

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ | DISCUSSION PAPERS

Современная наука и инновации.
2023. № 2(42). С. 243-253
Modern Science and Innovations.
2023; 2(42):243-253

Наталья Александровна Бойко*
[Natalia Alexandrovna Boyko]¹,
Эмиль Шамильевич Сибукаев
[Emil Shamilevich Sibukaev]²

Обзорная статья / Review article

УДК 332.1
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.27

**Различение регионов посредством
иерархического метода кластерного
анализа и данных о состоянии
окружающей среды**

**The differentiation of regions by means of the
hierarchical method of cluster analysis and
environmental data**

¹Пятигорский государственный университет, г. Пятигорск, Россия /
Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia, boikonatali@mail.ru

²Пятигорский научно-исследовательский институт курортологии, г. Пятигорск, Россия /
Pyatigorsk Research Institute of Balneology, Pyatigorsk, Russia, 43em@list.ru

Аннотация. Материал представленной статьи сформировался на стыке трёх областей знания: регионоведения, математической статистики и экономики природопользования. Актуальность проблемы обусловлена корректировкой вектора развития экономики страны и поиском дополнительных внутренних резервов, в т.ч. повышении значимости регионов. Как аргумент в пользу выполнения работы была рассмотрена соответствующая теоретическая база. Цель исследования заключалась в сравнительном анализе регионов с применением статистического инструментария. Для достижения поставленной цели был выбран подходящий научный метод, сформирован массив фактических данных по 31 субъекту Российской Федерации. Принципиально важным было показать применение разных методов иерархического подхода кластерного анализа. Используя данные о состоянии окружающей среды и природопользовании, обоснована целесообразность разделения регионов на три группы, даны их сравнительная характеристика и рекомендации по повышению устойчивости развития. Подводя итоги, можно констатировать, что применение иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона позволило представить эти субъекты РФ в особом авторском понимании, показать географические различия, выполнить их группировку, обобщить основные статистические данные о состоянии окружающей среды и природопользовании. Выполненная работа соответствует концепции перехода российских регионов на новый, «зеленый» курс политико-экономического развития.

Ключевые слова: регионы, сравнение, состояние окружающей среды, природопользование, кластерный анализ, иерархический метод, признак, квадрат евклидова расстояния

Для цитирования: Бойко Н.А., Сибукаев Э.Ш. Различение регионов посредством иерархического метода кластерного анализа и данных о состоянии окружающей среды // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 243-253. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.27>

Abstract. The material presented in the article based on specific knowledge: regional studies, mathematical statistics and environmental economics. The urgency of the problem is due to the adjustment of the mode of the development vector of the country's economy and the search for additional internal reserves, incl. coverage of regions. The theoretical basis was considered as an

argument in favor of doing the work. The purpose of the study was a comparative analysis of regions using statistical tools. To achieve this goal, a suitable scientific method was chosen, an array of factual data was formed for 31 constituent entities of the Russian Federation. It was fundamentally important to show the application of different methods of the hierarchical approach of cluster analysis. Using data on the state of the environment and nature management, the expediency of dividing the regions into three groups is substantiated, their comparative characteristics and recommendations for improving the sustainability of development are given. Summing up, it can be stated that the use of the hierarchical method of cluster analysis for the study of 31 regions made it possible to present these subjects of the Russian Federation in a special author's understanding, to show geographical differences, to group them, to generalize the main statistical data on the state of the environment and nature management. The work performed corresponds to the concept of the transition of Russian regions to a new, "green" course of political and economic development.

Key words: regions, comparison, state of the environment, nature management, cluster analysis, hierarchical method, feature, euclidean distance square.

For citation: Boyko N. A., Sibukaev E. S. Distinguishing regions through the hierarchical method of cluster analysis and environmental data // *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):243-253. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.27>

Введение. Последние геополитические события в Восточной Европе обуславливают необходимость еще раз оценить собственные ресурсы, «запас прочности» и границы самодостаточности. Это не безынтересно сделать и в разрезе регионов Российской Федерации (РФ).

Представленная работа является логическим продолжением цикла статей о сравнении субъектов РФ посредством иерархического метода кластерного анализа [1, 2]. Попытаемся реализовать задуманное, используя данные о природных условиях, ресурсах и природопользовании; в совокупности они могут помочь составить представление об экологическом состоянии регионов.

