

# Инструментарий оценки инновационной деятельности регионов: кластерный анализ

Regional innovation assessment toolkit: cluster analysis

doi 10.26310/2071-3010.2021.269.3.007



## С. Н. Митяков,

д. ф.-м. н., профессор, директор, Институт экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева  
✉ snmit@mail.ru

## S. N. Mityakov,

doctor of physical and mathematical sciences, professor, director, Institute of economics and management, Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alekseev



## Е. С. Митяков,

д. э. н., доцент, профессор, кафедра информатики, МИРЭА – Российский технологический университет  
✉ mityakov@mirea.ru

## E. S. Mityakov,

doctor of economics, associate professor, professor, department of informatics, MIREA – Russian technological university



## Д. Н. Лапаев,

д. э. н., профессор, зам. директора, Институт экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева  
✉ innov@nntu.ru

## D. N. Lapaev,

doctor of economics, professor, deputy director, Institute of economics and management, Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alekseev



## Г. Н. Яковлева,

старший преподаватель, кафедра цифровой экономики, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева  
✉ galangtu2009@yandex.ru

## G. N. Yakovleva,

senior lecturer, department of digital economy, Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alekseev

Статья завершает цикл работ в области формирования методического комплекса для осуществления сравнительной оценки инновационной деятельности в регионах страны. В отличие от предшествующей, данная статья основывается не на теории многокритериального выбора, а базируется на статистических методах. Целью статьи является компаративная оценка уровня инновационного развития регионов Приволжского федерального округа с помощью инструментария кластерного анализа. В работе проведено исследование 14 регионов, входящих в состав ПФО. В качестве системы индикаторов принят набор показателей из предыдущей работы данного цикла. Проведенное исследование свидетельствует об универсальности инструментария кластерного анализа в задачах оценки инновационной деятельности в регионах. Предложенный аппарат можно задействовать в процессе классификации субъектов федерации на группы по различным показателям инновационного развития. Результаты кластеризации могут помочь в разработке документов стратегического планирования инновационной деятельности для укрепления научно-технического развития субъектов федерации. С помощью предложенного инструментария можно проводить анализ подобия рассматриваемых объектов, давать компаративную оценку инновационного развития регионов в стране, а также определять место и роль каждого субъекта федерации в национальной инновационной системе. Выявленные статистические закономерности инновационного функционирования могут служить базой для прогнозирования динамики развития инновационных систем в регионах. Предложенные в статье методы кластерного анализа можно применять для анализа остальных регионов и федеральных округов РФ.

The article completes a series of works on the creation of tools for comparative assessment of innovation activity in the regions of Russia. This work is based on statistical methods of cluster analysis. The purpose of the article is a comparative assessment of the level of innovative development of the regions of the Volga Federal District using the tools of cluster analysis. The paper examines 14 regions that are part of the Volga Federal District. As a system of indicators, a set of indicators from the previous work of this cycle is adopted. The conducted research demonstrates the universality of the cluster analysis tools in the tasks of assessing the innovation activity of regions. The proposed tool can be used in the process of classifying regions according to various indicators of innovative development. The results of clustering can help in the development of strategic planning documents for innovation activities to strengthen the scientific and technological development of the subjects of the Federation. Using the proposed tool it is possible to analyze similarity of these objects, to give a comparative evaluation of innovative development of regions in the country, and to determine the place and role of each region in the national innovation system. The statistical regularities of innovative functioning revealed in the article can serve as a basis for forecasting the dynamics of the development of innovative systems in the regions. The methods of cluster analysis proposed in the article can be used to analyze other regions and federal districts of the Russian Federation.

**Ключевые слова:** регион, инновационная деятельность, кластер, кластерный анализ, методы иерархической кластеризации, метод  $k$ -ближайших соседей, метод  $k$ -средних, показатели оценки состояния.

**Keywords:** region, innovation, cluster, cluster analysis, hierarchical clustering methods,  $k$ -nearest neighbors method,  $k$ -means method, indicators of state assessment.

## Введение

В современных экономических реалиях инновационные процессы в регионах можно рассматривать как многоуровневую и сложную систему, каждая часть которой обладает собственными характеристиками. Для лучшего понимания протекающих инновационных процессов, ранжирования и прогнозирования динамики развития региональных инновационных систем целесообразно задействовать экономико-математический аппарат [1].

