–62. EDN: VQEECG. (In Russian)

3. Lobanov A.V. Methodological aspects of assessing the economic security of a region. *Regional Economy and Management: Electronic Scientific Journal*. 2023. No. 3(75). Article ID: 18. EDN: MPNQYK. (In Russian)

4. Novopashina A.A., Vinokurov D.A. Artificial intelligence system in the context of ensuring regional economic security. In: *Topical Issues of Regional Socio-Economic Development: Abstracts of the VI Republican Scientific and Practical Conference, Alchevsk, May 23, 2024*. Pp. 338–340. Alchevsk: Donbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet. EDN: IFYMKQ. (In Russian)

5. Kuznetsov V.P., Letyagina E.N., Perova V.I. Artificial intelligence in the analysis of human capital as a basis for economic security of the regions of the Russian Federation. *The Economy under Guard*. No. 3(26). Pp. 37–47. DOI: 10.36511/2588-0071-2023-3-37-47. EDN: MLSTZM. (In Russian)

6. Pisarev I.V. Theoretical and methodological foundations for studying the impact of digital transformation of the economy and artificial intelligence technologies on the economic security of the region. In *Prospekt Svobodny – 2022: Proceedings of the XVIII International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Krasnoyarsk, April 25–30, 2022*. Pp. 2883–2887. Krasnoyarsk: Sibirskiy federal'nyy universitet [Electronic resource]. EDN: IWCXPB. (In Russian)

7. Bakumenko M.A., Titarenko D.V. Image aspects of economic and information security of an organization and a region. In *Strategic Management of the Development of Information Security in Socio-Economic Systems Based on Smart Technologies: Monograph*. Pp. 341–385. Simferopol: Krymskiy federal'nyy universitet im. V. I. Vernadskogo, EDN: DTLYJJ. (In Russian)

8. Sukhodoev D.V. Specifics of the use of intellectual capital in public institutions of the EAEU countries to enhance economic security. *In current issues in the development of the EAEU under modern global changes: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Irkutsk, December 21, 2023*. Pp. 145–149. Irkutsk: Baykal'skiy gosudarstvennyy universitet. EDN: HCLQPP. (In Russian)
9. Letyagina E.N., Orlova E.A., Perova V.I. Artificial intelligence in the analysis of managing the innovative socio-economic development of Russian regions. *In Topical Issues of Management: Collection of Scientific Articles Based on the Results of the 10th Anniversary All-Russian Scientific and Practical Conference, Nizhny Novgorod, October 24, 2023*. Pp. 626–630. Nizhny Novgorod: Nizhegorodskiy gosudarstvennyy universitet im. N. I. Lobachevskogo. EDN: KDSWNJ. (In Russian)
10. Ryazanova O.V., Timin A.A. Assessment of socio-economic security of the region in terms of demographic indicators. *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 389. Article ID 09043. DOI: 10.1051/e3sconf/202338909043
11. Karmanov M.V., Kiseleva I.A., Kuznetsov V.I., Tramova A.M. Topical issues of measuring migration security. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 116–124. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-116-124. (In Russian)
12. Mambetova F.A., Nepeeva L.A., Barokov A.A. Prospective directions of regional development. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 4(102). Pp. 62–72. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-4-102-62-72. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Киселева Ирина Анатольевна, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры математических методов в экономике, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

профессор кафедры прикладной математики, Университет «Синергия»;

129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1;

Kia1962@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8862-2610>, SPIN-код: 4980-7263

Трамова Азиза Мухамадияевна, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры информатики, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

профессор кафедры прикладной математики, Университет «Синергия»;

129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1;

Tramova.am@rea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-6580>, SPIN-код: 8583-3592

Николаенко Роман Романович, аспирант, Университет «Синергия»;

129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1;

Romeoaverin@gmail.com, SPIN-код: 7889-8920

Information about the authors

Irina A. Kiseleva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Professor of the Department of Applied Mathematics, Synergy University;

129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street;

Kia1962@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8862-2610>, SPIN-code: 4980-7263

Aziza M. Tramova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Informatics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Professor of the Department of Applied Mathematics, Synergy University;

129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street;

Tramova.am@rea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-6580>, SPIN-code: 8583-3592

Roman R. Nikolaenko, Postgraduate Student, Synergy University;

129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street;

Romeoaverin@gmail.com, SPIN-code: 7889-8920