Природные условия и ресурсы продолжают играть важную роль для производства материальных и духовных благ, воспроизводства трудовых ресурсов. В целях обеспечения охраны природы и поддержания приемлемых условий жизнедеятельности населения создается экологическая инфраструктура (ЭИ). Субъекты РФ заметно различаются как природно-ресурсным потенциалом, так и развитием ЭИ. Показать и охарактеризовать это различие представляется вполне целесообразным.

Авторы исходили из того, что особый интерес представляют современные научные направления изучения устойчивого развития территориальных образований (системный анализ, экономико-математическое моделирование и региональная статистика) [3, с. 20].

Материалы и методы. Сравнение, как научный метод, можно рассматривать в качестве вспомогательного логичного приема, предваряющего типизацию. Он позволяет выделить общие и отличительные признаки и свойства изучаемых объектов и явлений, пролить свет на картину их эволюции.

В сравнительных исследованиях могут решаться различные задачи как описательные (установление сходства и различия), так и аналитические (объяснение, предсказание, практические рекомендации).

Деятельностью родственной типизации является классификация.

«Кластерный анализ» - это общее название множества вычислительных процедур, используемых при создании классификации. В результате работы с процедурами образуются «кластеры» или группы очень похожих объектов. Более точно, кластерный метод – это многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы [4, с. 141].

Кластерный анализ (КА) осуществляется посредством ряда статистик и понятий. В представленном исследовании применены: 1) план (шаги) агломерации; 2) таблица

принадлежности объектов кластерам; 3) древовидная диаграмма; 4) сосульчатая диаграмма.

С учетом того, что в данной работе использованы сведения [5 - 8] о 31 регионе РФ, она не претендует на уровень классификационной, а лишь помогает лучше узнать эти важнейшие территориальные социально-экономические комплексы.

Важным этапом КА является выбор переменных, на основе которых проводят кластеризацию. В связи с тем, что переменные измерены в разных единицах, предварительно была выполнена их нормировка. Основная проблема состоит в том, чтобы найти ту совокупность переменных, которая наилучшим образом раскрывала бы фактуру сходства [4, с. 153].

Для выполнения процедуры КА и определения групп похожих регионов были использованы следующие 19 признаков прямо или косвенно характеризующие состояние окружающей среды и природопользование: ПРиЭИ1) площадь территории, тыс. км²; ПРиЭИ2) средняя плотность населения, чел./км²; ПРиЭИ3) обеспеченность природными ресурсами, баллы; ПРиЭИ4) выбросы загрязняющих веществ, тыс. тонн; ПРиЭИ5) географическое положение и природные условия, баллы; ПРиЭИ6) обеспеченность рекреационными ресурсами, баллы; ПРиЭИ7) посевные площади всех сельскохозяйственных культур, тыс. гектаров; ПРиЭИ8) внесение минеральных удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур, кг; ПРиЭИ9) общий запас древесины на корню, млн. м³; ПРиЭИ10) инвестиции в основной капитал, направленные на природоохранную деятельность, млн. руб.; ПРиЭИ11) экономическая оценка минеральных ресурсов, трлн. долларов; ПРиЭИ12) заболеваемость на 1000 чел. населения; ПРиЭИ13) текущие затраты на охрану окружающей среды по регионам РФ, млн. руб.; ПРиЭИ14) количество рекреационных объектов, шт.; ПРиЭИ15) сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по регионам РФ, млн. м³; ПРиЭИ16) мощность водопроводов, тыс. м³/сут; ПРиЭИ17) среднесуточный отпуск воды населению на коммунально-бытовые нужды на одного городского жителя, литров; ПРиЭИ18) мощность очистных сооружений, тыс. м³/сут; ПРиЭИ19) использование свежей воды, млн. м³.

Основные описательные статистики перечисленных признаков приведены в табл. 1.