Одним из наиболее распространенных и эффективных инструментов исследования состояния социально-экономических систем выступает кластерный анализ [2], инструментарий которого состоит из целого набора разнообразных поэтапных процедур разбиения объектов на кластеры.

Логика кластерного подхода при оценке социально-экономических систем предполагает обоснованный переход от анализа статистических данных к разработке конкретных рекомендаций по формированию фактических кластерных образований. На основе

собранный информации целесообразно построение соответствующей базы данных предметной области, которая должна выступать действенным инструментом для принятия научно-обоснованных решений.

Следует подчеркнуть, что при исследовании инновационного развития региона инструментарий кластерного подхода может быть применен в различных задачах. К одной из них может быть отнесена задача поиска проблем и формирования списка территорий с низкими показателями инновационной деятельности. Еще одной задачей может выступать оценка инновационного потенциала региона и отбор субъектов, которые являются или могут стать драйверами инновационного развития страны. Кроме этого, при проведении кластерного анализа для единой системы индикаторов и различных временных срезов можно оценить динамику развития системы, изменение количества и состава сформировавшихся кластеров.

Целью данной работы является компаративная оценка уровня инновационного развития регионов Приволжского федерального округа (ПФО) на базе использования инструментария кластерного анализа. В данной работе проведено исследование 14 регионов, входящих в состав ПФО. В качестве системы индикаторов для исследования был выбран набор показателей из первой работы данного цикла [3].

#### **Методы кластерного анализа для оценки инновационной деятельности регионов**

Кластерный анализ применяется в различных сферах науки и практики. В исследовании социально-экономических процессов сфера применения статистического инструментария кластерного подхода при классификации данных также весьма обширна. Например, О. Н. Ломидзе в статье [4] демонстрирует возможности кластерного подхода при выборе эффективного метода управления персоналом, в работе В. В. Жолудевой, Н. Ф. Мельниченко и Г. Е. Козлова [5] кластерный анализ применен для оценки социально-экономического развития регионов ПФО и Ярославской области. В статье Т. Д. Дегтяревой, Е. А. Чулкова и Е. С. Торбиной [6] приведена кластеризация районов Оренбургской области на базе индикаторов, отражающих социальное развитие сельских территорий.

В научной литературе инструментарий кластерного анализа выступает одним из эффективных инструментов исследования инновационных процессов в регионах. Так, в исследовании А. А. Моденовой и И. М. Якимова [7] кластерный подход используется для классификации субъектов федерации по уровню инновационной и научной активности, в статье А. Д. Шматко и С. В. Губина [8] представлены результаты применения методов кластерного анализа субъектов РФ при оценке инновационного потенциала региональной экономики, в работе Ю. А. Дмитриева, Д. Ю. Фраймовича, З. В. Мищенко [9] дан кластерный анализ инновационной деятельности субъектов РФ на базе комплекса определенных критериев инновационной результативности и инновационной эффективности.

Для кластеризации однородных объектов, в нашем случае регионов, зачастую задействуют методы

иерархической кластеризации: метод  $k$ -ближайших соседей и метод  $k$ -средних [10]. Рассмотрим эти методы подробнее и приведем возможные варианты их применимости в задачах исследования инновационной деятельности регионов.

Методы иерархической кластеризации представляют собой ансамбль упорядочивания информации, направленный на создание древовидной иерархии вложенных кластеров. В научной литературе выделяют два подмножества методов иерархической кластеризации: агломеративные (объединением более мелких кластеров) и дивизионные (деление более крупных кластеров). В обоих случаях результат работы алгоритма представляет собой древовидную структуру (дендрограмму). Использование инструментария иерархической кластеризации предполагает, что исследуемые объекты обладают определенной степенью связности. Одним из наиболее распространенных методов агломеративной кластеризации выступает метод  $k$ -ближайших соседей. Основной целью метода является классификация объектов на основе схожих характеристик. Например, в качестве характеристики может выступать функция расстояния между рассматриваемыми регионами. Исследуемый объект целесообразно отнести к тому классу, к которому принадлежит  $k$ -ближайших к нему объектов обучающей выборки (соседей).

Цель метода  $k$ -средних — кластеризовать входные объекты в соответствии с их сходством между собой. Суть алгоритма заключается в минимизации суммарного квадратичного отклонения количественных характеристик объектов от заранее заданных центров кластеров.

