

УДК 332.122

DOI: 10.18384/2310-6646-2022-2-95-103

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕГИОНОВ РФ ПО УРОВНЮ ИХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Протасов Ю. М.¹, Юров В. М.²

¹Московский государственный областной университет

141014, Московская обл., г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация

²Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова

141070, Московская обл., г. Королев, ул. Гагарина, д. 42, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Кластеризация и сравнительный анализ регионов Российской Федерации по уровню их социально-экономического развития.

Процедура и методы. Кластеризация проводилась по основным характеристикам, отражающим уровень социально-экономического развития регионов РФ, методом *k*-средних с использованием аналитической платформы «Deductor».

Результаты. На основе имеющихся статистических данных выявлены 3 кластера, на которые можно разбить регионы РФ по их социальному и экономическому положению. Проведён анализ выявленных кластеров для определения существенных различий в их социально-экономическом положении и направлениях дальнейшего развития.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные результаты можно использовать для повышения качества и обоснованности решений в социальной и экономической сфере с учётом уровня развития разных кластеров.

Ключевые слова: кластеризация регионов, социально-экономическое развитие, кластерный анализ, профили кластеров

CLUSTERIZATION OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION BY THEIR LEVEL OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT

Yu. Protasov¹, V. Yurov²

¹Moscow Region State University

Very Voloshinoy ul. 24, Mytishchi 141014, Moscow region, Russian Federation

²LEONOV Moscow Region University of Technology

Gagarina ul. 42, Korolev 141070, Moscow region, Russian Federation

Abstract

Aim. Clusterization and comparative analysis of the regions of the Russian Federation according to the level of their socio-economic development.

Methodology. Clusterization was carried out according to the main characteristics reflecting the level of socio-economic development of the regions of the Russian Federation by the *k*-means method using the «Deductor» analytical platform.

Results. Based on the availability of statistical data, three clusters have been identified into which the regions of the Russian Federation can be divided according to their social and economic status.

An analysis of the identified clusters was carried out to identify significant cases in their socio-economic situation and in search of sustainable development.

Research implications. The results obtained can be used to obtain high-quality and reasonable decisions in the social and economic sphere, taking into account the level of development of different clusters.

Keywords: clusterization of regions, socio-economic development, cluster analysis, cluster profiles

Введение

Региональная политика государства направлена на то, чтобы добиться сбалансированности социально-экономического положения регионов РФ, без чего невозможно выровнять существенные различия в уровнях жизни населения в регионах страны. При обосновании решений в социальной и экономической сферах широко используется сравнительный анализ и оценивание социально-экономического положения регионов. Поэтому так высока актуальность решения следующих задач:

1) определение на основе имеющихся статистических данных групп регионов (кластеров), незначительно отличающихся по уровню социально-экономического развития;

2) проведение анализа выявленных кластеров для определения существенных различий в их социально-экономическом положении и направлений дальнейшего развития.

Обычно задача сравнения социально-экономического положения регионов решается с помощью рейтинга – обобщённого показателя. Оценка рейтинга может быть произведена, например, методом подсчёта баллов, многомерной средней, экспертных оценок. Однако применение этих методов ограничивает существенный недостаток – трудность интерпретации рейтинга, который обусловлен следующими причинами [3]:

- значительное количество оцениваемых объектов приводит к необходимости получения кластеров регионов, слабо отличающихся по уровню развития;

- большое количество оцениваемых характеристик регионов влечёт необходимость их структуризации.

Обойти этот недостаток позволяют методы многомерного анализа, одним из которых является метод кластеризации. В основе этого метода лежит группировка регионов, позволяющая получить кластеры из схожих регионов, а регионы разных кластеров отличаются существенно [2].

Во многих работах [1; 4; 6; 7; 8; 9] регионы рассматриваются как объекты кластеризации по различным критериальным признакам, например:

- качество жизни;
- рождаемость;
- общественное здоровье;
- эффективность сельского хозяйства;
- внешнеэкономическая деятельность;
- степень развития транспортной системы.

Эти работы выполнены на основании кластеризации по отдельным показателям. Наше же исследование направлено на решение задачи кластеризации регионов по совокупности показателей, отражающих социально-экономическое развитие субъектов России.

Процедура кластеризации

Информационной базой для проведения кластеризации являются данные Росстата об основных социально-экономических показателях регионов РФ за 2021 г.¹ Для отбора показателей с целью кластеризации к ним предъявлялись следующие требования:

- 1) показатели должны быть среднедушевыми или относительными;
- 2) они не должны коррелировать между собой;
- 3) показатели должны быть статистически значимы (средние значения показателей в разных кластерах должны значимо отличаться от их средних значений по всей совокупности).