В расчетах использованы статистические данные за 2003 год для 31 субъекта 6 федеральных округов России: 1) Агинский Бурятский автоном. округ, 2) Адыгея респ., 3) Алтай респ., 4) Алтайский край, 5) Амурская обл., 6) Архангельская обл., 7) Астраханская обл., 8) Башкирия респ., 9) Белгородская обл., 10) Брянская обл., 11) Бурятия респ., 12) Владимирская обл., 13) Волгоградская обл., 14) Вологодская обл., 15) Воронежская обл., 16) Дагестан респ., 17) Еврейская автоном. обл., 18) Ивановская обл., 19) Ингушетия респ., 20) Иркутская обл., 21) Кабардино-Балкария респ., 22) Калининградская обл., 23) Калмыкия респ., 24) Калужская обл., 25) Камчатская обл., 26) Карачаево-Черкесия респ., 27) Карелия респ., 28) Кемеровская обл., 29) Кировская обл., 30) Коми респ., 31) Коми-Пермяцкий автоном. округ.

2003 г. считается временным срезом завершения первого этапа компенсационного роста по индексу антропогенного воздействия [9, с. 104].

Для обработки базы данных использовалась аналитическая система для проведения статистических исследований SPSS Statistics 19.

Возможны разные модификации иерархических агломеративных методов (ИАМ) в зависимости от:

I. Варианта метрики - меры сходства - расстояния между любой парой объектов. Наиболее востребованными являются:

1. Евклидова метрика (расстояние Евклида).
2. Квадрат Евклидова расстояния (КЕР).
3. Расстояние городских кварталов или Манхэттенское расстояние (Ман Р).
4. Расстояние Минковского; рассчитывалось значение при корне третьей степени (Мин 3) [10, с. 64].

Таблица 1. Описательные статистики
Table 1. Descriptive statistics

	N	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика
Площадь территории	31	3,60	767,90	145,7677	34,29391	190,94040
Средняя плотность населения	31	0,80	131,30	27,3742	5,20158	28,96115
Обеспечение ресурсами	31	2,00	9,00	5,1290	,27334	1,52188
Выбор загрязнителей	31	2,00	1208,00	162,4290	46,35066	258,06958
Географическое положение	31	6,00	20,00	14,3226	,64322	3,58131
Обеспечение ресурсами	31	69,00	127,00	99,0968	2,22370	12,38105
Площадь посева	31	27,60	5167,60	772,8323	206,02186	1147,08120
Внесение удобрений	31	1,00	55,60	18,7645	2,70344	15,05210
Общие запасы древесины	31	0,30	9222,00	921,0742	313,85014	1747,44365
Инвестиции в охрану природы	31	0,01	2180,60	216,9068	84,45514	470,22633
Экономическое развитие	31	0,010	1,040	,17329	,037529	,208953
Заболеваемость на 1000 ЧН	31	341,30	1083,50	749,1226	31,83993	177,27725
Текущие затраты на ООС	31	0,04	3012,30	560,8690	140,06684	779,85917
Число рекреационных объектов	31	0,00	7,00	2,7742	,32031	1,78344
Сбросы загрязняющих веществ в водоемы	31	0,03	893,00	176,0074	39,12153	217,81945
Мощность теплопровода	31	1,40	1622,80	397,4548	69,81000	388,68563
Среднесуточные тепловые потери	31	54,00	352,00	237,5484	12,69890	70,70447
Мощность теплообменника	31	0,70	924,50	256,6710	42,41870	236,17733
Использование чистой воды	31	3,00	3186,00	521,6774	121,01354	673,77486
N валидных (целиком)	31					

Применение различных метрик сходства объектов приводит к разным результатам кластеризации. Следовательно, целесообразно использовать несколько метрик и затем сравнивать результаты.

II. Метода объединения объектов в кластеры (меры расстояния между классами). В SPSS Statistics 19 реализованы:

1. Метод одиночной связи (МОС) - расчет минимального расстояния, или правило «ближайшего соседа».

2. Метод полной связи (МПС) - расчет максимального расстояния, или правило «дальнего соседа».

3. Метод средней связи внутри групп (МССВ).

4. Метод средней связи между группами (МССМ).

5. Метод Варда (МВ), в ряде источников Уорда [11, с. 290].

Имеет смысл скомпоновать функционально-структурную схему иерархических алгоритмов рис. 1.

По ходу реализации разных ИАМ может нарушаться требование устойчивости решения, т. е. разделение множества объектов на кластеры будет неоднозначным. Исходя из этих соображений, авторы применили разные варианты сочетания метрик сходства и методов объединения в кластеры (около 13). Обобщенные результаты распределения представлены в табл. 2.

