



Научная статья

УДК 332.132

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_531

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАЙОНОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

А.А. Мурашева, И.Х. Ишамятова, Н.А. Беспалов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В данной статье представлен метод оценки эколого-экономического состояния районов Пензенской области методом агломеративной кластеризации. Исследование позволило установить, что внутри области районы можно разделить на четыре основных кластера (A, B, C и D) в зависимости от их общих, экологических и экономических показателей. В результате исследования были выявлены районы с устойчивым, стагнационным и негативным развитием по группам факторов. Это позволило определить, какие районы нуждаются в дополнительных мерах поддержки и развития. Кроме того, в плоскости рассматриваемого периода в 10 лет (с 2012 по 2022 год) были выявлены районы, которые переходили из одного кластера в другой. Были установлены причины таких переходов, что позволило сделать предположения о дальнейшем развитии этих районов. Для районов со сценарием неблагоприятного развития были предложены рекомендации по улучшению положения. Эти рекомендации направлены на рациональное использование земель и улучшение показателей относительно успешных районов. Они могут включать в себя меры по развитию инфраструктуры, поддержке малого и среднего бизнеса, улучшению экологической ситуации и другие меры, направленные на повышение качества жизни населения и развитие экономики районов. Таким образом, проведённое исследование позволило получить более полное представление об эколого-экономическом состоянии районов Пензенской области. Оно может служить основой для разработки стратегий и программ развития, направленных на улучшение качества жизни населения и повышение конкурентоспособности экономики регионов. Данное исследование также имеет практическую значимость, позволяет выявить наиболее проблемные районы и разработать для них конкретные меры поддержки. Результаты исследования могут быть использованы органами власти при принятии решений о распределении ресурсов и разработке программ развития территорий.

Ключевые слова: устойчивое развитие, рациональное природопользование, экономика, экология, показатели, агломеративная кластеризация, оценка

Original article

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC CONDITION OF THE DISTRICTS OF THE PENZA REGION BY THE METHOD OF AGGLOMERATIVE CLUSTERING

A.A. Murasheva, I.H. Ishamyatova, N.A. Bespalov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. This article presents a method for assessing the ecological and economic condition of the Penza Region districts using the agglomerative clusterization method. The study revealed that the districts within the region can be divided into four main clusters (A, B, C and D) depending on their general, environmental and economic indicators. As a result of the study, areas with stable, stagnant and negative development were identified by groups of factors. This allowed us to identify which areas need additional support and development measures. In addition, in the plane of the 10-year period under review (from 2012 to 2022), areas that moved from one cluster to another were identified. The reasons for such transitions were identified, which allowed us to make assumptions about the further development of these areas. Recommendations for improvement have been proposed for areas with an unfavorable development scenario. These recommendations are aimed at rational land use and improving the performance of relatively successful areas. They may include measures to develop infrastructure, support small and medium-sized businesses, improve the environmental situation, and other measures aimed at improving the quality of life of the population and developing the economy of the districts. Thus, the conducted research allowed to obtain a more complete picture of the ecological and economic condition of the Penza region districts. It can serve as a basis for the development of strategies and development programs aimed at improving the quality of life of the population and increasing the competitiveness of the regional economy. This study is also of practical importance, allowing us to identify the most problematic areas and develop specific support measures for them. The results of the study can be used by the authorities in making decisions on the allocation of resources and the development of territorial development programs.

Keywords: sustainable development, rational environmental management, economics, ecology, indicators, agglomerative clustering, assessment

Введение. Агломеративная кластеризация — это метод кластерного анализа, который начинает с того, что каждый объект считается отдельным кластером, затем объединяет близкие кластеры, пока не будет достигнуто определенное условие остановки.

Процесс начинается с N кластеров, где N — количество объектов, и на каждом шаге два ближайших кластера объединяются. Процесс кластеризации продолжается до полного объединения всех объектов в один кластер либо до момента, когда количество образовавшихся кластеров достигнет предварительно определенного значения.

Для измерения близости между кластерами часто используют метрики, такие как евклидово

расстояние или корреляция. Агломеративная кластеризация предоставляет иерархическую структуру кластеров, что позволяет анализировать данные на разных уровнях детализации.

В наше время вопросы оценки эколого-экономического состояния различных территорий являются актуальными и важными для практического применения в управлении региональным развитием. В рамках данной работы мы обращаем внимание на Пензенскую область и предлагаем метод агломеративной кластеризации в качестве инструмента для оценки эколого-экономического состояния районов данного региона.

Пензенская область, как и многие другие регионы, сталкивается с проблемами балансирования между экологическими и экономическими

интересами при принятии решений о развитии. Проведение комплексной оценки состояния районов с учетом как экологических, так и экономических аспектов позволяет выявить потенциальные риски и возможности для устойчивого развития.

В данной работе мы представляем метод агломеративной кластеризации как инструмент для анализа и оценки эколого-экономического состояния районов Пензенской области. Мы предлагаем использовать этот метод для группировки районов по сходству их экологических и экономических характеристик, что позволит выделить типичные образцы развития и идентифицировать районы с наиболее схожими проблемами и потенциалом.



Методы и принципы исследования. В настоящем исследовании для проведения кластерного анализа рассматриваются районы Пензенской области, за исключением городских округов и рабочих поселков. Объектом исследования выступают 24 района. Каждый из районов имеет показатели — факторы, которые должны отражать социально-экономическое и экологическое состояние районов. В рамках данного исследования все факторы были объединены в три группы: характеризующие базовое состояние объекта исследования; характеризующие экологическую ситуацию районов; характеризующие экономическое развитие исследуемых районов.

