

# ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ НА ПРИМЕРЕ ЦФО И ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

УДК 311:332.14

**Вера Витальевна Жолудева**,  
к.п.н., заведующий кафедрой математики и  
естественно-научных дисциплин Ярославского филиала МЭСИ  
Эл. почта: VZholudeva@mesi.ru

**Надежда Федоровна Мельниченко**,  
к.э.н., заведующий кафедрой общего менеджмента и предпринимательства Ярославского филиала МЭСИ  
Эл. почта: NMel'nichenko@mesi.ru

**Георгий Евгеньевич Козлов**,  
к.ф.-м.н., заведующий кафедрой математики и информатики Ярославского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации  
Эл. почта: GKozlov@mesi.ru

В статье представлены результаты кластерного анализа регионов Центрального Федерального округа. Проведенный анализ позволил выявить степень использования ресурсов, а также возможности территорий по улучшению показателей социально-экономического развития. Определен рейтинг социально-экономического развития Ярославской области в ЦФО.

*Ключевые слова:* кластер, интегральный показатель, потенциал, регион, социально-экономическое развитие

**Vera V. Zholudeva**,  
PhD in Pedagogy, Head of the Department of Mathematics and Natural Sciences, Yaroslavl Branch of Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics (MESI).  
E-mail: VZholudeva@mesi.ru

**Nadezhda F. Melnichenko**,  
PhD in Economics, Head of the Department of Management, Yaroslavl Branch of Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics (MESI).  
E-mail: NMel'nichenko@mesi.ru

**Georgi E. Kozlov**,  
PhD in Physics and Mathematics, Head of the Department of Mathematics and Informatics, Yaroslavl Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation.  
E-mail: GKozlov@mesi.ru

## THE USE OF CLUSTER ANALYSIS TO EVALUATE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS (EVIDENCE FROM THE YAROSLAVL REGION)

In the article the results of Cluster Analysis of the Central Federal District regions are presented. The use of cluster analysis methods for definition of the resources utilization degree and the improvement of socio-economic development of any region is considered. The article gives the index of socio-economic development of the Yaroslavl region.

*Keywords:* cluster(s), integral index, potential, region, socio-economic development.

## 1. Введение

Перед каждым регионом в настоящее время стоит задача модернизации основных направлений социально-экономического развития [1]. Так как, регион можно рассматривать как систему, каждая часть которой обладает собственным потенциалом, то для анализа состояния такой системы целесообразно применять математико-статистический аппарат [5].

Одним из наиболее действенных инструментов подобного анализа является кластерный анализ. Кластерный анализ представляет собой набор различных алгоритмов распределения объектов по кластерам. Наиболее широко кластерный анализ применяется в маркетинговых исследованиях и экономике, особенно в тех случаях, когда необходимо классифицировать большое количество информации. Для классификации регионов, чаще всего, применяются общие методы кластерного анализа, а именно древовидная кластеризация и метод К-средних [4].

Надо отметить, что при определении приоритетных направлений комплексного социально-экономического развития региона кластерный анализ может быть использован в нескольких аспектах. Первая область применения – это выявление проблем и формирование перечня регионов с низкими социально-экономическими показателями, которым требуется первоочередная помощь. Второй аспект анализа – это оценка потенциала и отбор регионов, которые являются или могут стать лидерами развития, для которых в дальнейшем могут создаваться инвестиционные проекты развития, финансируемые полностью или частично за счет бюджетных средств. Кроме того, если кластерный анализ будет проведен по одной и той же выборке и системе показателей за разные временные периоды, это даст представление о динамике развития регионов, их движении относительно сформировавшихся групп, что предоставляется весьма важным для проведения прогнозирования [3].

Целью данного исследования является сравнительная оценка уровня социально-экономического развития регионов Центрального Федерального округа, основанная на результатах кластерного анализа. В данной работе проведено исследование 17 регионов, входящих в состав ЦФО.