В задачах оценки инновационной деятельности регионов названные методы могут быть задействованы при мониторинге результативности инновационной деятельности в регионах, разработке методов стимулирования развития инновационных кластеров и ключевых направлений кластерной политики в субъектах РФ, оценке социально-экономической эффективности кластера с позиций инновационной деятельности. Кроме этого, использование методов кластеризации способствует решению задач разделения регионов на группы схожих объектов и выявления нетипичных объектов инновационной деятельности, которые невозможно присоединить ни к одному из кластеров.

Далее приведем основные результаты кластерного анализа инновационной деятельности для регионов ПФО по методам  $k$ -ближайших соседей и методу  $k$ -средних.

#### **Кластерный анализ регионов ПФО**

В качестве объекта кластерного анализа инновационного развития были выбраны регионы Приволжского федерального округа. Перед проведением кластеризации, необходимо выделить наиболее значимые индикаторы уровня инновационного развития региона. Система показателей для проведения расчетов включила четыре показателя, которые характеризуют разные аспекты инновационной деятельности в регионах:

- число лиц, занятых научными исследованиями и разработками, на 10 тыс. занятого населения ( $K1$ );

Нормированные показатели и обобщенный индекс инновационной деятельности регионов ПФО

№	Название региона	K1	K2	K3	K4	I
1	Республика Башкортостан	0,369	0,261	0,397	0,264	0,323
2	Республика Марий Эл	0,001	0,003	0,109	0,442	0,139
3	Республика Мордовия	0,116	0,151	0,699	0,695	0,415
4	Республика Татарстан	0,539	0,286	0,715	0,620	0,540
5	Удмуртская Республика	0,226	0,103	0,205	0,435	0,242
6	Чувашская Республика	0,189	0,263	0,728	0,394	0,394
7	Пермский край	0,619	0,491	0,477	0,486	0,518
8	Кировская область	0,185	0,439	0,590	0,413	0,407
9	Нижегородская область	0,846	0,867	0,871	0,531	0,779
10	Оренбургская область	0,015	0,000	0,426	0,096	0,134
11	Пензенская область	0,633	0,468	0,590	0,356	0,512
12	Самарская область	0,503	0,529	0,682	0,394	0,527
13	Саратовская область	0,410	0,377	0,397	0,013	0,299
14	Ульяновская область	0,609	0,739	0,617	0,455	0,605

Источник: авторские данные

- внутренние затраты на научные исследования и разработки, % к ВРП (K2);
- интенсивность затрат на технологические инновации, % (K3);
- доля отгруженной инновационной продукции во всей отгруженной продукции промышленности, % (K4).

При этом для обеспечения адекватности сопоставления индикаторов проводилась их предварительная нормализация согласно методике, изложенной в работе [11]. Исходные данные за 2019 г. приведены в табл. 1. В правом столбце таблицы указан обобщенный индекс инновационной деятельности регионов (I), рассчитанный как среднеарифметическое нормированных индикаторов.

Приведем результаты кластерного анализа с использованием агломеративного метода иерархическим алгоритмом классификации для регионов ПФО по показателям интенсивности затрат на технологические инновации (K3) и доли отгруженной инновационной продукции во всей отгруженной продукции промышленности (K4). При расчетах использовался «метод ближайшего соседа», а в качестве расстояния между регионами использовалось евклидовое расстояние между значениями соответствующих показателей.

Число кластеров было решено взять равное четырем, чтобы выявить различные по своему инновационному развитию субъекты ПФО. В результате проведенного анализа по данным за 2019 г. регионы ПФО были разделены на четыре кластера, состав которых представлен в табл. 2.

Дендрограмма результатов иерархической классификации регионов ПФО по показателям K3 и K4 изображена на рис. 1. Цифры в подписи оси абсцисс соответствуют номеру региона в табл. 1.

Анализируя табл. 2 и рис. 1 можно сделать следующие выводы. В первый кластер объединены регионы, в которых инновационные процессы наиболее развиты, а именно Республика Мордовия и Республика Татарстан, а также Нижегородская область. Второй кластер составили Чувашская Республика, Самарская область, Кировская область, Ульяновская область, Пензенская область и Пермский край. В третий кластер вошли Республика Башкортостан, Оренбургская область, Саратовская область. В заключительный четвертый кластер включены Республика Марий Эл и Республика Удмуртия.