1. Группа факторов, характеризующих объект исследования:
 - площадь исследуемой территории района О1;
 - Площадь земель сельскохозяйственного назначения О2;
 - Численность городского/сельского населения О3;
 - Протяженность автодорог общего пользования местного значения, на конец года О4;
 - Общая площадь жилых помещений, которая в среднем приходится на одного жителя района — всего О5.
2. Группа экологических факторов:
 - Площадь оврагов Э1;
 - Количество вывезенных за год твердых коммунальных отходов Э2
 - Площадь нарушенных земель Э3;
 - Площадь земель лесного фонда Э4;
 - Площадь полигонов отходов, свалок Э5.
3. Группа экономических факторов:
 - Объем производства сельскохозяйственной Эк1;
 - Доходы местного бюджета, фактически исполненные, Эк2;
 - Бюджетные инвестиции в образование, тыс. руб. Эк3;
 - Количество объектов розничной торговли и общественного питания Эк4;
 - Бюджетные инвестиции в социальную политику, тыс. руб. Эк5.

В ходе исследования были проанализированы статистические данные за период с 2012 по 2022 год. Для проведения кластерного анализа применялись программные пакеты MiniTab.

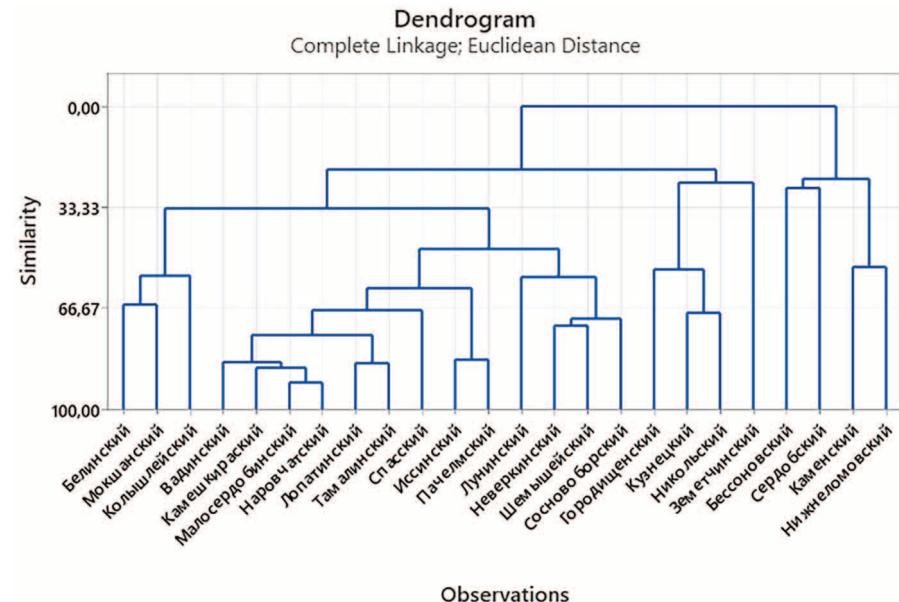


Рисунок 1. Пример дендрограммы агломеративной кластеризации
Figure 1. Example of a dendrogram of agglomerative clustering

Иерархическая кластеризация — это действенный способ решить задачу кластеризации, особенно когда количество факторов ограничено. Этот метод включает в себя два подхода: агломеративную и дивизионную кластеризацию.

Агломеративный алгоритм заключается в последовательном объединении объектов в кластеры, начиная с тех, которые наиболее близки друг к другу. Этот процесс продолжается до объединения всех объектов в один кластер. Результатом агломеративной кластеризации является дендрограмма, визуально представляющая иерархическую структуру кластеров.

Дивизионный алгоритм, напротив, реализует разбиение исходного множества объектов на подмножества, которые затем рекурсивно делятся до тех пор, пока каждый объект не окажется в отдельном кластере. Как и в агломеративном методе, результаты дивизионной кластеризации можно представить в виде дендрограммы.

Результаты кластерного анализа по всем группам и периодам сведены в табл. 1, 2, и 3.

Агломеративная кластеризация проводилась для каждой группы показателей с 2012 по

2022 год (период 10 лет), в целях выяснить изменение каких показателей влияло на месторасположение района в общем рейтинге устойчивого развития региона.

В результате кластеризации по факторам общей характеристики, явно выделяются четыре кластера, как показано на рис. 2, 3 и 4:

- А — кластер устойчиво развивающихся районов внутри региона;
- В — стагнационный кластер;
- С — кластер с отстающими регионами, кластер;
- Д — с регионами, в которых происходят наиболее негативные процессы.

В табл. 1 приведены все данные, полученные в процессе кластеризации и выделены цветами наиболее интересные для изучения районы.

Зеленый — устойчивое развитие в группе факторов;

Красные — негативные явления в группе факторов;

Фиолетовый — стагнационные явления в группе факторов;

Желтый — явный переход группы факторов со временем из одного кластера в другой.



Рисунок 2. Распределение районов по кластерам А, В, С и Д группе экономических факторов за 2012 год
Figure 2. Distribution of districts by clusters A, B, C and D of the group of economic factors for 2012

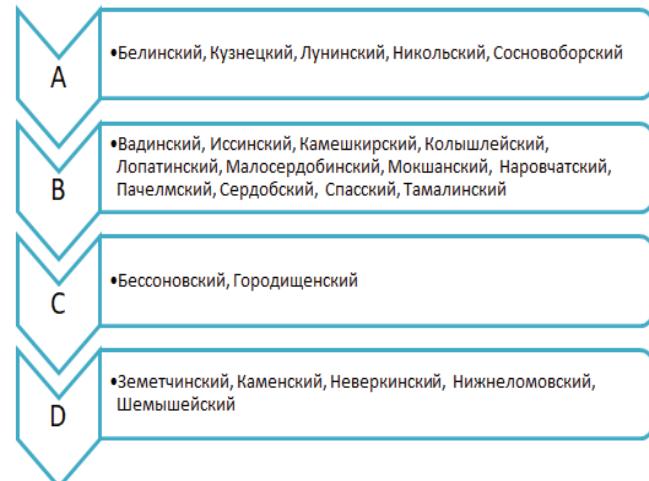


Рисунок 3. Распределение районов по кластерам А, В, С и Д группе экологических факторов за 2012 год
Figure 3. Distribution of districts by clusters A, B, C and D of the group of environmental factors for 2012