Изначально рекомендуется выполнять процедуру кластеризации без задания количества кластеров. В подавляющем большинстве случаев скачек коэффициента агломерации происходит на 29 шаге, следовательно, предполагаемое количество кластеров рассчитывается как: $31-29=2$. При этом на отдельных дендрограммах явно вырисовываются

три кластера регионов. В качестве примера приведем картинку, соответствующую методу Варда рис. 2.

Если же априори машине давать установку на два кластера, то результат получается не столь убедительным: все регионы попадают в первый кластер, и только Иркутская обл. во второй.

Результаты. Анализ таблицы 2 позволяет сделать вывод, что, с точки зрения научной содержательности, более предпочтительным следует считать распределение регионов на три кластера; здесь возможны разные варианты. Рассмотрим три из них.



Рисунок 1. Модификации иерархических агломеративных методов (МИАМ), использованные в статье
Figure 1. Modifications of hierarchical agglomerative methods (MIAM) used in the article

Таблица 2. Распределение регионов по кластерам
Table 2. Distribution of regions by clusters

МИ АМ	КЕР МВ	КЕР МО С	КЕР МП С	КЕР МС СВ	КЕР МС СМ	Ман Р МО С	Ман Р МП С	Ман Р МС СВ	Ман Р МС СМ	Мин 3 МО С	Мин 3 МП С	Мин 3 МС СВ	Мин 3 МС СМ
БПО КК	5/3	2/2	2/3	2/2	2/2	2/2	2/3	2/3	2/3	2/2	2/3	1/3	2/2
2 кл	26_5	30_1	29_2	30_1	30_1	30_1	20_1 1	30_1	30_1	30_1	30_1	30_1	30_1
3 кл	11_1 5_5	27_3 _1	20_9 _2	29_1 _1	29_1 _1	29_1 _1	20_1 0_1	28_2 _1	27_3 _1	27_3 _1	26_4 _1	29_1 _1	26_4 _1
Примечание: строка БПОКК (без предварительного определения количества кластеров); в числителе количество кластеров согласно таблице агломерации, в знаменателе количество кластеров согласно дендрограмме													

