 © Авторы статьи / Authors of the article

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ/LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76 EDN: LSVSMC

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ: ОПЫТ ТВЕРСКОЙ И АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Научная статья

Мурашева А.А.[1, *], Лепехин П.П.[2], Столяров В.М.[3], Груздев В.С.[4], Карпинова А.С.[5]

[1] ORCID : 0000-0002-8221-8008;

[2] ORCID : 0000-0002-2711-5022;

[3] ORCID : 0000-0002-8404-4590;

[5] ORCID : 0009-0000-9321-3934;

[1, 2, 3, 4, 5] Государственный университет по землеустройству, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (amur.2gis[at]gmail.com)

Предложена: 25.09.2026; Принята: 23.10.2026; Опубликована: 17.11.2026

Аннотация

В статье рассматриваются методические подходы к применению корреляционного анализа для оценки качества и полноты сведений Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), а также для информационного обеспечения организации комплексных кадастровых работ. Цель исследования — обоснование возможностей статистического инструментария при выявлении закономерностей и взаимосвязей между показателями кадастрового учета, социально-экономическими условиями и природными факторами территорий. На примере Тверской и Астраханской областей показаны возможности использования корреляционного анализа для оценки полноты и достоверности сведений ЕГРН, определения факторов, влияющих на качество кадастровых данных, и выбора приоритетных направлений комплексных кадастровых работ. Объем выборки составил 36 муниципальных образований Тверской области и 11 муниципальных районов Астраханской области. Для проверки нормальности распределения применялись критерии Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова. Проведен сравнительный анализ регионального опыта, выявлены общие и специфические особенности формирования информационной базы ЕГРН, а также факторы, обусловливающие территориальную дифференциацию показателей кадастрового учета. Обоснованы преимущества комплексного применения корреляционного, факторного и кластерного анализа, позволяющего повысить достоверность исходных данных, учесть пространственную неоднородность территорий и повысить обоснованность управленческих решений при выполнении кадастровых работ. Установлены количественные зависимости: между площадью района и количеством земельных участков (r = 0,73), между количеством земельных участков и объектов капитального строительства (r = 0,68), между количеством кадастровых кварталов и участков без установленных границ (r = 0,72). Для Тверской области выделено 10 кластеров муниципальных образований с индексом кадастровых работ от 18% до 97%. Результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании методик оценки качества сведений ЕГРН, планировании комплексных кадастровых работ и разработке региональных программ в сфере управления земельными ресурсами.

Ключевые слова: корреляционный анализ, ЕГРН, комплексные кадастровые работы, землеустройство, мониторинг земель, Тверская область, Астраханская область, факторный анализ, кластерный анализ.

CORRELATION ANALYSIS IN THE INFORMATION SUPPORT SYSTEM FOR LAND MANAGEMENT AND LAND MONITORING: THE EXPERIENCE OF THE TVER AND ASTRAKHAN OBLASTS

Research article

Murasheva A.A.[1, *], Lepekhin P.P.[2], Stolyarov V.M.[3], Gruzdev V.S.[4], Karpinova A.S.[5]

[1] ORCID : 0000-0002-8221-8008;

[2] ORCID : 0000-0002-2711-5022;

[3] ORCID : 0000-0002-8404-4590;

[5] ORCID : 0009-0000-9321-3934;

[1, 2, 3, 4, 5] State University of Land Use Planning, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (amur.2gis[at]gmail.com)

Suggested: 25.09.2026; Accepted: 23.10.2026; Published: 17.11.2026

Abstract

The article examines methodological approaches to the application of correlation analysis for assessing the quality and completeness of data in the ESRRE, as well as for providing the information required to organise complex cadastral work. The aim of the study is to demonstrate the potential of statistical tools in identifying patterns and interrelationships between cadastral registration indicators, socio-economic conditions and natural factors in different regions. On the example of Tver and Astrakhan Oblasts, the research demonstrates the potential of correlation analysis for assessing the completeness and reliability of ESRRE data, identifying factors influencing the quality of cadastral data, and selecting priority areas for comprehensive cadastral work. The sample consisted of 36 municipalities in Tver oblast and 11 municipal districts in