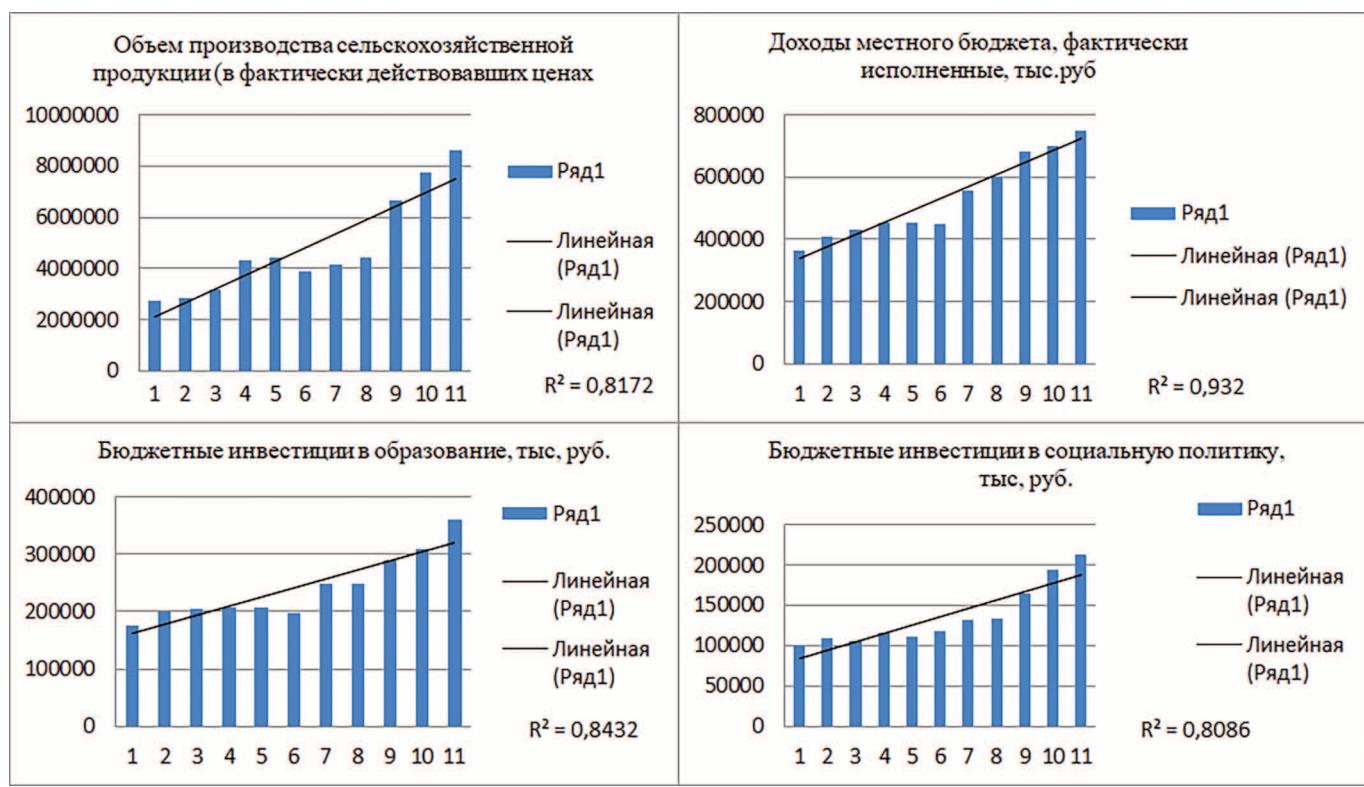
Таблица 1. Результаты кластеризации 24 объектов по 3 группам факторов и 10 периодам
Table 1. Results of clustering of 24 objects by 3 factor groups and 10 periods

| Регион | Экономический | | | | | | | | | | Экологический | | | | | | | Общие | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Белинский | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A |
| Бессоновский | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | A | C | C | B | C | C | B | B | B | C | D | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | |
| Вадинский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | |
| Городиц. | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | A | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | |
| Земетчинский | A | B | A | A | A | B | B | B | B | D | D | D | D | D | A | A | A | D | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | | |
| Иссинский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | |
| Каменский | C | C | C | C | C | C | C | C | A | D | D | D | D | D | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | |
| Камешкирский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | |
| Кольшлейский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | | |
| Кузнецкий | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | C | C | C | A | C | C | C | B | A | A | A | | | |
| Лопатинский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | |
| Лунинский | A | B | A | A | A | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | E | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |
| Малосердоб. | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | |
| Мокшанский | A | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | | | |
| Наровчатский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |
| Неверкинский | B | B | B | B | B | B | B | B | D | B | B | B | B | A | A | D | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |
| Нижнеломовск. | C | C | C | C | C | C | C | C | A | D | D | D | D | D | A | A | A | A | C | C | C | A | A | A | A | A | A | A | | | | |
| Никольский | A | A | A | A | A | A | A | A | B | A | A | A | A | A | A | A | C | C | B | E | A | A | A | A | A | A | A | A | | | | |
| Пачелмский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |
| Сердобский | C | C | C | C | C | C | C | C | C | A | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | | | |
| Сосновоборск. | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | | |
| Спасский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |
| Тамалинский | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |
| Шемышейский | B | B | B | B | B | B | B | B | D | B | B | B | B | A | A | D | B | B | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | | | | |

Таблица 2. Характерные показатели, влияющие на переход из одного в другой кластер

