

УДК 338.48

ББК 65.433

Darmanyán Anatoly Petrovitch,
doctor of technical sciences, professor of the department
of energy supply to rural economy
and the theoretical foundations of electrical engineering
of Volgograd State Agrarian University
Volgograd,
e-mail: adarma@inbox.ru

Filippov Mikhail Vladimirovich,
candidate of technical sciences,
associate professor of the department of mathematical methods
in economics, information and service technologies
of Volgograd Institute of Business,
Volgograd,
e-mail: m_filippov@rambler.ru

Rudenko Andrei Yurevich,
candidate of economics, associate professor of the department
of mathematical modelling and informatics
Volgograd State Agrarian University,
Volgograd,
e-mail: rudenkovgsxa@mail.ru

Shokhnekh Anna Vladimirovna,
doctor of economics, professor of the department
of management and economics of education
Volgograd State
Socio-Pedagogical University,
Volgograd,
e-mail: shokhnekh@yandex.ru

Дармянян Анатолий Петрович,
д-р техн. наук, профессор кафедры
«Энергоснабжение сельского хозяйства
и теоретические основы электротехники»
Волгоградского государственного аграрного университета,
г. Волгоград,
e-mail: adarma@inbox.ru

Филиппов Михаил Владимирович,
канд. тех. наук,
доцент кафедры математических методов
в экономике, информационных и сервисных технологий
Волгоградского института бизнеса,
г. Волгоград,
e-mail: m_filippov@rambler.ru

Руденко Андрей Юрьевич,
канд. экон. наук, доцент кафедры
математического моделирования и информатики
Волгоградского государственного аграрного университета,
г. Волгоград,
e-mail: rudenkovgsxa@mail.ru

Шохнех Анна Владимировна,
д-р экон. наук, профессор кафедры
«Менеджмент и экономика образования»
Волгоградского государственного
социально-педагогического университета,
г. Волгоград,
e-mail: shokhnekh@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)

USE OF CLUSTER ANALYSIS FOR ASSESSMENT OF THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF CITIES OF THE FEDERAL DISTRICT (ON THE EXAMPLE OF THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT)

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

08.00.13 – Mathematical and instrumental methods of economics

В статье рассматривается актуальная проблема выбора из большого числа показателей, характеризующих функционирование социально-экономической системы, ограниченного числа факторов, определяющих существенные различия подсистем. Для решения задачи авторами предложено использовать методы кластерного анализа. В статье приведен пример использования данных методов для исследования социально-экономического состояния городов ЮФО. На основе проведенной кластеризации выделены несколько кластеров, в которые входят города с близкими значениями макроэкономических показателей. Полученные результаты позволяют проводить адекватные оценки социально-экономического состояния каждого города в сравнении с городами своего кластера.

The article considers the current problem of selection of a limited number of the factors defining essential distinctions of subsystems from a large number of the indices characterizing functioning of social and economic system. For accomplishing

the task authors offer to use methods of cluster analysis. The article gives the example of use of these methods for a research of a social and economic status of the cities of the Southern Federal District. On the basis of performed clustering several clusters are selected which include the cities with the close values of macroeconomic indices. The received results allow carrying out adequate assessment of a social and economic status of each city in comparison with the cities of the cluster in whole.

Ключевые слова: экономико-математические методы, социально-экономические системы, подсистемы, областные города федерального округа, кластерный анализ, кластеры, кластеризация, макроэкономические показатели, развитие регионов, описательная статистика, древовидная диаграмма.

Keywords: economic and mathematical methods, social and economic systems, subsystems, regional cities of the federal district, cluster analysis, clusters, clustering, macroeconomic indices, development of regions, descriptive statistics, tree diagram.

При моделировании сложных социально-экономических систем использование экономико-математических методов позволяет решать множество научных задач: от достоверной оценки существующей ситуации до научно-обоснованного прогнозирования будущего развития экономической системы [1]. Так, использование экономико-математических методов совместно с современными информационными технологиями дает возможность анализировать и управлять рынком труда в регионах [2]. Несомненно, применение различных методов математического моделирования экономических систем (данного направления) позволит улучшить качество создаваемых (математических) моделей и повысить точность их результатов (более точные результаты).

Для целей моделирования социально-экономических систем в качестве факторов математических моделей принято использовать макроэкономические индикаторы, вычисленные как средние значения эмпирических выборок различных показателей. Однако, как показали проведенные нами исследования [3], такой подход зачастую неинформативен и недостоверен ввиду отсутствия (как правило) нормального распределения у эмпирических выборок измеренных макроэкономических показателей, что исключает правомерность использования их средних значений.