 © Авторы статьи / Authors of the article

Astrakhan Oblast. The Shapiro–Wilk and Kolmogorov–Smirnov tests were used to check for normality of distribution. A comparative analysis of regional experience was carried out, identifying general and specifics of the formation of the ESRRE information base, as well as factors determining the territorial differentiation of cadastral registration indicators. The advantages of the integrated application of correlation, factor and cluster analysis are substantiated; this approach allows for an increase in the reliability of the source data, takes into account the spatial heterogeneity of territories and enhances the soundness of management decisions when carrying out cadastral work. Quantitative correlations have been established: between the area of a district and the number of land plots (r = 0.73), between the number of land plots and capital construction projects (r = 0.68), and between the number of cadastral blocks and plots without defined boundaries (r = 0.72). For Tver Oblast, 10 clusters of local authorities have been identified, with a cadastral work index ranging from 18% to 97%. The research results can be used to improve methods for assessing the quality of information in the ESRRE, to plan comprehensive cadastral work, and to develop regional programmes in the field of land resource management.

Keywords: correlation analysis, ESRRE, complex cadastral works, land management, land monitoring, Tver Oblast, Astrakhan Oblast, factor analysis, cluster analysis.

Введение

Современное землеустройство и кадастр немыслимы без применения статистических методов анализа пространственных данных. Одним из наиболее востребованных инструментов является корреляционный анализ, позволяющий выявлять и количественно оценивать взаимосвязи между различными показателями состояния земельных ресурсов. В условиях цифровой трансформации отрасли, активного внедрения Национальной системы пространственных данных (НСПД) и повсеместного проведения комплексных кадастровых работ (ККР) возрастает потребность в надежных методиках оценки полноты и качества исходной информации.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью научно обоснованного выбора статистического инструментария для оценки качества сведений ЕГРН и планирования ККР. Существующие методики зачастую ограничиваются описательными статистиками и не учитывают пространственную неоднородность территорий. Предлагаемый подход восполняет этот пробел путем комплексного применения корреляционного, факторного и кластерного анализа с обязательной проверкой нормальности распределения исходных переменных.

Научная новизна исследования заключается в комплексном применении корреляционного, факторного и кластерного анализа к задачам оценки качества и полноты сведений ЕГРН и планирования ККР с обязательной проверкой нормальности распределения исходных переменных, а также при сопоставлении двух регионов с различными природно-экономическими условиями. Такой подход развивает современные направления статистического обеспечения землеустройства и кадастра [11], [15].

Целью настоящей работы является анализ практики применения корреляционного анализа в землеустройстве и мониторинге земель на примере двух регионов — Тверской и Астраханской областей, а также обоснование методических подходов к формированию информационной базы для выполнения ККР.

Задачи исследования:

1) сформировать репрезентативную выборку муниципальных образований и обосновать набор переменных;
2) провести проверку нормальности распределения с использованием формальных критериев;
3) выполнить корреляционный, факторный и кластерный анализ по Тверской области;
4) провести сопоставимый анализ по Астраханской области;
5) сформулировать количественно обоснованные выводы и практические рекомендации.

Материалы и методы исследования

Для анализа использованы данные по 36 муниципальным образованиям Тверской области и 11 муниципальным районам Астраханской области. Выборка охватывает все муниципальные образования первого уровня, что обеспечивает репрезентативность и позволяет применять параметрические методы.

Источники данных:

– сведения ЕГРН о земельных участках, объектах капитального строительства, кадастровых кварталах, зонах с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ), административных границах и территориальных зонах;

– статистические отчеты Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра);

– материалы государственного мониторинга земель;

– данные дистанционного зондирования Земли (Sentinel-2, Landsat);

– региональные программы управления земельными ресурсами и материалы НСПД.

Для обоснования набора переменных из массива исходных данных отобраны 12 переменных, характеризующих состояние кадастрового учета и социально-экономические условия территорий. За критерии отбора приняты: наличие полных данных по всем муниципальным образованиям, статистическая значимость, содержательная интерпретируемость.

Перечень переменных:

– площадь района;
– количество земельных участков;
– количество ОКС;
– количество кадастровых кварталов;
– количество земельных участков без установленных границ;
– количество ОКС с уточненными границами; площадь земель сельскохозяйственного назначения;
– площадь лесных земель;

 © Авторы статьи / Authors of the article

– площадь земель водного фонда;
– площадь земель запаса;
– численность населения; количество ЗОУИТ.