Table 2. Characteristic indicators affecting the transition from one cluster to another

| Район | Влияющая группа показателя | Переход кластера | Причина движения |
|---------------|----------------------------|------------------|--|
| Бессоновский | Экономический | C-A | Объем производства сельскохозяйственной продукции |
| Городищенский | Экономический | C-A | Бюджетные инвестиции в социальную политику |
| Земетчинский | Экологический | D-A | Выявлена ошибка в переходе кластера |
| Каменский | Экологический | D-A | Выявлена ошибка в переходе кластера |
| | Экономический | C-A | Совокупность всех факторов кроме количества объектов розничной торговли и объектов питания |
| Лунинский | Экономический | A-B | Уверенный рост показателей, но на фоне остальных районов отстает |
| Никольский | Экономический | A-B | Уверенный рост показателей, но в соотношении с площадью района и динамикой роста более перспективных регионов, развивается слабее. |

Рисунок 4. Динамика развития экономических показателей Бессоновского района
Figure 4. Dynamics of development of economic indicators of the Bessonovsky district



Основные результаты и обсуждения. Рассмотрим и проанализируем исследование экономических, экологических и общих показателей развития районов в каждом кластере.

В табл. 2 проанализированы причины перехода группы факторов из одного кластера в другой.

Бессоновский район. В группе экономических показателей 5 из 4 факторов на протяжении 10 лет показывали уверенную динамику роста (рис. 4).

Динамика развития показателей из экономического сектора Бессоновского района развивалась успешнее относительно других исследуемых районов. Поэтому к 2022 г. показатель преодолел кластер С и перешел сразу в А. В последние исследуемые годы наблюдался особенный рост в объемах производства сельскохозяйственной продукции.

Городищенский район. В секторе сельскохозяйственной продукции с 2015 г. до 2018 г.

наблюдался значительный спад в объемах производства, но к 2020 г. удалось вернуться к показателю 2015 г. и дальше продолжить уверенное наращивание объема сельскохозяйственной продукции (рис. 5). Благодаря устойчивой динамике роста показателей и стремительному развитию Объема производства с/х продукции после падения, группа экономических показателей преодолела кластер С и перешла сразу в А.

Бюджетные инвестиции в социальную политику с 2020 г. увеличились на 30%, и продолжили уверенный рост. Остальные показатели из группы факторов развивались умеренно с незначительным спадом в те же 2015–2018 гг.

Земетчинский район. Так как в Земетчинском районе относительно остальных районов большую площадь занимают полигоны отходов, свалки (115,5 га), а численность населения с годами убывает, то показатель вывоза твердых

коммунальных отходов должен распределяться равномерно от года к году с убывающей тенденцией. Н графике виден обратный сценарий (рис. 6).

В районе явно испытывается дефицит предприятий по переработке ТКО. Поэтому показатель перехода из кластера D в кластер А в последние 3 года является ошибочным. Об этом также свидетельствует показатель достоверности аппроксимации R^2 построенной линии тренда.

Каменский район. Аналогичная ситуация обнаружена и в Каменском районе с аномальным перемещением из кластера D в кластер А по группе факторов экологии (рис. 7). При постоянном оттоке населения и площади полигонов отходов, свалок (54,557 га) вывезенные за год твердые коммунальные отходы за отслеживаемый период времени после небольшого спада в 2016 г. остались на одном уровне весь следующий период.

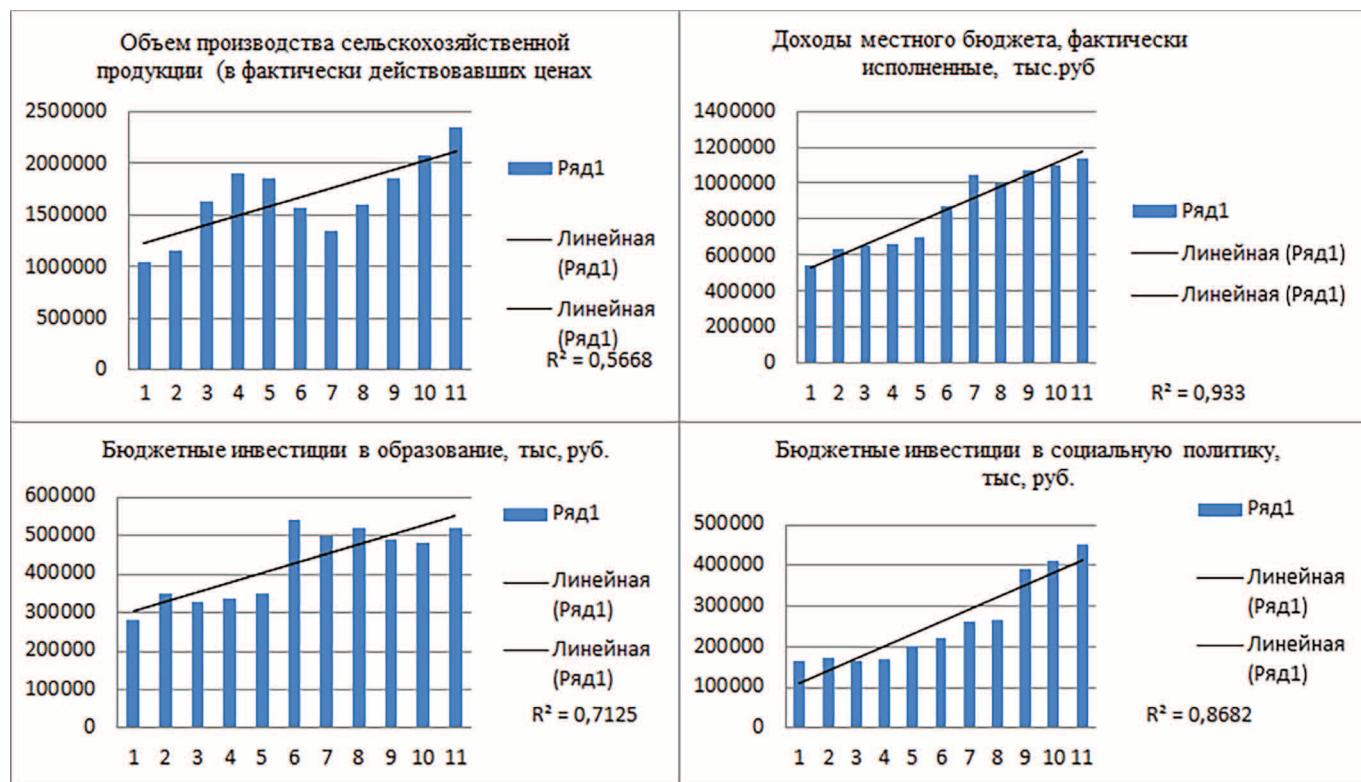


Рисунок 5. Развитие группы экономических показателей в Городищенском районе
Figure 5. Development of a group of economic indicators in Gorodishchensk district