Следует отметить, что в динамике при сохранении выбранных показателей состав кластеров в разный период времени практически не изменяется. Это означает,

Таблица 2  
Результаты кластерного анализа по состоянию на 2019 г.  
(метод «ближайшего соседа»)

Номер кластера	Число регионов в кластере	Перечень регионов ПФО, входящих в кластер
Кластер 1	3	Республика Мордовия, Республика Татарстан, Нижегородская область
Кластер 2	6	Чувашская Республика, Самарская область, Кировская область, Ульяновская область, Пензенская область, Пермский край
Кластер 3	3	Республика Башкортостан, Оренбургская область, Саратовская область
Кластер 4	2	Республика Марий Эл, Удмуртская Республика

Источник: авторские данные

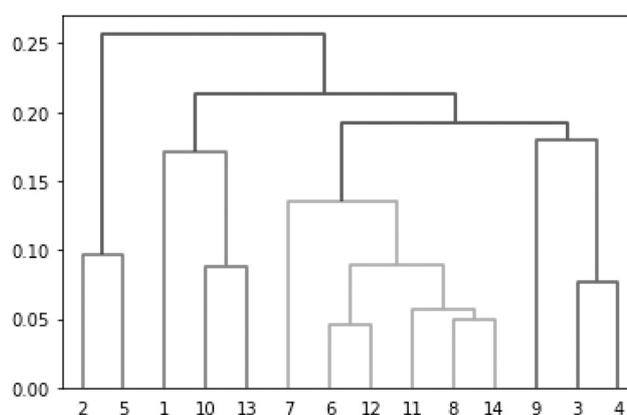


Рис. 1. Дендрограмма результатов иерархической классификации регионов ПФО

Таблица 3  
Результаты кластерного анализа по состоянию на 2019 г.  
(метод  $k$ -средних)

Номер кластера	Число регионов в кластере	Перечень регионов ПФО, входящих в кластер
Кластер 1	2	Нижегородская область, Ульяновская область
Кластер 2	4	Республика Мордовия, Республика Татарстан, Чувашская Республика, Кировская область
Кластер 3	5	Республика Башкортостан, Пермский край, Пензенская область, Самарская область, Саратовская область
Кластер 4	3	Республика Марий Эл, Удмуртская Республика, Оренбургская область

Источник: авторские данные

что в последние годы ситуация стабильна, регионы лидеры и аутсайдеры жестко позиционированы относительно друг друга. Такая динамика, на наш взгляд, не способствует инновационному прорыву в экономике, необходимому в настоящее время для укрепления конкурентоспособности на мировом рынке инноваций.

Результаты кластерного анализа остальных комбинаций показателей в системе, на наш взгляд, менее наглядны. При расчетах по методу ближайшего соседа зачастую формировался один большой кластер, который включал в себя подавляющее большинство регионов и несколько малых кластеров, состоящих из одного-двух субъектов федерации.

При проведении анализа методом  $k$ -средних в качестве центров кластеров выбраны регионы с наибольшими и наименьшими значениями показателей  $K2$  и  $K4$ . Эти показатели характеризуют начальную и конечную стадию инновационного процесса. Кластеризация проводилась по всем четырем показателям. В результате проведенного анализа за 2019 г. регионы ПФО были разделены на четыре кластера, состав которых представлен в табл. 3.

Анализ табл. 3 позволяет констатировать, что в первый кластер включены регионы с наибольшими затратами на научные исследования и разработки в процентах к валовому региональному продукту. Вторую группу составляют четыре региона с наилучшими показателями результативности инновационной деятельности. Регионы второго кластера выступают лидерами по показателю доли отгруженной инновационной продукции во всей отгруженной продукции промышленности. Напротив, субъекты федерации, расположенные в третьем и четвертом кластере, демонстрируют наименьшие значения показателей  $K2$  и  $K4$ , соответственно.

При проведении динамического анализа состава кластеров в разные периоды времени следует отметить, что при аналогичном выборе центров кластеров с течением времени их состав практически не изменяется, что в некотором роде свидетельствует о стационарности инновационных процессов в регионах ПФО, т. е. регионы по совокупности индикаторов с течением времени остаются на своих позициях.

В табл. 4 приведен сравнительный анализ состава кластеров, рассчитанных по приведенным выше мето-

Таблица 4  
Сравнительный анализ состава кластеров за 2015 и 2019 гг.