Выбор 12 переменных обусловлен необходимостью включить три основные группы показателей:

1) пространственно-ресурсные характеристики территории (площадь района, площадь земель сельскохозяйственного назначения, лесных земель, водного фонда и земель запаса);

2) интенсивность кадастрового учета (количество земельных участков, ОКС, кадастровых кварталов, участков без установленных границ, ОКС с уточненными границами);

3) социально-экономические и инфраструктурные условия (численность населения и количество ЗОУИТ).

Такой набор переменных позволяет оценить как ресурсный потенциал территории, так и полноту заполнения ЕГРН, а также выявить взаимосвязи между ними. Критериями отбора принято наличие полных данных по всем муниципальным образованиям, статистическая значимость и содержательная интерпретируемость переменных; все отобранные показатели имеют прямое отношение к планированию ККР и оценке качества сведений ЕГРН.

Значительный вклад в развитие теоретических и методических основ применения статистических методов в землеустройстве внесли исследования по информационному обеспечению землеустройства, геоинформационному моделированию и мониторингу земель. В работах Мурашевой А.А. и Лепехина П.П. [1], [2], [3], [4] рассматриваются вопросы формирования информационных моделей управления территориями, геоинформационного обеспечения оценки состояния земель и применения методов дистанционного зондирования для мониторинга объектов недвижимости. В частности, в исследовании [4] обоснована необходимость применения корреляционного анализа для выявления зависимостей между показателями кадастрового учета и социально-экономическими характеристиками территорий. Указанные работы не претендуют на разработку теоретических основ статистических методов как таковых, однако демонстрируют их эффективное применение в предметной области землеустройства и кадастра.

Проблемы цифрового землеустройства и мониторинга почвенно-земельного покрова рассматриваются в работах С.Н. Волкова и Шаповалова Д.А. [6], [12], а также Д.И. Руховича и Д.А. Шаповалова [5]. В исследованиях анализируются основные проблемы реализации программы «цифрового сельского хозяйства», обосновываются направления развития землеустройства и кадастров в интересах агропромышленного комплекса, а также рассматриваются особенности мониторинга почвенно-земельного покрова как информационной основы эффективного землепользования. При этом подчеркивается необходимость применения многомерных статистических методов для обработки больших массивов данных.

Значительный вклад в применение методов ГИС-технологий и статистического анализа для оценки и мониторинга природных условий внесли работы В.В. Браткова. В его исследованиях [7], [8] рассматриваются возможности ГИС-технологий для оценки эрозионного расчленения рельефа, мониторинга климатических условий и картографирования динамики ландшафтов на основе данных ДЗЗ. Автором показано, что корреляционный анализ является эффективным инструментом для выявления связей между морфометрическими характеристиками рельефа и интенсивностью эрозионных процессов.

Значительный вклад в изучение региональных аспектов мониторинга земель вносят исследования Бармина А.Н. и его научной школы. В работах [9], [10] рассматриваются вопросы мониторинга сельскохозяйственных земель, организации рационального землепользования на основе геоэкологического анализа, а также мониторинга естественных и нарушенных земель Астраханской области.

Методологическую основу составили методы корреляционного, факторного и кластерного анализа, реализованные в программном обеспечении Statistica версии 10.0. Для оценки плотности связи между показателями использовались коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена.

Проверка нормальности распределения осуществлялась с применением формальных критериев: критерия Шапиро–Уилка (для выборок $n < 50$) и критерия Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса. Дополнительно использовались квантильные диаграммы (Q-Q plots) для визуальной оценки. Уровень значимости принят равным 0,05. При $p > 0,05$ гипотеза о нормальности распределения не отвергалась.

Для факторного анализа применялся метод главных компонент с последующим вращением Varimax. Количество факторов определялось по критерию Кайзера (собственные значения > 1) и критерию каменистой осыпи. Пороговое значение факторной нагрузки принято равным 0,7.

Кластерный анализ выполнен методом Уорда (Ward's method) с использованием евклидова расстояния. Обоснование выбора метода: минимизация внутрикластерной дисперсии, устойчивость к выбросам, возможность работы с разнородными признаками. Количество кластеров определено по дендрограмме и коэффициенту слияния.

Выбор статистического инструментария согласуется с современными тенденциями развития научной специальности 1.6.15 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» и подходами к комплексным кадастровым работам как элементу эффективного управления территориями [11], [15].