Рисунок 6. Объем вывезенных твердых коммунальных отходов в Земетчинском районе
Figure 6. Volume of municipal solid waste exported in the Zemetchinsky district



Рисунок 7. Объем вывезенных твердых коммунальных отходов в Каменском районе
Figure 7. Volume of municipal solid waste exported in Kamensky district



Более правдивая ситуация наблюдается в секторе экономических факторов (рис. 8).

За счет уверенного роста совокупности показателей и постоянного инвестирования социальной политики и сферы образования, району удалось преодолеть кластер С и перейти сразу в кластер А. Наблюдался значительный спад объема производства с/х продукции после 2016 г., который также быстро, но объем удалось

восстановить так же быстро, как и в случае Городищенского района.

Лунинский район. Причины снижения уровня кластера из А в В по группе экономических факторов к 2022 г. можно обосновать тем, что остальные районы развивались в 2022 г. более динамично (рис. 9). Так как Лунинский район, бесспорно, показывает экономическое развитие по всем рассматриваемым параметрам, то

имеет смысл спрогнозировать переход его в будущем обратно в кластер А.

Никольский район. Точно такая же ситуация складывается в Никольском районе. Кажется, что все показатели показывают рост, а в особенности объем производства сельскохозяйственной продукции начиная с 2020 г., но к концу рассматриваемого периода оказывается в кластере В (рис. 10).

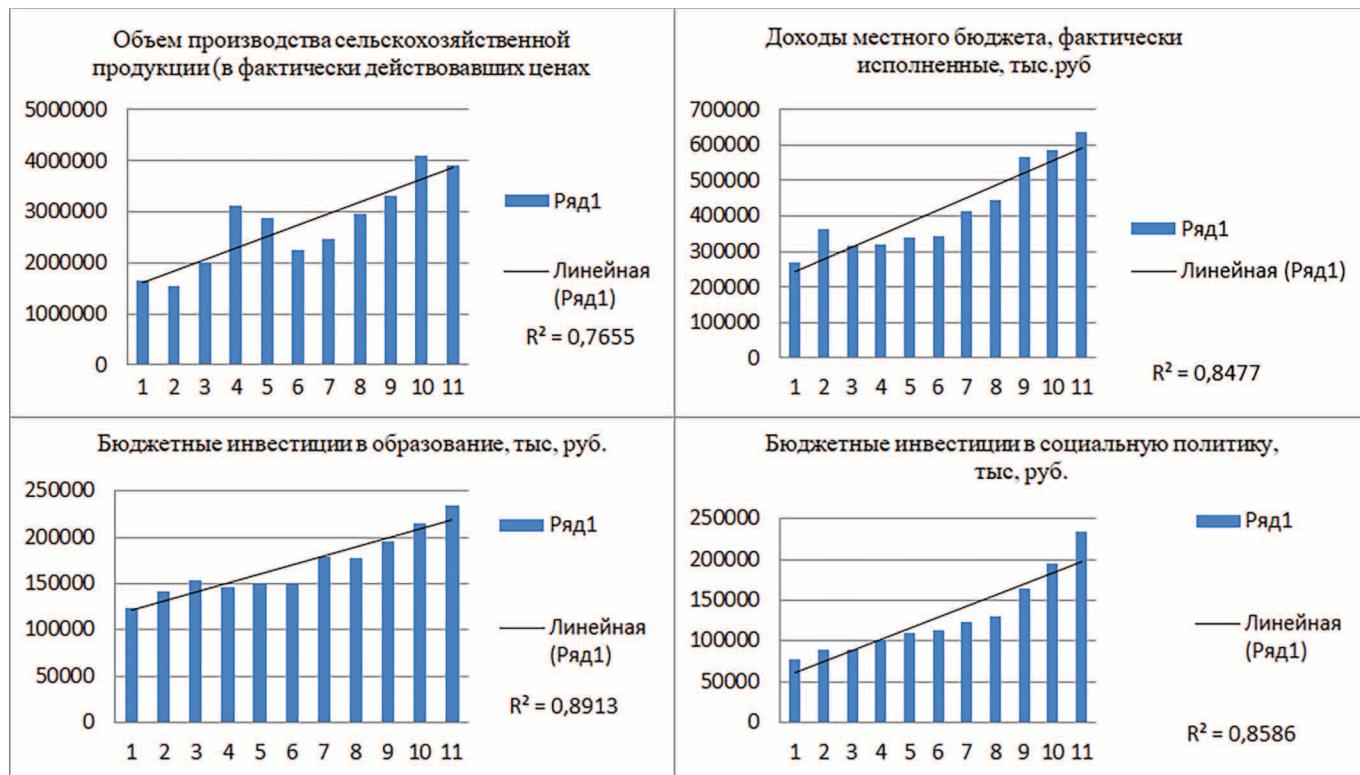


Рисунок 8. Развитие группы экономических показателей в Каменском районе
Figure 8. The development of a group of economic indicators in the Kamensky district