## 2. Оценка социально-экономического развития регионов ЦФО на основе кластерного анализа

Для оценки социально-экономических позиций субъектов Центрального Федерального округа проведен поэтапный кластерный анализ на базе 10 статистических показателей, которые наиболее полно и информативно характеризуют соответствующие условия развития регионов (некоторые социально-экономические показатели не были рассмотрены, так как по ним отсутствует официальная статистическая информация).

Осуществление кластерного анализа обуславливается следующими соображениями. Области ЦФО сильно разнятся по площади и количеству населения, проживающего в них. Так, самой маленькой по территории является Ивановская область (21437 кв. км), а самой крупной – Тверская область (84201 кв. км). Соотношение их площадей 1:4. Меньше всего численность населения в Костромской области (658906 чел.), а наиболее заселена Московская область (7048084 чел.). Соотношение составляет 1:11. Дифференциация по величине среднемесячной заработной платы на одного работника составляет 1,7 раза. Примерно такая же картина наблюдается и по большинству других показателей, характеризующих уровень социально-экономического развития регионов округа. Таким образом, неоднородность обуславливает возможность выделения среди всей совокупности областей округа определенных групп (кластеров).

Прежде чем осуществить кластерный анализ, нами были выделены наиболее значимые характеристики уровня социально-экономического развития.

В качестве результирующей величины  $Y$  был взят валовой региональный продукт на душу населения (руб.).

Перечень статистических показателей для проведения кластерного анализа:

$Y$  – валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения (руб.);

$X_1$  – коэффициент естественного прироста населения (на 1000 человек);

$X_2$  – уровень безработицы (%);

$X_3$  – среднемесячная заработная плата (руб.);

$X_4$  – численность студентов вузов (тыс. чел.);

$X_5$  – численность врачей на 10000 человек населения;

$X_6$  – индекс промышленного производства к предыдущему году (%);

$X_7$  – объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство» (млн. руб.);

$X_8$  – удельный вес организаций, использующих глобальные информационные сети (%);

$X_9$  – инвестиции в основной капитал (млн. руб.).

Кластерный анализ был осуществлен для всех областей ЦФО за 4 года с 2008 г. по 2011 г.

Применение кластерного анализа в данном исследовании осуществлялось с помощью версии пакета программы STATISTICA 6 [6]. Число кластеров было решено взять равное трём, чтобы выявить сильные, средние и слабые по своему социально-экономическому развитию подгруппы областей ЦФО.

В результате проведенного кластерного анализа по данным за 2008 год 17 областей ЦФО были разделены на 3 кластера, состав которых представлен в таблице 1.

Анализ данной таблицы, показывает, что в первый кластер входят наиболее развитые области ЦФО, которые можно назвать «лидерами». Эти области в 2008 году были схожи по уровню экономического развития. Пожалуй, именно они были самыми активными, и их можно условно назвать полюсами экономического роста.

Вторую группу составляют девять областей, это самый многочисленный кластер. Условно этот кластер можно назвать «последователи». Эти области достаточно близки по большинству показателей. Они являются промышленно-аграрными и имеют средний показатель уровня социально-экономического развития, который сформировался, в основном, за счет крупных

Описание кластеров по состоянию на 2008 год

Номер кластера	Количество областей, входящих в кластер	Перечень областей ЦФО, составляющих кластер
1 кластер	4	Белгородская, Воронежская, Тверская, Ярославская
2 кластер	9	Брянская, Владимирская, Ивановская, Курская, Липецкая, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская
3 кластер	4	Калужская, Костромская, Московская, Тульская