Таковыми показателями явились:

- общий коэффициент рождаемости (K_p , ‰);
- общий коэффициент смертности (K_c , ‰);
- удельный вес городского населения (d , %);
- коэффициент миграционного прироста ($K_{м.пр.}$, ‰);
- среднедушевые денежные доходы населения ($D_{ср.мес}$, руб.);
- уровень занятости ($K_{зан}$, %);
- уровень безработицы ($K_{бр}$, %);
- индекс потребительских цен ($I_{пц}$, %);

Анализировались показатели 82 субъектов РФ, с учётом того, что в Архангельскую область входит Ненецкий автономный округ, а в Тюменскую область – Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

Для кластеризации использовалась аналитическая платформа «Deductor». Эта платформа позволяет вычислять необходимые для анализа кластеров параметры: значимость, среднее значение и коэффициент вариации. Все характеристики регионов, используемые для кластеризации, считались равнозначными. Для вычисления значимости используется t -критерий Стьюдента [5].

На практике для проведения кластеризации применяют различные алгоритмы и методы:

- 1) эвристические графовые алгоритмы;
- 2) статистические алгоритмы, основанные на разбиении;
- 3) иерархические методы;
- 4) алгоритмы нечёткой кластеризации.

Каждая группа методов кластеризации обладает своими преимуществами и недостатками. В частности, статистические алгоритмы, основанные на разбиении, эффективно работают с большими объёмами данных, что не всегда можно отметить для графовых методов кластеризации. Алгоритмы нечёткой кластеризации имеют недостаток, заключающийся в невозможности корректного разбиения объектов на кластеры в случае наличия большой дисперсии по разным размерностям элементов.

В работе использовался метод k -средних, который относится к статистическим методам. Кластеризация элементов указанным методом относится к итеративным методам эталонного типа. Он обладает такими сильными сторонами, как высокая эффективность при простоте его реализации, достаточный уровень качества выполненной кластеризации и возможность распараллеливания вычислительных процедур [10].

¹ Социально-экономическое положение России – 2021 г. // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_01/Main.htm (дата обращения: 18.02.2022).

Результаты кластеризации

Методом k -средних строились несколько моделей при различных значениях k , а затем на основе сопоставления матриц сравнения и содержательного анализа кластеров выбиралось их наиболее подходящее число. Минимальная степень схожести кластеров была обнаружена в модели с тремя кластерами (рис. 1).

	0	1	2
0	100,00%	10,10%	39,20%
1	10,10%	100,00%	31,50%
2	39,20%	31,50%	100,00%

Рис. 1 / Fig. 1. Матрица сравнения в модели с $k = 3$ / Comparison matrix in the model with $k = 3$
 Источник: составлено авторами.

Как видно из рис. 1, степень схожести кластеров невысокая (не превышает 40%), а используемые в модели кластеризации показатели имеют высокую значимость (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1
 Профили кластеров/ Cluster profiles

Кластеры	Обобщённый показатель η	Показатели	Характеристики							
			Кр, %	Кс, %	d, %	Км. пр., %	Дср. мес, руб.	КБР, %	Кзан, %	Ипц, %
1	0,375	Значимость, %	100,00	100,00	100,00	22,20	97,30	100,00	100,00	79,70
		Среднее значение	12,22	11,55	50,65	-0,10	35404	10,36	53,35	109,0
		Коэффициент вариации, %	14,89	26,49	20,12	-	18,11	15,35	6,65	1,27
2	0,759	Значимость, %	88,30	99,00	99,00	85,40	100,00	96,50	100,00	100,0
		Среднее значение	10,25	14,22	83,98	-2,44	75322	3,54	65,53	107,1
		Коэффициент вариации, %	11,90	16,17	12,65	-	13,88	41,81	4,53	0,31
3	0,396	Значимость, %	99,80	100,0	56,50	37,20	97,80	98,30	39,60	87,5
		Среднее значение	8,66	18,67	72,05	-0,12	40822	4,38	58,41	108,8
		Коэффициент вариации, %	12,35	10,66	11,26	-	16,40	24,43	4,23	0,66
В целом	0,512	Среднее значение	9,41	16,98	70,67	-0,46	45079	5,13	58,72	108,58

Источник: составлено авторами.