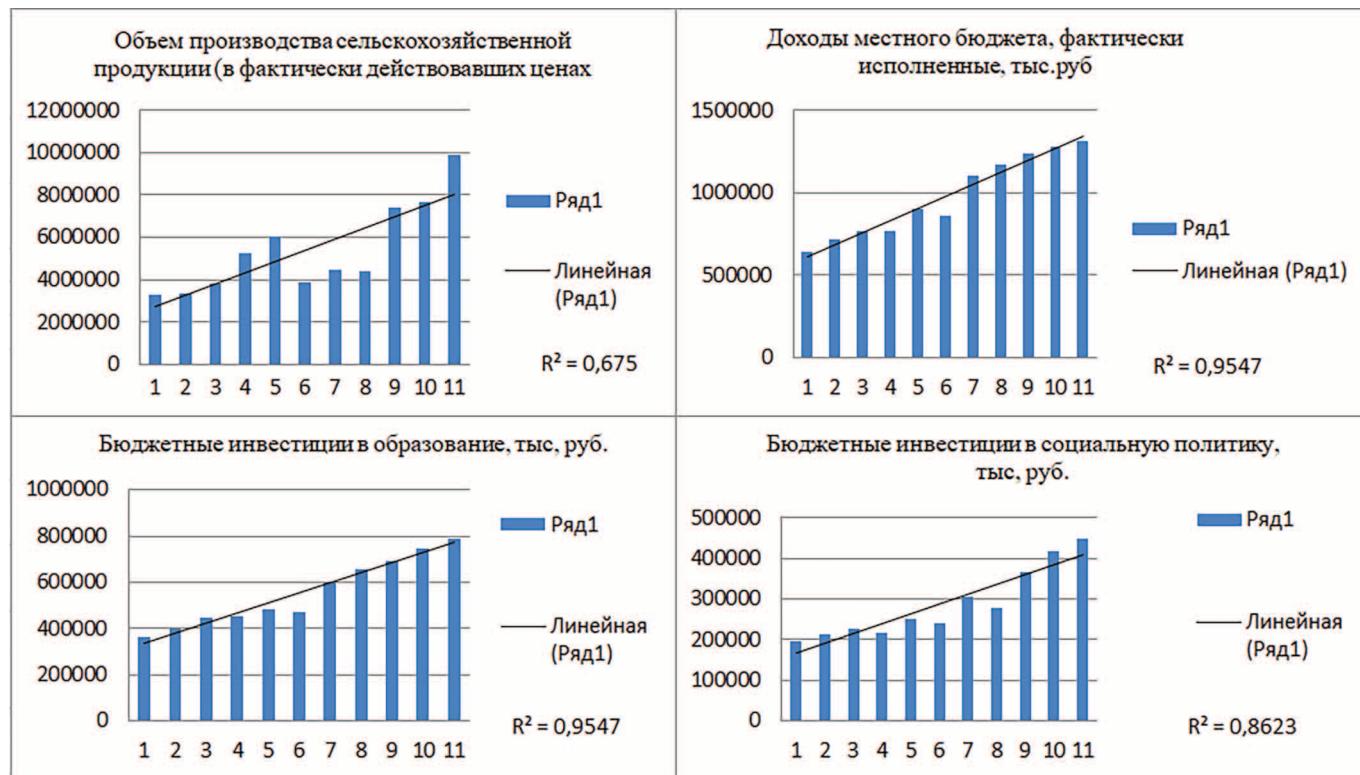


Рисунок 9. Развитие группы экономических показателей в Лунинском районе
Figure 9. Development of a group of economic indicators in the Luninsky district