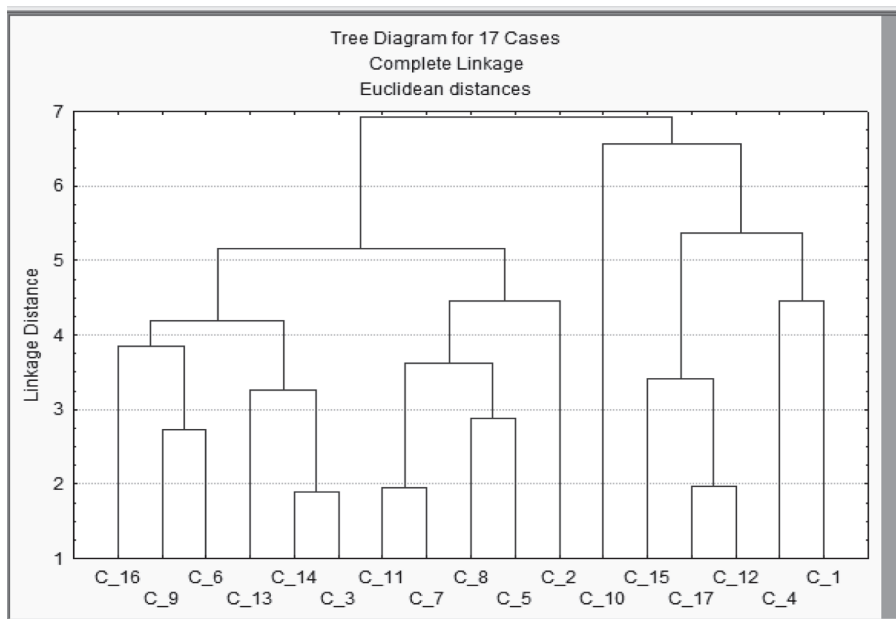


Рис. 2. Дендограмма процесса кластеризации областей ЦФО, 2010 г.

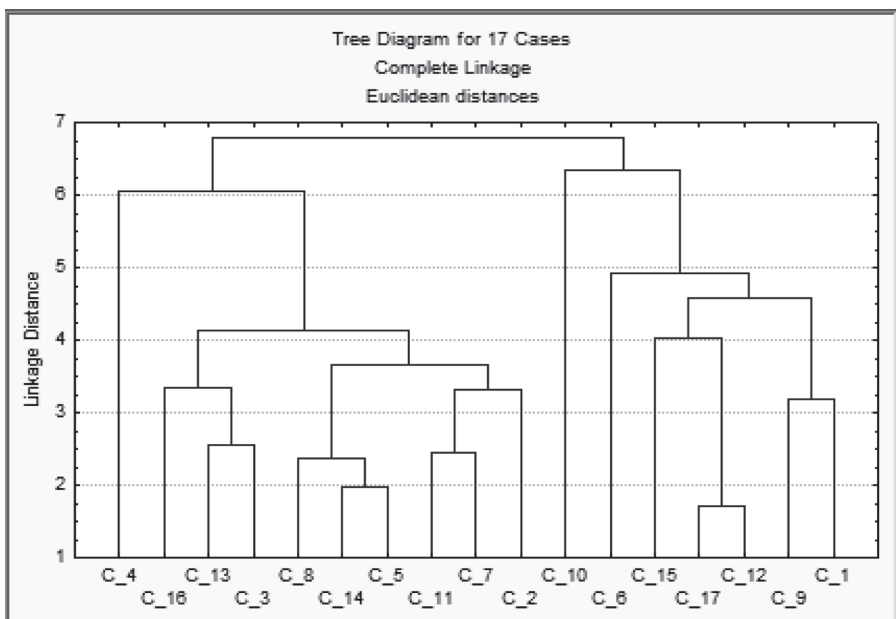


Рис. 2. Дендограмма процесса кластеризации областей ЦФО, 2010 г.

промышленных предприятий, находящихся на их территории. Аграрная же их часть их менее развита.

Третий кластер можно условно назвать «аутсайдеры», так как в целом, все входящие в эти кластеры области

имели в 2008 году достаточно низкий уровень развития.

В результате классификации регионов в 2009 году на основании метода кластерного анализа была построена дендрограмма (рис 1).