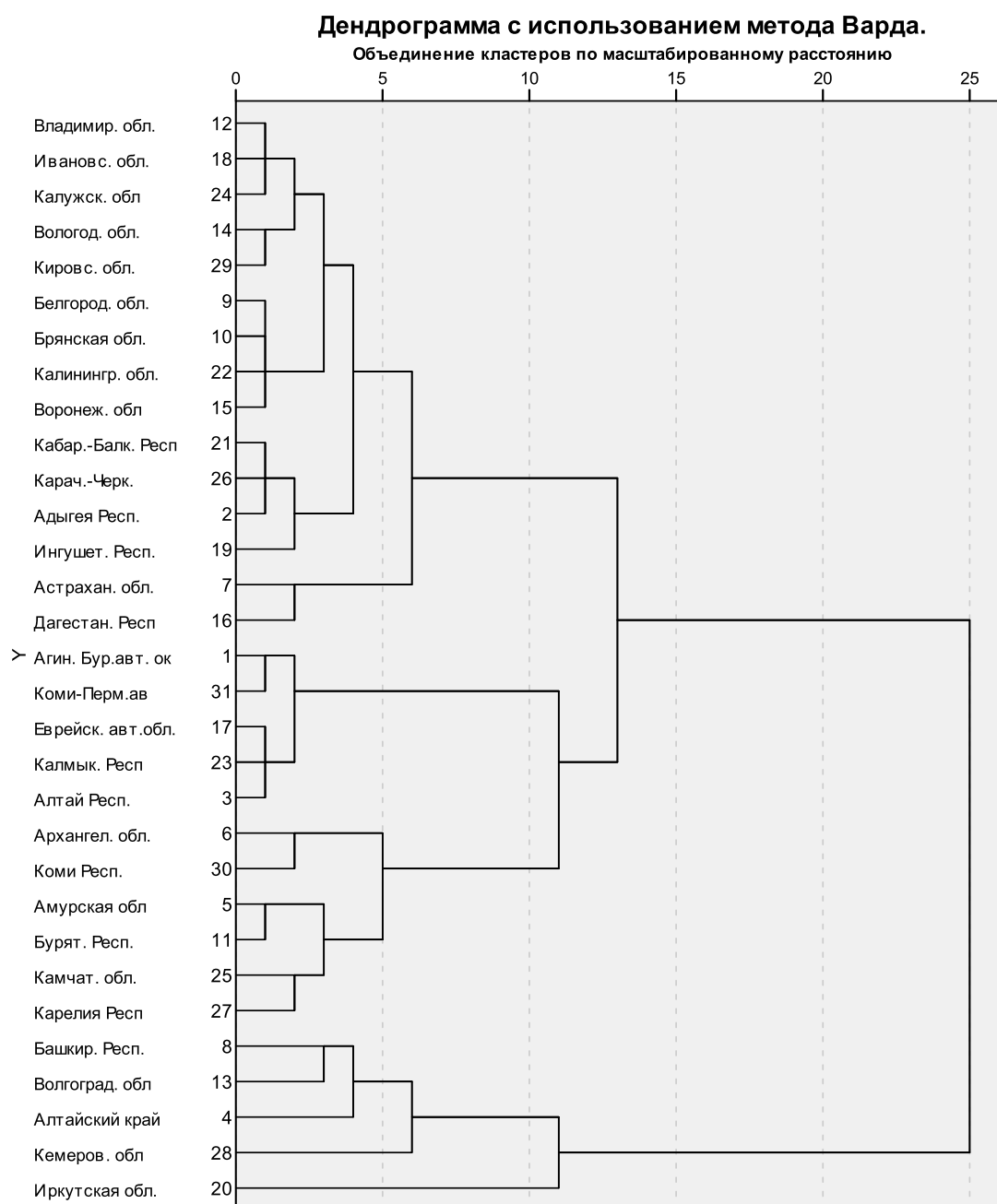


Рисунок 2. Дендрограмма по методу Варда

Figure 2. Dendrogram by the Ward method

1. Используя меру сходства – КЕР и метод объединения Варда, в таблице агломерации скачкообразное увеличение коэффициента происходит на 26 шаге. Соответственно, количество кластеров рассчитывается как $N_{кл}=31-26=5$ при следующем распределении согласно дендрограмме:

№ кластера	1	2	3
Кол-во объектов	11	15	5

2. Применяя сочетание КЕР и МПС, компоновка по группам будет иной:

№ кластера	1	2	3
Кол-во объектов	20	9	2

3. Устанавливая в качестве опций в программе Мин 3 и МССМ, получаем новое распределений:

№ кластера	1	2	3
Кол-во объектов	26	4	1

Изучая дендрограммы, можно обнаружить самые схожие по 19 признакам пары регионов: 1) Ивановская и Владимирская области; 2) Еврейская авт. обл. и Республика Калмыкия; 3) Республики Кабардино-Балкария и Карачаево-Черкесская.

Два субъекта РФ заметно отличаются от других: Иркутская и Кемеровская области рис 3.