Результаты кластеризации регионов по социально-экономическому положению представлены в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Результаты кластеризации/ Clusterization results

№ кластера	Регионы
1	Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика, Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Бурятия, Забайкальский край – 12 (14,65%) регионов
2	Московская область, г. Москва, Республика Коми, Мурманская область, г. Санкт-Петербург, Тюменская область, Республика Саха (Якутия), Камчатский край, Хабаровский край, Магаданская область, Сахалинская область, Чукотский автономный округ – 12 (14,65%) регионов
3	Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Воронежская область, Ивановская область, Калужская область, Костромская область, Курская область, Липецкая область, Орловская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Ярославская область, Республика Карелия, Архангельская область, Вологодская область, Калининградская область, Ленинградская область, Новгородская область, Псковская область, Республика Крым, Краснодарский край, Астраханская область, Волгоградская область, Ростовская область, г. Севастополь, Ставропольский край, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Удмуртская Республика, Республика Татарстан, Чувашская Республика, Пермский край, Кировская область, Нижегородская область, Оренбургская область, Пензенская область, Самарская область, Саратовская область, Ульяновская область, Курганская область, Свердловская область, Челябинская область, Республика Хакасия, Алтайский край, Иркутская область, Кемеровская область, Красноярский край, Новосибирская область, Омская область, Томская область, Приморский край, Амурская область, Еврейская автономная область – 58 (70,70%) регионов

Источник: составлено авторами.

Обобщенный показатель η (табл. 1) характеризует место кластера в исследуемой совокупности и вычисляется как средняя арифметическая нормированных средних значений характеристик каждого кластера:

$$\eta = \frac{\sum w}{n},$$

где:

$$w = \frac{w_p - w_{нх}}{w_{нл} - w_{нх}},$$

w_p – размерное среднее значение рассматриваемой характеристики;

$w_{нл}$ – наилучшее среднее значение рассматриваемой характеристики;

$w_{нх}$ – наихудшее среднее значение рассматриваемой характеристики;

n – число характеристик.

Сравнительный анализ кластеров**Первый кластер**

Регионы данного кластера объединяют характеристики занятости и безработицы, рождаемости и смертности, среднедушевых доходов и доля городского населения (их значимость более 97%). Это означает большое отличие первого кластера по этим характеристикам от остальных кластеров.

Первый кластер отличается от 2-х других крайней противоречивой направленностью показателей: по демографическим показателям он занимает I место, а по остальным – последнее. Так, коэффициент смертности в регионах данного кластера самый низкий (11,55%), а коэффициент рождаемости самый высокий (12,22%). Отсюда наблюдается самый высокий естественный прирост населения – 0,27%.

Однако в этом кластере самый высокий уровень безработицы (10,36%) – это в 2,9 раза больше, чем во втором кластере и в 2,4 раза больше, чем в третьем кластере, и самый низкий уровень занятости (53,35%). Среднедушевые доходы населения здесь самые низкие и составляют 35 404 руб. – что в 2,12 раза меньше, чем во втором кластере и в 1,15 раза меньше, чем в третьем кластере. При этом индекс потребительских цен в данном кластере самый высокий (109%). Но несмотря на низкие доходы и высокий уровень безработицы, коэффициент миграционного прироста самый большой, но он, однако, остаётся отрицательным. Удельный вес городского населения также самый низкий и составляет 50,65%.

Таким образом, регионы первого кластера имеют самое плохое экономическое положение, но самую благоприятную демографическую ситуацию. В результате обобщённый показатель кластера $\eta = 0,375$, т. е. меньше, чем в других кластерах. Можно также отметить, что в первом кластере коэффициент вариации не превышает 30%. Это позволяет сделать вывод об однородности регионов этого кластера по рассматриваемым характеристикам.

Второй кластер

Регионы второго кластера объединяют, прежде всего, характеристики занятости и безработицы, смертности, среднедушевых доходов, удельного веса городского населения и инфляции (их значимость более 95%). Достаточно высокую значимость (более 85%) имеют и остальные характеристики – рождаемости и миграционного прироста. Это означает высокую степень различия второго кластера по этим характеристикам от остальных кластеров.

Регионы этого кластера характеризуются самым низким уровнем безработицы (3,54%), самыми высокими уровнем занятости (65,53%) и среднедушевыми доходами (75 322 руб.). В этом кластере собраны одни из самых богатых регионов с высокими доходами и высокой занятостью. Однако коэффициент миграционного прироста здесь ниже, чем в первом и третьем кластерах, и составляет – 2,44%. Это можно объяснить тем, что регионы этого кластера сильно отличаются по уровню миграции: с одной стороны, Москва и Санкт-Петербург, а с другой – Магадан и Камчатка. Во втором кластере наблюдается неблагоприятная демографическая ситуация, т. к. коэффициент смертности (14,22%) превышает коэффициент рождаемости (10,25%), отсюда вытекает естественная убыль населения, равная 3,97%. Ситуация усугубляется также отрицательным миграционным приростом, поэтому итоговая убыль населения высокая и составляет 6,41%.