Таблица 2

Таким образом, на рисунке явно просматриваются 3 группы (кластера) областей, а именно:

В 1 кластер вошли Брянская, Владимирская, Ивановская, Костромская, Курская, Орловская и Тамбовская области. Во второй кластер – Белгородская, Воронежская, Рязанская, Тверская, Ярославская области. Остальные 5 областей составили третий кластер, а именно – Калужская, Липецкая, Московская, Смоленская, Тульская области. Как мы видим, по сравнению с 2008 годом, изменилось и количество областей, входящих в конкретный кластер, и состав кластеров. Четыре области не изменили своего социально-экономического положения в ЦФО, примерно одинаковое количество областей либо улучшили свое положение относительно показателей социально-экономического развития по сравнению с прошлым годом, либо ухудшили.

На диаграмме (рис. 2) классификации областей ЦФО по основным социально-экономическим показателям, проведенной в 2010 году, выделяются две группы. В одну включены 10 объектов, в другую – 7.

Однако, по аналогии с расчетами за предыдущие два года, выполним классификацию всех областей ЦФО в 2010 году по трем группам, состав которых представлен в таблице 2.

Анализ данной таблицы показывает, что кластер 3 значительно увеличился. В него переместились шесть областей, ранее имеющих более высокое положение в рейтинге социально-экономического положения областей ЦФО.

По статистическим данным социально-экономического развития областей, взятым за 2011 год также произошли изменения численности и состава кластеров. Результаты кластерного анализа, осуществленные методом К-средних в динамике за 4 года представлены в таблице 3.

Анализ динамики экономического развития даже за такой относительно небольшой промежуток времени показывает некоторые интересные изменения в структуре кластеров. Подгруппа наиболее активных областей (кластер 1) изменила свою структуру. Подгруппы районов со средним и слабым уровнем развития в меньшей степени изменили свою структуру. Из подгруппы сильных областей перешли в более слабую подгруппу следующие области: Белгородская и Ярославская области.

Описание кластеров по состоянию на 2010 год

Номер кластера	Количество областей, входящих в кластер	Перечень областей ЦФО, составляющих кластер
1 кластер	4	Белгородская, Калужская, Липецкая, Московская
2 кластер	4	Воронежская, Рязанская, Тверская, Ярославская
3 кластер	9	Брянская, Владимирская, Ивановская, Костромская, Курская, Орловская, Смоленская, Тамбовская, Тульская

Таблица 3

Результаты кластеризации методом К-средних в динамике

Наименование области ЦФО	Номер кластера			
	2008	2009	2010	2011
Белгородская область	1	2	1	3
Брянская область	2	1	3	2
Владимирская область	2	1	3	2
Воронежская область	1	2	2	1
Ивановская область	2	1	3	2
Калужская область	3	3	1	3
Костромская область	3	1	3	2
Курская область	2	1	3	2
Липецкая область	2	3	1	1
Московская область	3	3	1	1
Орловская область	2	1	3	2
Рязанская область	2	2	2	2
Смоленская область	2	3	3	2
Тамбовская область	2	1	3	2
Тверская область	1	2	2	1
Тульская область	3	3	3	2
Ярославская область	1	2	2	3

Что касается Ярославской области, то наблюдается тенденция к ухудшению социально-экономического положения. В самом деле, в 2008 году Ярославская область входила в первый кластер, группу «лидеров», далее на протяжении двух лет наша область находилась во второй группе (областей со средним уровнем развития). И наконец, в 2011 году социально-экономическое положение Ярославской области по исследуемым показателям еще более ухудшилось (область попала в третью группу, кластер «аутсайдеров»).