№	Название региона	Метод «ближайшего соседа»		Метод $k$ -средних	
		2015	2019	2015	2019
1	Республика Башкортостан	2	3	2	3
2	Республика Марий Эл	4	4	4	4
3	Республика Мордовия	1	1	2	2
4	Республика Татарстан	1	1	3	2
5	Удмуртская Республика	3	4	4	4
6	Чувашская Республика	2	2	2	2
7	Пермский край	2	2	3	3
8	Кировская область	3	2	4	2
9	Нижегородская область	1	1	1	1
10	Оренбургская область	3	3	4	4
11	Пензенская область	2	2	3	3
12	Самарская область	1	2	3	3
13	Саратовская область	2	3	2	3
14	Ульяновская область	2	2	1	1

Источник: авторские данные

дикам за 2015 и 2019 гг. Цифрами в табл. 4 обозначен номер кластера, в котором находится регион в данном году.

Компаративный анализ результатов кластеризации, полученных по двум различным методикам показал следующее:

1. Нижегородская область, Республика Мордовия, Республика Татарстан по исследуемому набору индикаторов неизменно входит в состав лидирующего по инновационному развитию кластера. Данные регионы можно отнести к «лидерам инновационного пространства ПФО» [9].
2. В свою очередь, Республика Марий Эл и Республика Удмуртия, а также Оренбургская область неизменно включены в замыкающие кластеры. Данные субъекты целесообразно отнести к «аутсайдером инновационного пространства ПФО» [9].
3. Результаты кластеризации регионов ПФО по двум разным методикам в целом совпадают. Регионы, отнесенные к лидирующим кластерам методом ближайшего соседа, как правило попадают в соответствующие кластеры, построенные методом  $k$ -средних, и наоборот. Однако в некоторых случаях следует отметить, что результаты оценки уровня инновационного развития региона по двум разным методикам не везде идентичны (например, в случае с Самарской областью).
4. При проведении динамического анализа состава кластеров в разный период времени по представленным выше методикам выявлено, что их состав остается практически неизменным.

### Заключение

Одним из наиболее распространенных и эффективных инструментов компаративного анализа социально-экономических систем выступает кластерный анализ, инструментарий которого представлен широким спектром разнообразных поэтапных проце-

дур разбиения альтернатив на кластеры. Для кластеризации однородных систем, в нашем случае регионов, зачастую задействуют методы иерархической кластеризации. Традиционным методом агломеративной кластеризации выступает метод  $k$ -ближайших соседей, предусматривающий классификацию сравниваемых систем на основе схожих характеристик. Суть популярного алгоритма метода  $k$ -средних заключается в минимизации суммарного квадратичного отклонения количественных характеристик систем от заранее заданных центров кластеров.

В заключение можно сделать вывод об универсальности инструментария кластерного анализа в задачах оценки инновационной деятельности в регионах. Предложенный аппарат можно задействовать в процессе классификации субъектов федерации на группы по различным показателям инновационного развития. Результаты кластеризации могут помочь в разработке документов стратегического планирования инновационной деятельности для укрепления научно-технического развития субъектов федерации. С помощью предложенного инструментария можно проводить анализ подобия рассматриваемых объектов, давать компаративную оценку инновационного развития регионов в стране, а также определять место и роль каждого субъекта федерации в национальной инновационной системе. Выявленные статистические закономерности инновационного функционирования

могут служить базой для прогнозирования динамики развития инновационных систем в регионах. Предложенные в статье методы кластерного анализа можно применять для анализа остальных регионов и федеральных округов РФ.

В целом охарактеризованные выше методы кластерного анализа, наряду с традиционными методами планирования и прогнозирования социодинамики, являются необходимым прикладным аппаратом исследования инновационной деятельности в регионах, ибо анализ актуальной информации составляет фундаментальную основу для принятия эффективных решений на всех уровнях народного хозяйства. Предложенный инструментарий кластерного анализа может быть использован региональными органами власти для определения динамики развития субъектов РФ и разработки территориальных программ инновационного развития.

Подводя итоги опубликованному циклу работ, можно констатировать, что предложенные методы, являясь по сути разными, выявили характерные особенности инновационного развития как отдельных региональных инновационных систем, так и инновационной системы страны в целом. В то же время, полученные различными методами инвариантные, не противоречащие друг другу результаты, свидетельствуют о правильности выбранных алгоритмов и повышают достоверность полученных оценок.