Актуальным вопросом при моделировании сложных социально-экономических систем остается в настоящее время научно обоснованный выбор из большого числа показателей, характеризующих функционирование социально-экономической системы, ограниченного числа так называемых определяющих факторов (показателей). На основе анализа значений этих определяющих факторов сложная система может быть разбита на подсистемы. Таким образом, исследование сложной социально-экономической системы можно свести к изучению ограниченного количества подсистем, а по средним значениям факторов в каждой подсистеме появляется возможность сравнивать подсистемы, выявлять их различия и тенденции изменения. Примером такой проблемы является сравнительный анализ социально-экономического развития различных городов (или областей), входящих в один федеральный округ, средние значения макроэкономических показателей в которых существенно различаются.

Новизна решения поставленной задачи заключается в том, что предлагается использовать методы кластерного анализа, успешное применение которых было показано нами для анализа состояния здравоохранения крупного города [4], имеющего несколько различных по размеру районов, и использовалось в работе [5] для оценки социально-экономического развития регионов РФ.

Целью исследования является сравнительная оценка социально-экономического развития городов одного федерального округа на примере Южного Федерального округа (ЮФО) с использованием методов кластерного анализа.

Задачи исследования:

1) показать возможность применения методов кластерного анализа для оценки социально-экономического развития областных городов Южного Федерального округа;

2) выбрать определяющие (основные) показатели для сравнения социально-экономического развития городов Южного Федерального округа;

3) выполнить кластеризацию областных городов ЮФО по состоянию на 2013 и 2015 годы.

Надо заметить, что понятие «кластер», введенное М. Портером в 1990 году, было впервые применено по отношению к отраслям экономики и организациям [6]. Достоинство кластерного анализа в том, что он дает возможность проводить разбиение объектов не по одному параметру, а по ряду параметров (признаков). В отличие от большинства математико-статистических методов кластерный анализ имеет ряд существенных преимуществ: не требует априорных предположений о наборе данных, позволяет анализировать различные типы данных, не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов, позволяет исследовать множество исходных данных практически произвольной природы. И нужно соблюсти только одно единственное условие в том, что переменные должны измеряться в сравнимых шкалах. Главное назначение кластерного анализа (англ. *cluster* — гроздь, скопление) — разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы или кластеры. На наш взгляд, еще одно достоинство кластерного анализа в том, что он позволяет значительно сокращать размерность исходных данных (показателей), что было показано нами и в работе [4], и таким образом делать наглядным и понятным результат сравнительного анализа различных сложных объектов.

Кластеризация для проведения анализа таких социально-экономических объектов, как регионы РФ, представляет процесс выделения группы субъектов одного региона (городов) с близкими значениями макроэкономических показателей. И хотя при этом теряется большая часть содержательной и конкретной информации, тем не менее появляется возможность сравнивать города одного региона, смотреть на ситуацию сверху, оценивать общее развитие региона в целом и, как следствие, выявлять направление движения каждой из выделенных групп как реальной совокупности объектов с близкими значениями макроэкономических показателей. Для целей классификации регионов чаще всего применяют общие методы кластерного анализа, а именно древовидную кластеризацию и метод К-средних, которые имеют хорошую программную реализацию в программе Statistica [7].

Для проведения кластеризации были выбраны 11 макроэкономических показателей, описание которых дано в табл. 1, а их значения для всех областных городов ЮФО по состоянию на 2013 год приведены в табл. 2.

Таблица 1

Макроэкономические показатели социально-экономического развития региона

Показатель	Характеристика	Размерность
X1	Численность населения	тыс. чел.
X2	Среднегодовая численность работников организаций	тыс. чел.
X3	Среднемесячная начисленная заработная плата	тыс. руб./чел.
X4	Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя	кв. м/чел.
X5	Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство»	млн руб.
X6	Объем розничной торговли	млн руб./чел.
X7	Численность врачей на 10 000 человек населения	Количество на 10 000 чел.

Окончание таблицы 1

Показатель	Характеристика	Размерность
X8	Преступность	Количество на 10 000 чел.
X9	Естественная прибыль/убыль населения	%
X10	Валовой региональный внутренний продукт (ВРП) на душу населения	млн руб./чел.
X11	Доходы местного бюджета	млн руб.