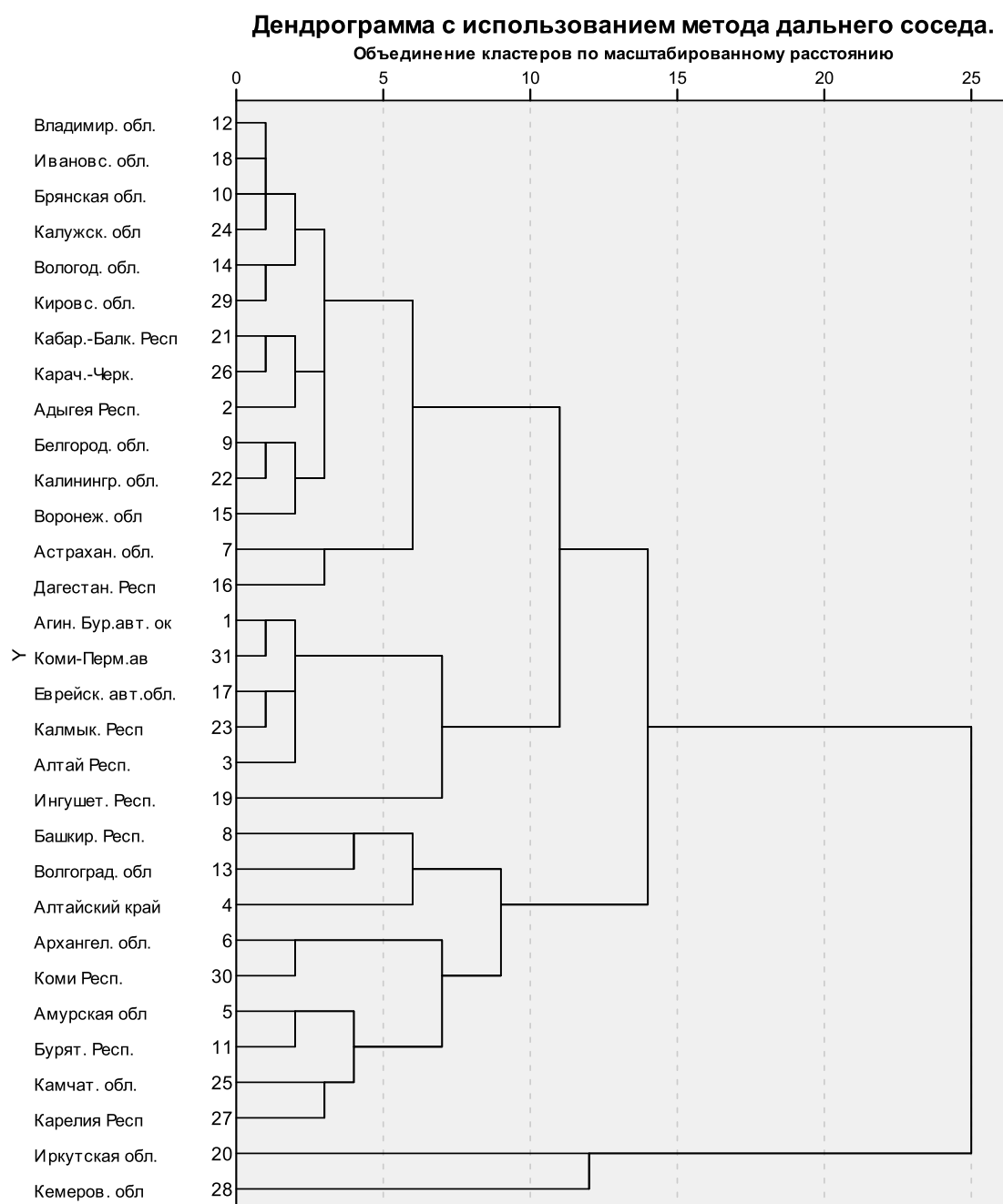


Рисунок 3. Дендрограмма по методу полной связи
Figure 3. Dendrogram by the full connection method

Второй вариант трехкластерного деления можно считать более обоснованным. Попробуем это доказать; при этом нужно показать однородность внутри групп и различие между ними.

В первый кластер попали такие регионы: 1) Агинский Бурятский автоном. округ, 2) Адыгея респ. 3) Алтай респ. 4) Астраханская обл., 5) Белгородская обл. и др. Они в основном незначительные по площади территории, их численность населения не превышает три миллиона человек.

Второй кластер сформировали: 1) Алтайский край, 2) Амурская обл., 3) Архангельская обл., 4) Башкирия респ. 5) Бурятия респ. и др. Регионы очень разного географического положения и производственной специализации.

Третий кластер представляют: 1) Иркутская обл. и Кемеровская обл. Они индустриальные лидеры юга Сибири.

Обсуждение. Для сравнительного анализа кластеров нам поможет таблица 3 средних значений 19 признаков для выделенных групп регионов.

Таблица 3. Средние значения 19 признаков трех кластеров
Table 3. Average values of 19 features of three clusters