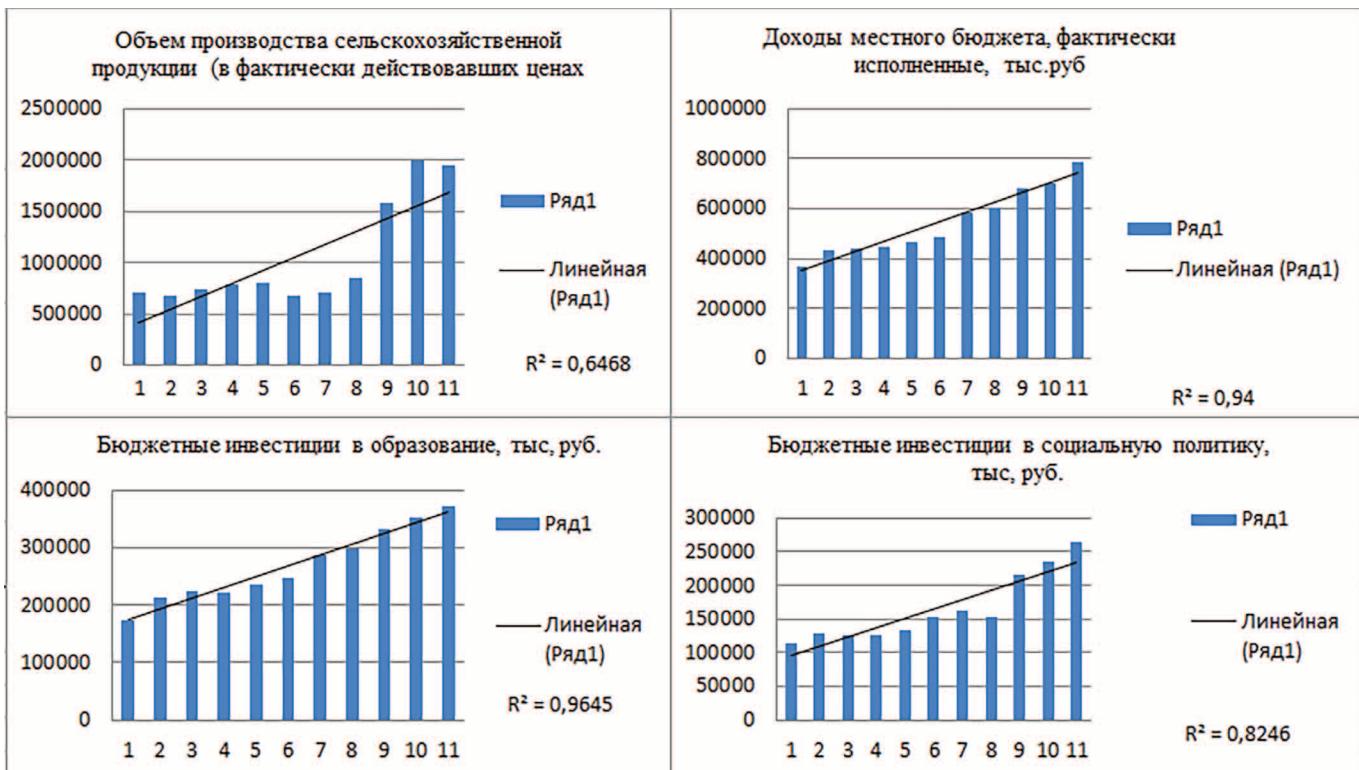


Рисунок 10. Развитие группы экономических показателей в Никольском районе
Figure 10. The development of a group of economic indicators in the Nikolsky district

Таблица 3. Районы с наиболее устойчивым и негативным развитием
Table 3. Areas with the most stable and negative developments

| Район | Устойчивые факторы | Стагнирующие | Негативное развитие |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Белинский | Общие Экологические Экономические | | |
| Бессоновский | | | |
| Вадинский | | Экологические Экономические | Общие |
| Городищ. | | Экологические | |
| Земетчинский | | | Экономические |
| Иссинский | | Экономические | Общие |
| Каменский | Общие | | |
| Камешкирский | | Экономические Экологические | Общие |
| Колышлейский | Общие | Экономические Экологические | |
| Кузнецкий | Экономические | | |
| Лопатинский | | Экономические Экологические | общие |
| Лунинский | | | |
| Малосердоб. | | Экологические Экономические | Общие |
| Мокшанский | Общие | Экологические | |
| Наровчатский | | Экологические Экономические | Общие |
| Неверкинский | | Экономические | Общие |
| Нижнеколомск. | | | |
| Никольский | | | Экологические |
| Пачелмский | | Экологические | Общие |
| Сердобский | Общие | Экологический | |
| Сосновоборск. | | Общие Экономические | |
| Спасский | | Экологические Экономические | Общие |
| Тамалинский | | Экологические Экономические | Общие |
| Шемышейский | | Общие Экономические | |

Сопоставив площадь территории Никольского района (251180 га) с динамикой показателей, можно сделать вывод, так же как и в Лунинском районе, что Никольский район хоть и развивается в экономическом секторе, но развивается недостаточно активно на фоне других районов.

В табл. 3 проанализированы районы и собраны по группам районы с наиболее устойчивым развитием, негативным развитием и районы, находящиеся в стагнации на протяжении 10 лет.

К группе районов с устойчивым развитием были отнесены районы, которые на протяжении 10 лет показывали стабильный результат по группам общих, экологических или экономических факторов.

К группе стагнации отнесены районы, которые показывали на протяжении 10 лет одинаковый показатель после проведения кластеризации (но не выше кластера В).

К группе негативного развития относятся районы показывающие кластер С или ниже на протяжении всего периода исследования или имеют нисходящий тренд от 2012 г. к 2022 г..

Заключение. При разработке социально-экономической политики региона важно учитывать проведение экологических мероприятий и руководствоваться принципом экологической презумпции. Использование кластерного и факторного анализа позволяет изучать влияние социально-экономической деятельности на экологическое развитие региона, что позволяет обнаружить показатели, негативно воздействующие на экологическое состояние региона. Прогнозирование динамики показателей дает возможность эффективнее разрабатывать региональные стратегии и программы.

Проанализировав табл. 5 можно сделать ряд выводов о развитии районов Пензенской области и пронаблюдать тенденцию развития региона в целом.

1. Лучший баланс при развитии за 10 лет показал Белинский район по всем наблюдаемым группам факторов;

2. В стагнации за 10 лет находятся преимущественно такие группы факторов как экология и экономика по большинству районов Пензенской области;

3. Если в стагнации находятся экология и экономика, то с наибольшей вероятностью это вызывает негативные процессы в группе общих факторов;

4. Перспективные регионы с большим потенциалом развития могут оказаться Колышлейский район, если экономика перейдет из группы стагнирующих в группу стабильно развивающихся факторов, также можно сказать про Мокшанский и Сердобский районы, при условии наращивания экологических мероприятий внутри района;



5. Общие показатели оказались наиболее дестабилизирующими. На это повлиял показатель населения районов. Из-за постоянного снижения данных убыль-прибыль населения, кластер общих показателей оставался негативным в большинстве районов;

6. Чтобы повысить кластер для группы экономических факторов следует ежегодно инвестировать бюджетные средства в образовательную и социальную политику, а также проводить мероприятия по улучшению демографической ситуации в районе — улучшение условий больниц, строительство детских садов и образовательных учреждений. Так же стоит привлекать крупных и средних застройщиков в регионы, для повышения жилищных условий и привлекательности района для проживания в целом.