Таблица 2

Значения макроэкономических показателей по состоянию на 2013 год

	Майкоп	Элиста	Краснодар	Астрахань	Волгоград	Ростов-на-Дону
X1	168	104	893	531	1 018	1 110
X2	40	26	278	138	280	297
X3	22 358	21 638	34 401	27 588	26 351	31 609
X4	26,6	25,5	28,1	22,8	22,1	23,9
X5	65	96	95	99	83	81
X6	713	360	54 003	35 695	89 601	101 184
X7	11 118	4 307	121 849	36 655	89 601	101 184
X8	10,4	4,8	5,6	9	8,1	7,7
X9	-0,3	5,9	3,4	2,2	-2,1	-0,6
X10	1 675	1 473	14 135	8 528	14 164	19 632
X11	161,7	145,3	301,4	263,5	235,3	217,3

Источник: составлено авторами по данным Росстата [8].

Как видно из данных в табл. 2, все города ЮФО существенно различаются величинами своих макроэкономических показателей особенно в численности населения и, следовательно, использование абсолютных значений таких показателей для сравнения городов, на наш взгляд, неинформативно. Чтобы нивелировать

зависимость значения макроэкономического показателя от численности населения, в табл. 3 приведены относительные (удельные) значения этих же показателей (кроме показателей X3 и X4), отнесенные к численности населения каждого города, которые и были использованы для дальнейшего анализа.

Таблица 3

Значения показателей для кластерного анализа по состоянию на 2013 год

Город	X2/X1	X3	X4	X5	X6/X1	X7/X1	X8/X1	X9	X10/X1
Майкоп	24	22,4	26,6	65	4,2	66,2	10	-0,3	161,7
Элиста	25	21,6	25,5	96	3,5	41,4	14	5,9	145,3
Краснодар	31	24,4	28,1	95	60,5	136,4	16	3,4	301,4
Астрахань	26	27,6	22,8	99	67,2	69,0	16	2,2	263,5
Волгоград	28	26,3	22,1	83	15,5	88,0	14	-2,1	235,3
Ростов-на-Дону	27	31,6	23,9	81	46,2	91,2	18	-0,6	217,3

Учитывая существенное различие между всеми городами ЮФО, число кластеров было выбрано, равное четырем. Для этих кластеров средствами ПП Statistica 6.0, используя метод К-средних [7], прежде всего, был выполнен дисперсионный анализ, результаты которого приведены в табл. 4. Как видно из полученных данных, по таким показателям, как X5 (объем работ по виду экономической деятельности

«Строительство»), X8/X1 (преступность на душу населения города) и X9 (естественная прибыль/убыль населения, %), областные города ЮФО практически не отличаются друг от друга (значения $p = 0,79$; $p = 0,75$; $p = 0,22$ соответственно). В то же время значения других показателей в каждом кластере существенно отличаются на уровне значимости $p = 0,00-0,11$ (см. табл. 4).

Таблица 4

Результаты дисперсионного анализа четырех кластеров ЮФО

Показатель	Дисперсия между кластерами (Between-SS)	Дисперсия внутри кластера (Within-SS)	F-критерий	Уровень значимости p
X2/X1	21	11	4,7	0,10
X3	121 531 400	4 921 915	37,1	0,00
X4	17	10	6,3	0,10
X5	117	707	2,6	0,79
X6/X1	2 665	1 439	7,8	0,09
X7/X1	3 638	1 513	4,6	0,11
X8/X1	8	36	0,3	0,75
X9	22	13	2,5	0,22
X10/X1	13 670	4 072	5,0	0,08

Для дальнейшего анализа показатели X5, X8/X1 и X9 были исключены, а с помощью оставшихся показателей выполнен дисперсионный анализ в предположении, что

в ЮФО можно выделить три кластера, в результате чего методом К-средних получена древовидная диаграмма (дендрограмма процесса кластеризации), показанная на рис. 1.