№	Признаки	1-й кластер	2-й кластер	3-й кластер
1	Площадь территории, тыс. км ²	43,29	309,56	431,70
2	Средняя плотность населения, чел./км ²	36,59	9,19	17,05
3	Обеспеченность природными ресурсами, баллы	4,60	5,89	7,00
4	Выбросы загрязняющих веществ, тыс. тонн	54,52	246,33	864,00
5	Географическое положение и природные условия, баллы	15,00	13,33	12,00
6	Обеспеченность рекреационными ресурсами, баллы	99,10	99,67	96,50
7	Посевные площади всех сельскохозяйственных культур, тыс. гектаров	485,37	1369,13	964,15
8	Внесение минеральных удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур, кг	20,64	16,63	9,65
9	Общий запас древесины на корню, млн. м ³	268,32	1473,78	4961,50
10	Инвестиции в основной капитал, направленные на природоохранную деятельность, млн. руб	26,69	620,19	304,30
11	Экономическая оценка минеральных ресурсов, трлн. долларов	0,074	0,303	0,585
12	Заболеваемость на 1000 чел. населения	701,92	846,14	784,60
13	Текущие затраты на охрану окружающей среды по регионам РФ, млн. руб	201,55	977,34	2279,90
14	Количество рекреационных объектов, шт.	1,95	4,33	4,00
15	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по регионам РФ, млн. м ³	96,56	205,00	840,00
16	Мощность водопроводов, тыс. м ³ /сут	251,54	493,29	1425,30
17	Среднесуточный отпуск воды населению на коммунально-бытовые нужды на одного городского жителя, литров	222,35	265,33	264,50
18	Мощность очистных сооружений, тыс. м ³ /сут	182,04	287,83	862,75
19	Использование свежей воды, млн. м ³	414,45	496,22	1708,50

Сравнительный анализ позволил выявить отличительные особенности регионов трех групп. Субъектам РФ, входящим в первый кластер, характерны высокая плотность населения, более выгодное экономико-географическое положение и природные условия, интенсивное введение сельского хозяйства, лучшие показатели по заболеваемости. В них

самые малые выбросы загрязняющих веществ, значительно меньше затраты на охрану окружающей среды, сброс загрязненных сточных вод и мощность водопроводов.

Регионы второго кластера по большинству признаков занимают срединное положение, выделяются самой низкой плотностью населения, но высокой заболеваемостью. Здесь, видимо следует повысить эффективность медико-профилактических и природоохранных мероприятий.

Территориальные социально-экономические комплексы третьего типа по десяти из девятнадцати показателей занимают лидирующее место. Например, по площади территории, запасам древесины, экономической оценке минеральных ресурсов, текущим затратам на охрану окружающей среды и проч.

Заключение. Выполненная авторами группировка регионов не противоречит распределению регионов по индексу антропогенного воздействия на основе абсолютных и относительных показателей, представленному в коллективной монографии [9, с. 102].

Представленная работа также соответствует распространенной в региональной науке практике составления рейтингов и типизации регионов РФ [12, 13].

Кластерный подход считается довольно эффективным инструментом управления экономикой и экологической обстановкой региона [14, с. 45]. В научной среде широко используются понятия «экономический кластер» и «научно-производственный кластер». Определение кластеров регионов с помощью иерархического метода можно рассматривать как вспомогательную процедуру при формировании алгоритмов и моделей устойчивого развития регионов.

Подводя итоги, можно констатировать, что применение иерархического метода кластерного анализа для исследования 31 региона позволило представить эти субъекты РФ в особом авторском понимании, показать географические различия, выполнить их группировку, обобщить основные статистические данные о состоянии окружающей среды и природопользовании. Выполненная работа соответствует концепции перехода российских регионов на новый, «зеленый» курс экономического развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сибукаев Э. Ш. Изучение регионов России посредством иерархического метода кластерного анализа и данных о производстве / Университетская наука. University Science. «Современная наука: от теории к практике» // Журнал по материалам XX международной научно-практической конференции. Минеральные Воды: Копир. Множ. Бюро СКФ БГТУ им. В. Г. Шухова. № 2 (8) 2019. С. 86-93.
2. Бойко Н. А., Сибукаев Э. Ш. Обзор регионов России посредством иерархического метода кластерного анализа и данных об институциональной инфраструктуре // Современная наука и инновации. № 3(35), 2021. С. 167-178.
3. Тяглов С. Г., Киселева Н. Н., Тимченко В. А. Современные аспекты развития «зеленой экономики» в Российской Федерации. Ростов: Содействие-XXI век, 2017. 104 с.
4. Енюков И.С. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Пер. с англ. Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
5. Кондрашов А. П. Большой новейший справочник необходимых знаний. М.: РИПОЛ классик, 2007. 1088 с.
6. Морозова Т. Г., Победина М. П., Шишов С. Г. Экономическая география России. Учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ, 2000. 527 с.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>
8. Чепалыга А. Л., Чепалыга Г. И. Регионы России. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2004. 100 с.
9. Касимов Н. С. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния. М.: ИП Филимонов М. В., 2014. 560 с.