Список источников

1. Антропов Д.В. Анализ эффективности управления земельными ресурсами региона на основе применения методики комплексного (кластерного) зонирования территорий (на примере земель сельскохозяйственного назначения) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 5. С. 16-19.
2. Дубровский А.В. Методические подходы к моделированию и прогнозированию регионального использования земельных ресурсов с применением геотехнологий // Вестник СГУГИТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2022. Т. 27, № 3. С. 145-156.
3. Ишамятова И.Х., Антропов Д.В. Комплексное (кластерное) зонирование городов Пензенской области на основе эколого-экономических показателей территории // Креативная экономика. 2023. № 11. С. 4263-4290.
4. Ишамятова И.Х., Гераськин М.М., Глазунова В.М. Региональные информационные системы как инструмент пространственного развития территорий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. № 10. С.601-612.
5. Минакир П.А. Российское экономическое пространство. Стrатегические тупики // Экономика региона. 2019. № 15(4). С. 967-980.
6. Мурашева А.А., Лепехин П.П. Информационно-моделирующая система для решения региональных экологических проблем // Науки о Земле. 2015. № 1. С. 24-32.
7. Овсянников А.О. Анализ внутренних затрат на научные исследования и разработки по субъектам Российской Федерации при помощи кластерного анализа RapidMiner // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. 2018. № 6 (22).
8. Огнивцев С.Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК // Международный агропромышленный журнал. 2019. № 2. С. 77-80.
9. Папаскири Т.В. Методы формирования систем автоматизированного землеустроительного проектирования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015. № 2. С. 38-44.
10. Пономарев В.П., Белоглазова И.Ю. Применение факторного и кластерного статистического анализа в медицине // Перспективные информационные технологии: международная научно-техническая конференция. 2016. С. 589-592.
11. Третьяк В.П. Многовариантность использования кластерной технологии // Наука. Инновации. Образование. 2008. № 3(4). С. 87-98.
12. Хлыстун В.Н., Мурашева А.А., Столяров В.М. Концептуальные подходы к разработке и реализации программы вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 5. С. 2-11.
13. Чарыкова О.Г., Маркова, Е. С. Региональная кластеризация в цифровой экономике // Экономика региона. 2019. № 15(2). С. 409-419.
14. Шестаков Р.Б., Ловчикова Е.И. Кластеризация регионов на основе базовых аграрно-экономических критериев // Экономика региона. 2023. № 19(1). С. 178-191.
15. Bhatnagar A., Vrat, P. & Shankar, R. (2019). Multi-criteria clustering analytics for agro-based perishables in cold-chain. *Journal of Advances in Management Research*. № 16(4). С. 563-593.
16. Vandana B. & Kumar S. (2019). Hybrid K-Mean Clustering Algorithm for Crop Production Analysis in Agriculture International. *Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE)*, vol. 9 no. 2, pp. 9-13.
17. Novikova N.V., Stroganova E.V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 2, pp. 76-93.
18. Zhanyun Wang, Wei Deng, Shaoyao Zhang, Hao Zhang. (2024). Improved trade-off model of land use functions: Differentiated objective setting by territory spatial planning. *Ecological Indicator*, vol. 160, no. 4, http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111881

References

1. Antropov D.V. (2018). *Analiz effektivnosti upravleniya zemel'nyimi resursami regiona na osnove primeneniya metodiki kompleksnogo (klasternogo) zonirovaniya territorii (na primere zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya)* [Analysis of the effectiveness of land management in the region based on the application of the methodology of integrated (cluster) zoning of territories (using the example of agricultural land)]. International Agricultural Journal, no. 5, pp. 16-19.
2. Dubrovskiy A.V. (2022). *Metodicheskie podkhody k modelirovaniyu i prognozirovaniyu ratsional'nogo ispol'zovaniya zemel'nykh resursov s primeniem geotekhnologii* [Methodological approaches to modeling and forecasting the rational use of land resources using geotechnologies]. Bulletin of the Siberian State University of Geosystems and Technologies, no. 3, pp. 135-156.
3. Ishamyatova I.KH., Antropov D.V. (2023). *Kompleksnoe (klasternoe) zonirovanie gorodov Penzenskoi oblasti na osnove ekhologo-ekonomicheskikh pokazatelei territorii* [Integrated (cluster) zoning of cities in the Penza region based on ecological and economic indicators of the territory]. Creative economy, no. 11, pp. 4263-4290.
4. Ishamyatova I.KH., Geras'kin M.M., Glazunova V.M. (2024). *Regional'nye informatsionnye sistemy kak instrument prostranstvennogo razvitiya territorii* [Regional information systems as a tool for spatial development of territories]. Land management, cadastre and land monitoring, no. 10, pp. 601-612.
5. Minakir P.A. (2019). *Rossiiskoe ekonomicheskoe prostranstvo. Strategicheskie tupiki* [The Russian economic space. The economy of the region, no. 19(1), pp. 178-191.
14. Shestakov R.B., Lovchikova E.I. (2023). *Klasterizatsiya regionov na osnove bazovykh agrarno-ekonomicheskikh kriteriev* [Regional clustering in the digital economy]. The economy of the region, no. 19(1), pp. 178-191.
15. Bhatnagar A., Vrat, P. & Shankar, R. (2019). Multi-criteria clustering analytics for agro-based perishables in cold-chain. *Journal of Advances in Management Research*, no. 16(4), pp. 563-593.
16. Vandana B. & Kumar S. (2019). Hybrid K-Mean Clustering Algorithm for Crop Production Analysis in Agriculture International. *Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE)*, vol. 9, no. 2, pp. 9-13.
17. Novikova N.V., Stroganova E.V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 2, pp. 76-93.
18. Zhanyun Wang, Wei Deng, Shaoyao Zhang, Hao Zhang. (2024). Improved trade-off model of land use functions: Differentiated objective setting by territory spatial planning. *Ecological Indicator*, vol. 160, no. 4, http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111881

Информация об авторах:

Мурашева Алла Андреевна, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8221-8008>, amur2@nln.ru
Ишамятова Ирина Хафизовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4917-4920>, irinaishamyatova@yandex.ru
Беспалов Никита Александрович, аспирант, кафедра управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-2971-6183>, Bespalow2219@mail.ru

Information about the authors:

Alla A. Murasheva, doctor of economic sciences, candidate of technical sciences, professor of the department of land resources and real estate management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8221-8008>, amur2@nln.ru
Irina Kh. Ishamyatova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of land resources and real estate management, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4917-4920>, irinaishamyatova@yandex.ru
Nikita A. Bespalov, postgraduate student, department of land resources and real estate management, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-2971-6183>, Bespalow2219@mail.ru

Bespalow2219@mail.ru