Таким образом, данный кластер имеет самую лучшую экономическую ситуацию, но неблагоприятную демографическую ситуацию. Высокое значение обобщённого показателя данного кластера (0,759) указывает на его лидирующее положение – I место из 3-х.

Можно заметить, что во втором кластере коэффициент вариации для большинства исследуемых характеристик не выше 20%. Только у характеристики безработицы (41,81%) коэффициент вариации несколько выше, но находится почти в пределах условной однородности. Это позволяет сделать вывод об однородности регионов этого кластера.

Третий кластер

Регионы третьего кластера объединяют, прежде всего, характеристики рождаемости и смертности, среднедушевых доходов и безработицы (их значимость более 97%). Достаточно высокую значимость имеет индекс потребительских цен (87,5%). Самую низкую значимость имеют коэффициенты миграционного прироста (37,2%) и занятости (39,5%).

Третий кластер занимает промежуточное положение между первым и вторым кластерами, но при этом обобщающий показатель кластера ненамного превышает аналогичный показатель первого кластера.

По показателям демографической ситуации третий кластер занимает последнее место: коэффициент смертности (18,67%) и коэффициент рождаемости (8,66%) в этом кластере самые худшие. Отсюда следует, что естественный прирост в регионах данного кластера самый низкий (-0,01%). На это накладывается отрицательный миграционный прирост (-0,12 ‰), в результате итоговая убыль населения в этом кластере самая высокая и составляет 10,13% в год.

По остальным показателям данный кластер занимает промежуточное положение.

В целом регионы третьего кластера обладают средним экономическим положением и плохой демографической ситуацией. В этом кластере оказались регионы с самыми однородными данными, для каждой характеристики коэффициент вариации не превышает 25%. Обобщенный показатель данного кластера – 0,438. Данный кластер занимает II место.

Заключение

Из исходного множества основных социально-экономических показателей регионов на основе предъявленных требований определены 8 показателей, статистически значимо влияющих на распределение регионов по кластерам. К таким показателям относятся:

- 1) коэффициент рождаемости;
- 2) коэффициент смертности;
- 3) удельный вес городского населения;
- 4) коэффициент миграционного прироста;
- 5) среднедушевые денежные доходы населения;
- 6) уровень занятости;
- 7) уровень безработицы;
- 8) индекс потребительских цен.

В результате кластеризации выявлены 3 группы регионов (кластеров).

В первый кластер входят 12 регионов. Это регионы Северного Кавказа (кроме Ставропольского края, вошедшего в третий кластер), Республики Адыгея, Калмыкия, Алтай, Тыва, Бурятия и Забайкальский край. Регионы этого кластера характеризуются плохим экономическим положением, но самой благоприятной демографической ситуацией.

Второй кластер включает также 12 регионов. Но это в основном регионы с высокими экономическими показателями: г. Москва и Московская область, г. Санкт-Петербург, Тюменская область, Республика Саха (Якутия) и более половины регионов Дальневосточного федерального округа. Регионы этого кластера характеризуются благоприятной экономической и неблагоприятной демографической ситуацией.

Третий кластер является самым многочисленным и включает в себя 58 регионов: регионы Центрального федерального округа (кроме Москвы и Московской области, вошедших во второй кластер), Северо-Западного, Южного, Приволжского, Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Этот кластер занимает промежуточное положение между первым и вторым кластерами. Он обладает средним экономическим положением и плохой демографической ситуацией.

Полученные результаты можно использовать для повышения качества и обоснованности решений в социальной и экономической сфере с учётом уровня развития разных кластеров.