10. Уткин В. А. Формулы и методы математической статистики. Пятигорск: РИА-КМВ. 2020. 152 с.
11. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: ИНФРА-М, 2010. 464 с.
12. Арустамов Э. А. Рейтинги и критерии оценки экологического состояния городов и регионов России // Наукоеведение. 2017. Т. 9, № 4. С 1-8. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf>
13. Игнатов В. Г., Бутов В. И. Регионоведение (экономика и управление). Москва: Тесса, Ростов: МарТ, 2000. 416 с.
14. Тяглов С. Г., Бугаян С. А. Формирование «зеленого» научно-производственного кластера как тренда современной экологической политики региона // Journal of economic regulation. 2021. Т. 12, № 1. С. 37-47.

REFERENCES

1. Sibukaev E. S. Recognition of the regions of Russia through the hierarchical method of cluster analysis and population data / Eurasian Union of Scientists // Monthly Scientific Journal No. 8 (65) 2019, Part 3. P. 11-18.
2. Boyko N. A., Sibukaev E. S. Overview of the regions of Russia by means of the hierarchical method of cluster analysis and data on institutional infrastructure / Modern Science and innovations // Issue No. 3(35), 2021. Stavropol – Pyatigorsk. P. 167-178.
3. Tyaglov S.G., Kiseleva N.N., Timchenko V.A. Modern aspects of the development of the "green economy" in the Russian Federation. Rostov: Assistance-XXI century, 2017. 104 p.
4. Enyukov I.S. Factor, discriminant and cluster analysis / Translated from English J.-O. Kim, C.W. Muller, U.R. Klekka, etc.: M.: Finance and Statistics, 1989. 215 p.
5. Kondrashov A.P. The big newest handbook of necessary knowledge. M.: RIPOl classic, 2007. 1088 p.
6. Morozova T.G., Pobedina M.P., Shishov S.G. Economic geography of Russia. Textbook for universities. M.: UNITY, 2000. 527 p.
7. Official website of the Federal State Statistics Service. URL: <http://www.gks.ru>
8. Chepalyga A.L., Chepalyga G.I. Regions of Russia. 2nd ed. M.: Publishing and Trading Corporation "Dashkov and Co.", 2004. 100 p.
9. Kasimov N. S. Regions and cities of Russia: integrated assessment of the ecological state. M.: IP Filimonov M. V., 2014. 560 p.
10. Utkin V.A. Formulas and methods of mathematical statistics. Pyatigorsk: RIA-KMV. 2020. 152 p.
11. Vukolov E.A. Fundamentals of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using STATISTICA and EXCEL packages. M.: INFRA-M, 2010. 464 p.
12. Arustamov E.A. Ratings and criteria for assessing the ecological state of cities and regions of Russia // Science Studies. 2017. Volume 9, No. 4. P. 1-8. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/41EVN417.pdf>
13. Ignatov V.G., Butov V.I. Regional studies (economics and management). Moscow: Tessa, Rostov: March, 2000. 416 p.
14. Tyaglov S. G., Bugayan S. A. Formation of a "green" scientific and production cluster as a trend of modern environmental policy in the region // Journal of economic regulation. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 37-47.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Бойко Наталья Александровна, кандидат юридических наук, доцент, заведующий кафедрой гражданского права и процесса, Пятигорский институт, +7 (8793) 400-976, kafedragpp@pgu.ru

Boyko Natalia Alexandrovna, Candidate of Law, Associate Professor, Head of the Department of Civil Law and Procedure, Pyatigorsk Institute, +7 (8793) 400-976, kafedragpp@pgu.ru

Сибукаев Эмиль Шамильевич, старший научный сотрудник Пятигорского научно-исследовательского института курортологии, кандидат технических наук, доцент. 357501, пр. Кирова, 30, Ставропольский край, г. Пятигорск, Россия, тел.: 8-928-010-03-36, 43em@list.ru

Sibukaev Emil Shamilevich, senior researcher at the Pyatigorsk research Institute of Balneology, candidate of technical sciences, associate professor. 357501, Kirov Ave., 30, Pyatigorsk, Russia, tel.: 8-928-010-03-36, 43em@list.ru

Дата поступления в редакцию: 12.03.2023

После рецензирования: 23.04.2023

Дата принятия к публикации: 13.06.2023