### 3. Оценка уровня социально-экономического развития региона на основе интегрального показателя

На основе проведенного кластерного анализа рассчитаем интегральный показатель социально-экономического развития области, входящей в федеральный округ. Интегральный показатель социально-экономического развития региона представляет собой среднегеометрическую величину

произведения потенциалов первого и второго уровней [2]:

$$\bar{I}_{инт} = \sqrt{IB_1 \cdot IB_2}.$$

Этот показатель позволяет определить степень использования оцениваемым регионом имеющихся возможностей и ресурсов для дальнейшего улучшения собственного социально-экономического положения.

Расчет характеристик первого уровня состоит в определении относительного индикатора социально-экономического развития региона. При этом применяется формула [1]:

$$IB_1 = ВРП_i / ВРП_{ср}$$

где  $ВРП_i$  – валовой региональный продукт на душу населения по  $i$ -му региону конкретного округа;

$ВРП_{ср}$  – средний валовой региональный продукт (среднее арифметическое значение) на душу населения в соответствующем кластере.

Показатель  $IB_1$  характеризует степень соответствия его социально-



Таблица 4

Регрессионные модели

Год	Модель	Множественный коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Значение критерия Фишера
2008	$Y = -53810,5 - 5034,67X_2 + 19,01226X_3$	0,62	0,38	4,36
2009	$Y = 279299 - 17754,6X_2 - 3,2X_7 + 2X_9$	0,77	0,59	6,35
2010	$Y = 343236,4 - 24360,1X_2$	0,66	0,44	11,52
2011	$Y = 113901,5 + 9643,57X_2 + 27128X_7$	0,66	0,44	5,44

Таблица 5

Результаты расчета показателя социально-экономического развития Ярославской области за четыре исследуемых периода с 2008 г. по 2011 г.

Год	$ВРП_i$	$ВРП_{cp}$	$ИВ_1$	$ВРП_n$	$ИВ_2$	$\bar{T}_{ин}$
2008	143936	236961,4	0,607	178911,2	0,805	0,695
2009	166712	246550	0,661	183763	0,907	0,729
2010	165758	269062	0,616	155659	1,015	0,607
2011	183644	311458	0,59	183742	0,965	0,611

Таблица 6

Шкала для оценки интегрального показателя уровня социально-экономического развития региона

0–0,15	0,15–0,35	0,35–0,65	0,65–0,85	0,85–1,00
очень низкий	низкий	средний	высокий	очень высокий

экономических показателей к среднему значению ВРП на душу населения по соответствующему кластеру. Экономический смысл этой величины заключается в оценке характеристик региона применительно к подобным ему по развитию субъектам в данном кластере.

Второй уровень расчета интегрального показателя характеризует положение какого-либо конкретного региона в сравнении со всеми регионами в определенном федеральном округе и рассчитывается по формуле:

$$ИВ_2 = ВРП_i / ВРП_n$$

где  $ВРП_i$  – фактически достигнутая  $i$ -м регионом результирующая величина (валовой региональный продукт на душу населения, руб.);

$ВРП_n$  – расчетное значение результирующего показателя.

При оценке индикатора  $ИВ_2$  расчетное значение валового регионального продукта  $Y$  на душу населения определяется по линейной регрессионной модели.

Нами были построены модели, характеризующие закономерности социально-экономического развития областей Центрального Федерального округа (смотри таблицу 4).

Рассчитаем интегральный показатель социально-экономического развития Ярославской области за четыре исследуемых периода с 2008 г. по 2011 г.

Оценим полученные значения интегрального показателя социально-экономического развития Ярославской области по шкале, приведенной в таблице 6 [8].

Среднее значение интегрального показателя устойчивости (от 0,35 до 0,65) соответствует относительной устойчивости региональной экономики при протекании негативных процессов, которые порождают угрозы нормальной деятельности системы. Так, могут наблюдаться отдельные «проблемные» показатели, значения которых выходят за границы допусков и указывают на потерю устойчивости региональной экономики.

Таким образом, полученные значения интегрального показателя свидетельствует о недостаточном использовании Ярославской областью имеющихся возможностей освоения социально-экономических ресурсов как на фоне близких по развитию субъектов, так и по отношению ко

всему Центральному федеральному округу.