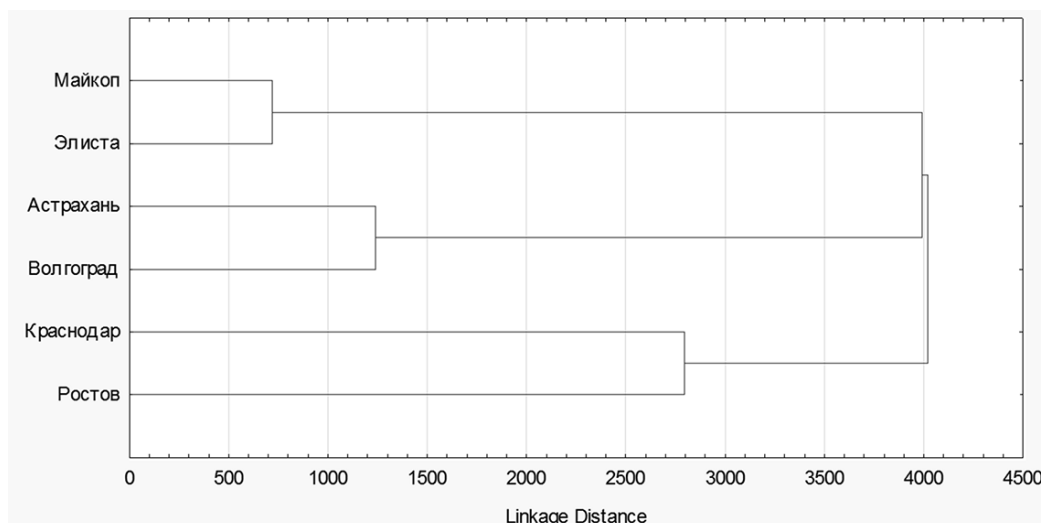


Рис. 1. Результаты кластерного анализа областных городов ЮФО по состоянию на 2013 год

Как видно на рис. 1, наибольшее сходство имеют города Майкоп и Элиста, Астрахань и Волгоград, Краснодар и Ростов-на-Дону, которые образуют три кластера в ЮФО.

Аналогично была выполнена кластеризация областных городов ЮФО с использованием данных Росстата [9] по состоянию на 2015 год, результаты которой показаны на рис. 2.

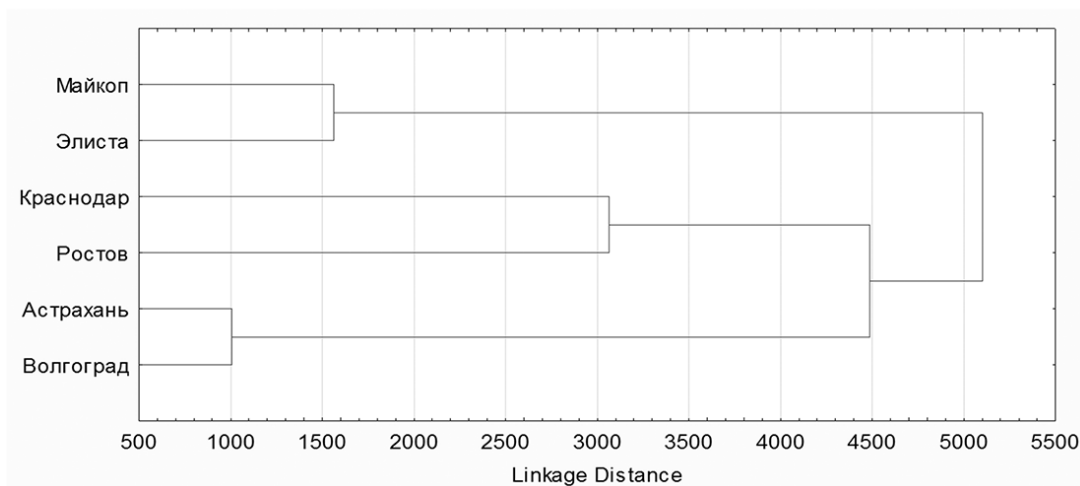


Рис. 2. Результаты кластерного анализа областных городов ЮФО по состоянию на 2015 год

На основе проведенной кластеризации областных городов ЮФО показано, что в ЮФО за период 2013–2015 годов существовало три кластера, в каждом из которых находилось по два города (Майкоп и Элиста, Астрахань и Волго-

град, Краснодар и Ростов-на-Дону) (см. табл. 5). И именно между городами одного кластера целесообразно проводить сравнение уровня социально-экономического развития по выбранному макроэкономическому показателю.