Статья поступила в редакцию 28.03.2022.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов И. А. Кластеризация внешнеэкономической деятельности регионов // Экономика и менеджмент систем управления. 2016. № 1-3. С. 309–315.
2. Гичиев Н. С. Кластерный анализ в экономике: теоретический аспект // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 8 (118). С. 176–186.
3. Гордолопов Ю. В., Лукашевич Н. С. Кластеризация регионов по уровню социально-экономического развития на основе самоорганизующихся карт Кохонена // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2010. Вып. 3. С. 27–33.
4. Демичев В. В., Маслакова В. В., Нестратова А. А. Кластеризация регионов России по уровню эффективности сельского хозяйства // Бухучёт в сельском хозяйстве. 2020. № 12. С. 58–66.
5. Исаев В. Г., Протасов Ю. М., Юров В. М. Кластеризация организаций высшего образования московского региона по результатам мониторинга их деятельности // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2021. № 1. С. 93–101.
6. Костина С. Н., Трынов А. В. Кластерный анализ динамики рождаемости четвертых и последующих детей в регионах Российской Федерации // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 3. С. 232–245.
7. Кузнецов В. Н. Применение кластерного анализа для оценки транспортной системы регионов РФ // Университетская наука. 2020. № 1 (9). С. 71–73.
8. Лавриненко П. А., Рыбакова Д. А. Сравнительный анализ региональных различий в сферах здоровья населения, экологии и здравоохранения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. № 5 (41). С. 198–210.
9. Локосов В. В., Рюмина Е. В., Ульянов В. В. Кластеризация регионов России по показателям качества жизни и качества населения // Народонаселение. 2019. Т. 22. № 4. С. 4–17.
10. Lee C. H., Steigerwald D. G. Inference for clustered data // Stata Journal. 2018. Vol. 18. № 2. P. 447–460. DOI:10.1177/1536867X1801800210

REFERENCES

1. Aksenov I. A. [Clusterization of foreign economic activity of regions]. In: *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya* [Economics and management of control systems], 2016, no. 1-3, pp. 309–315.
2. Gichiev N. S. [Cluster analysis in economics: theoretical aspect]. In: *Regionalnyye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional problems of economic transformation], 2020, no. 8 (118), pp. 176–186.
3. Gordopolov Yu. V., Lukashevich N. S. [Clusterization of regions to ensure socio-economic development based on self-organizing Kohonen maps]. In: *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskiye nauki* [Scientific and technical statements of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences], 2010, iss. 3, pp. 27–33.

4. Demichev V. V., Maslakova V. V., Nestratova A. A. [Clusterization of Russian regions according to the level of agricultural efficiency]. In: *Bukhuchet v selskom khozyaystve* [Accounting in agriculture], 2020, no. 12, pp. 58–66.
5. Isaev V. G., Protasov Yu. M., Yurov V. M. [Clusterization of organizations of higher education in Moscow region based on the results of monitoring their activities]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblasnogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economy], 2021, no. 1, pp. 93–101.
6. Kostina S. N., Trynov A. V. [Cluster analysis of the dynamics of the birth rate of fourth and subsequent children in the regions of the Russian Federation]. In: *Ekonomicheskiye i sotsialnyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], 2021, vol. 14, no. 3, pp. 232–245.
7. Kuznetsov V. N. [Application of cluster analysis to assess the transport system of regions of the Russian Federation]. In: *Universitetskaya nauka* [University Science], 2020, no. 1 (9), pp. 71–73.
8. Lavrinenko P. A., Rybakova D. A. [Comparative analysis of regional differences in the spheres of public health, ecology and healthcare]. In: *Ekonomicheskiye i sotsialnyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], 2015, no. 5 (41), pp. 198–210.
9. Lokosov V. V., Rymina E. V., Ulyanov V. V. [Clusterization of Russian regions in terms of quality of life and population quality]. In: *Narodonaseleniye* [Population], 2019, vol. 22, no. 4, pp. 4–17.
10. Lee C. H., Steigerwald D. G. Inference for clustered data. In: *Stata Journal*, 2018, vol. 18, no. 2, pp. 447–460. DOI:10.1177/1536867X1801800210

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Протасов Юрий Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры начального образования Московского государственного областного университета;
e-mail: protasov_54@mail.ru

Юров Владимир Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и стандартизации Технологического университета имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова;
e-mail: urow5@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yury M. Protasov – Cand. Sci. (Technical), Assoc. Prof., Department of Primary Education, Moscow Region State University;
e-mail: protasov_54@mail.ru

Vladimir M. Yurov – Cand. Sci. (Technical), Assoc. Prof., Department of Quality Management and Standardization, LEONOV Moscow Region University of Technology;
e-mail: urow5@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Протасов Ю. М., Юров В. М. Кластеризация регионов РФ по уровню их социально-экономического развития // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2022. № 2. С. 95–103.
DOI: 10.18384/2310-6646-2022-2-95-103

FOR CITATION

Protasov Yu. M., Yurov V. M. Clusterization of the Regions of the Russian Federation by Their Level Socio-Economic Development. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2022, no. 2, pp. 95–103.
DOI: 10.18384/2310-6646-2022-2-95-103