Проведенное исследование показывает возможность осуществить анализ влияние отдельных факторов, обеспечивающих сбалансированное социально-экономическое развитие области, а также возможность оценки возможных последствий изменения его показателей на перспективу.

Предложенная методика может быть использована администрацией области для определения динамики развития региона и разработки перспективных территориальных программ развития.

4. Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы: кластерный анализ является универсальным инструментом, который можно использовать в региональном моделировании. С его помощью, можно анализировать данные о подобности объектов. Результаты анализа подаются в удобной наглядной форме, которая облегчает принятие решений по определению оптимального числа факторов и взаимосвязи различных кластеров.

Проведение сравнительной оценки социально-экономического развития областей ЦФО с применением метода кластерного анализа, позволило выделить группы областей округа со

сходным сочетанием значений признаков, а также определить место и роль каждого из них в экономике, что имеет большое значение для разработки важнейших для экономики целевых программ, направления инвестиций, государственной поддержки нуждающихся регионов.

Литература

1. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцева В.Н. Общая теория статистики: учебник. М.: Инфра-М, 1996
2. Кластерный анализ. URL: <http://www.bsu.ru/content/hec/biometria/modules/>
3. Комплексные программы социально-экономического развития муниципальных образований: опыт, проблемы, рекомендации/ И.С. Головки, Т.В.Писарева, И.А. Назаренко. Под общ. Ред. Т.Писаревой. – Новосибирск, 2006. – 544 с.
4. Многомерные статистические методы и основы эконометрики / Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И. – М.: МЭСИ, 2002. – 79 с.
5. Многомерный статистический анализ в экономике: [учеб. пособ. для вузов] / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер ; под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 600 с.
6. Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Эконометрика: Учебно-

методический комплекс. – М.: Изд. центр ЕАОИ. 2008. – 144 с.

7. Экономический потенциал региона: анализ, оценка, диагностика: Монография / Тищенко А. Н., Кизим Н. А., Кубах А. И., Давыскиба Е. В. – Х.: ИНЖЕК, 2005. – 176 с.

8. Янковой А. Г. Многомерный анализ в системе STATISTICA. – Одесса: Оптиум, 2001. – Вып. 1. – 216 с.

9. <http://cyberleninka.ru/article/>

#### References

1. Efimova M.R., Petrova E.V., Rumyantseva V.N. General Theory of Statistics: textbook. Moscow: Infra-M, 1996

2. Cluster Analysis. URL: <http://www.bsu.ru/content/hec/biometria/modules/>

3. Comprehensive program of socioeconomic development of municipalities: experience, problems and recommendations. / I.S. Golovko, T.V. Pisareva, I.A. Nazarenko. Edited by T.V. Pisareva. – Novosibirsk, 2006. – 544 p.

4. Multivariate statistical methods and econometric framework. / Dubrov A.H., Mhitarian V.S., Troshin L.I. – Moscow: MESI, 2002. – 79 p.

5. Multivariate Statistical Analysis in Economics: textbook/ L.A. Soshnikova, V.N. Tamashevich, G. Uebe, M.

Sheffer. / Edited by V.N. Tamashevich (Prof.). – Moscow: UNITI-DANA, 1999. – 600 p.

6. Mhitarian V.S., Arhipova M.U., Sirotin V.P. Econometrics: Teaching Materials. – М.: Изд. центр ЕАОИ. 2008. – 144 s.

7. The economic potential of the region: analysis, evaluation, diagnosis: Monograph. / Tishchenko A.N., Kizim N.A., Kubah A.I., Dabyskiba E.V. – Kharkov; INZhEK, 2005. – 176 p.

8. Yankovoy A.G. Multivariate analysis in the STATISTICA. – Odessa: Optium, 2001 – Issue #1. – 216 p.

9. <http://cyberleninka.ru/article/>