Таблица 5

Описание кластеров областных городов ЮФО в период 2013–2015 годов

Кластер	Количество городов в кластере	Перечень городов, составляющих кластер
1	2	Майкоп, Элиста
2	2	Астрахань, Волгоград
3	2	Краснодар, Ростов-на-Дону

Таким образом, достигнута основная цель исследования — показана возможность применения методов кластерного анализа для выделения нескольких кластеров среди областных городов Южного Федерального округа, в которые входят города с близкими значениями

макроэкономических показателей (социально-экономическими показателями). Это дает возможность проведения более адекватных сравнительных исследований социально-экономического состояния городов одного федерального округа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дарманиян А. П., Филиппов М. В. Прогнозирование стоимости жилищного строительства в России // Бизнес. Образование. Право. 2013. № 2 (23). С. 120–123.
2. Сафонова О. Е., Филиппов М. В. Совершенствование управления рынком труда региона на основе структуризации информационного фактора // Бизнес. Образование. Право. 2012. № 3 (20). С. 146–150.
3. Дарманиян А. П. Использование показателей описательной статистики для характеристики эмпирических выборок макроэкономических индикаторов // Экономика региона. 2013. № 2 (34). С. 157–163.
4. Дарманиян А. П., Ирхина Е. А., Соловьева Е. А. Моделирование состояния здравоохранения крупного города с использованием методов кластерного анализа (на примере города Волгограда) // Межд. научно-практ. конф. «Экономическая безопасность России и стратегии развития ее регионов в современных условиях» (Волгоград, 6–9 октября 2015 г.). Волгоград : ВолгГТУ, 2015. Ч. 2. С. 46–49.
5. Жолудева В. В., Мельниченко Н. Ф., Козлов Г. Е. Применение кластерного анализа для оценки социально-экономического развития регионов на примере ЦФО и Ярославской области // Экономика, Статистика и Информатика. 2014. № 1. С. 144–148.
6. Боженко С. В., Брут-Бруляко А. А. Кластерный анализ в экономических исследованиях: направления и опыт использования // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2008. № 18. С. 35–38.
7. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. Учебник. 3-е изд. М. : Бинум-Пресс, 2007. 512 с.
8. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. Данные за 2014 год [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138631758656 (дата обращения: 25.09.2017).
9. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2016 : Стат. сб. [Электронный ресурс] / Росстат. М., 2016. 442 с. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/region/reg_gor16.pdf (дата обращения: 25.09.2017). Загл. с экрана.

REFERENCES

1. Darmanyanyan, A. P., Filippov M. V. Forecasting of cost of housing construction in Russia // Business. Education. Law. 2013. No. 2 (23). P. 120–123.
2. Safonova O. E., Filippov M. V. Improving the management of regional labor market on the basis of the structuring informational factors // Business. Education. Law. 2012. No. 3 (20). P. 146–150.
3. Darmanyanyan A. P. The use of indicators of descriptive statistics for the characteristics of the empirical samples of macro-economic indicators // Economy of the region. 2013. No. 2 (34). P. 157–163.
4. Darmanyanyan A. P., Irkhina E. A., Soloviyo E. A. Modeling the state of health care of a large city by using methods of cluster analysis (on the example of Volgograd city) // International research and practical conference «Economic security of Russia and strategy of development of its regions in modern conditions» (Volgograd, October 6–9, 2015). Volgograd : Volgograd State Technical University, 2015. Part 2. P. 46–49.
5. Zholudeva V. V., Mel'nichenko N. F., Kozlov G. E. Use of cluster analysis to assess the socio-economic development of regions on the example of the Central Federal District and Yaroslavl region // Economics, Statistics and Informatics. 2014. No. 1. P. 144–148.
6. Bozhenko S. V., Brut-Bruliako A. A. Cluster analysis in economic research: trends and experience of use // Bulletin of Kostroma State Technological University. 2008. No. 18. P. 35–38.
7. Khalafian A. A. STATISTICA 6. Statistical analysis of data. Tutorial. 3rd ed. M. : Binom-Press, 2007. 512 p.
8. The regions of Russia. The main socio-economic indicators of cities. Data for the year 2014 [Electronic resource] / Federal State Statistics Service. Official site. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138631758656 (date of viewing: 25.09.2017).
9. The regions of Russia. The main socio-economic indicators of cities. 2016. Statistical book [Electronic resource] / Rosstat. M., 2016. 442 p. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/region/reg_gor16.pdf (date of viewing: 25.09.2017). Screen title.

Как цитировать статью: Дарманиян А. П., Филиппов М. В., Руденко А. Ю., Шохнех А. В. Применение кластерного анализа для оценки социально-экономического развития городов Федерального округа (на примере Южного Федерального округа) // Бизнес. Образование. Право. 2017. № 4 (41). С. 28–32.

For citation: Darmanyanyan A. P., Filippov M. V., Rudenko A. Yu., Shokhnekh A. V. Use of cluster analysis for assessment of the socio-economic development of cities of the Federal district (on the example of the southern Federal district) // Business. Education. Law. 2017. No. 4 (41). P. 28–32.