#### Список использованных источников

1. Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженковский. Многомерные статистические методы в экономике: учебник. М.: Риор, 2017. 52 с.
2. А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. Многомерные статистические методы и основы эконометрики. М.: МЭСИ, 2002. 79 с.
3. С. Н. Митяков, Е. С. Митяков, О. И. Митякова, Г. Н. Яковлева. Инструментарий оценки инновационной деятельности в регионах: индексный метод//Инновации. 2020. № 12. С. 53-62.
4. О. Н. Ломидзе. Кластерный анализ в социологических исследованиях//Ученые записки Российского государственного социального университета. 2011. № 9 (97). Ч. 1. С. 38-42.
5. В. В. Жолудева, Н. Ф. Мельниченко, Г. Е. Козлов. 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. Т. Д. Дегтярева, Е. А. Чулкова, Е. С. Торбина. Исследование дифференциации социального развития сельских территорий//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 212-216.
7. А. А. Моденова, И. М. Якимов. Кластерный анализ регионов России по научной и инновационной активности//Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т. 2. № 2 (3). С. 69-72.
8. А. Д. Шматко, С. В. Губин. Кластерный анализ инновационного потенциала субъектов РФ//Управленческое консультирование. 2020. № 3. С. 61-72.
9. Ю. А. Дмитриев, Д. Ю. Фраймович, З. В. Мищенко. Кластерный анализ инновационной деятельности в регионах Центрального федерального округа//Вестник Института экономики Российской академии наук. 2013. № 3. С. 79-87.
10. С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 450 с.
11. В. К. Сенчагов, С. Н. Митяков. Использование индексного метода для оценки уровня экономической безопасности//Вестник Академии экономической безопасности МВД России. 2011. № 5. С. 41-50.

#### References

1. L. I. Nivorozhkina, S. V. Arzhenovskij. Mnogomernye statisticheskie metody v ekonomike: uchebnik. M.: Rior, 2017. 52 s.
2. A. M. Dubrov, V. S. Mhitarian, L. I. Troshin. Mnogomernye statisticheskie metody i osnovy ekonometriki. M.: MESI, 2002. 79 s.
3. S. N. Mityakov, E. S. Mityakov, O. I. Mityakova, G. N. Yakovleva. Instrumentariy otsenki innovatsionnoy deyatel'nosti v regionakh: indeksnyy metod//Innovatsii. 2020. № 12. S. 53-62.
4. O. N. Lomidze. Klasternyy analiz v sociologicheskikh issledovaniyakh//Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo social'nogo universiteta. 2011. № 9 (97). Ch. 1. S. 38-42.
5. V. V. Zholudeva, N. F. Mel'nichenko, G. E. Kozlov. Primenenie klaster'nogo analiza dlya ocenki social'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov na primere CF0 i YAroslavskoj oblasti//Ekonomika, statistika i informatika. 2014. № 1. S. 144-148.
6. T. D. Degtyareva, E. A. Chulkova, E. S. Torbina. Issledovanie differenciacii social'nogo razvitiya sel'skikh territorij//Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 5. S. 212-216.
7. A. A. Modenova, I. M. Yakimov. Klasternyy analiz regionov Rossii po nauchnoj i innovacionnoj aktivnosti//Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike. 2015. T. 2. № 2 (3). S. 69-72.
8. A. D. Shmatko, S. V. Gubin. Klasternyy analiz innovacionnogo po-tenciala sub»ektov RF//Upravlencheskoe konsul'tirovanie. 2020. № 3. S. 61-72.
9. Yu. A. Dmitriev, D. Yu. Frajmovich, Z. V. Mishchenko. Klasternyy analiz innovacionnoj deyatel'nosti v regionah central'nogo federal'nogo okruga//Vestnik Instituta ekonomiki Rossijskoj akademii nauk. 2013. № 3. S. 79-87.
10. S. A. Ajvazyan, V. M. Buhshaber, I. S. Enyukov, L. D. Meshalkin. Prikladnaya statistika: Klassifikaciya i snizhenie razmernosti. M.: Finansy i statistika, 1989. 450 s.
11. V. K. Senchagov, S. N. Mityakov. Ispol'zovanie indeksnogo metoda dlya ocenki urovnya ekonomicheskoy bezopasnosti//Vestnik Akademii ekonomicheskoy bezopasnosti MVD Rossii. 2011. № 5. S. 41-50.