Результаты и обсуждение

3.1. Проверка нормальности распределения

На первом этапе был выполнен анализ собранных исходных материалов для территорий муниципальных образований Тверской области. Рабочей гипотезой являлось предположение о том, что наиболее полно состояние кадастровых данных в ЕГРН характеризуется информацией об учтенных и ранее учтенных объектах недвижимости на исследуемой территории. Всего было проанализировано 12 переменных, характеризующих состояние кадастрового учета в 36 муниципальных образованиях Тверской области.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Для проверки нормальности распределения полученных данных были построены квантильные диаграммы. На диаграммах красной линией показано, как выглядело бы нормальное распределение, а точечной фиолетовой линией — фактические распределения.

Результаты проверки нормальности распределения по формальным критериям сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты проверки нормальности распределения переменных (Тверская область)

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.1

Переменная	Критерий Шапиро–Уилка (W)	p-value	Критерий Колмогорова–Смирнова (D)	p-value	Вывод
Площадь района	0,972	0,431	0,089	0,200	Нормальное
Количество земельных участков	0,968	0,372	0,102	0,200	Нормальное
Количество ОКС	0,945	0,072	0,134	0,089	Нормальное
Количество кадастровых кварталов	0,961	0,241	0,098	0,200	Нормальное
Участки без границ	0,876	0,001	0,187	0,003	Не нормальное
ОКС с уточненными границами	0,891	0,002	0,176	0,006	Не нормальное
Площадь с/х земель	0,958	0,198	0,094	0,200	Нормальное
Площадь лесных земель	0,965	0,312	0,087	0,200	Нормальное
Площадь водного фонда	0,942	0,058	0,112	0,178	Нормальное
Площадь земель запаса	0,934	0,039	0,128	0,112	Не нормальное
Население	0,899	0,003	0,165	0,012	Не нормальное
Количество ЗОУИТ	0,908	0,005	0,154	0,021	Не нормальное

Таким образом, из 12 переменных 7 подчиняются закону нормального распределения ($p > 0,05$), что позволяет использовать параметрические методы (коэффициент Пирсона), а для 5 переменных требуется применение непараметрических методов (коэффициент Спирмена).

На рисунке 1 представлена квантильная диаграмма для показателя «Количество земельных участков» как пример нормального распределения.

 © Авторы статьи / Authors of the article

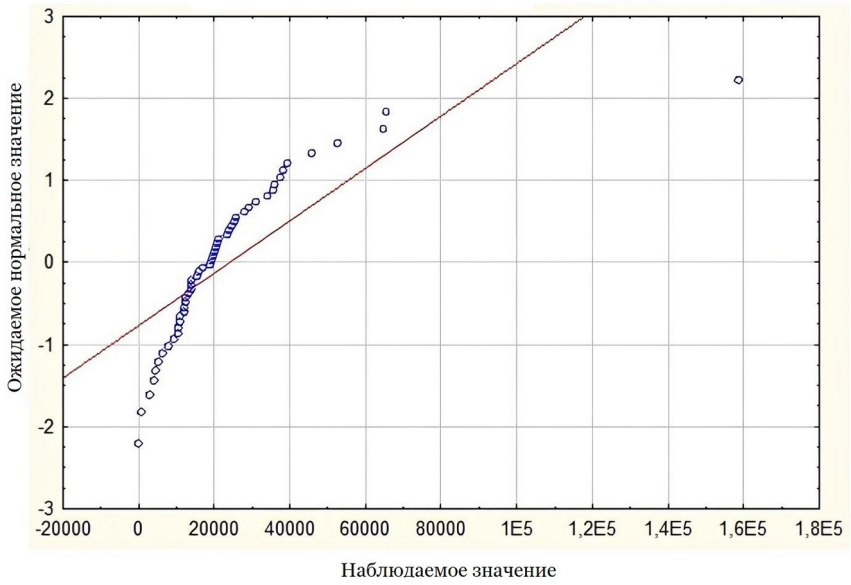


Рисунок 1 - Квантильная диаграмма для переменной «Количество земельных участков»
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.2

На рисунке 2 представлена квантильная диаграмма для показателя «Количество земельных участков без установленных границ» как пример распределения, отклоняющегося от нормального.

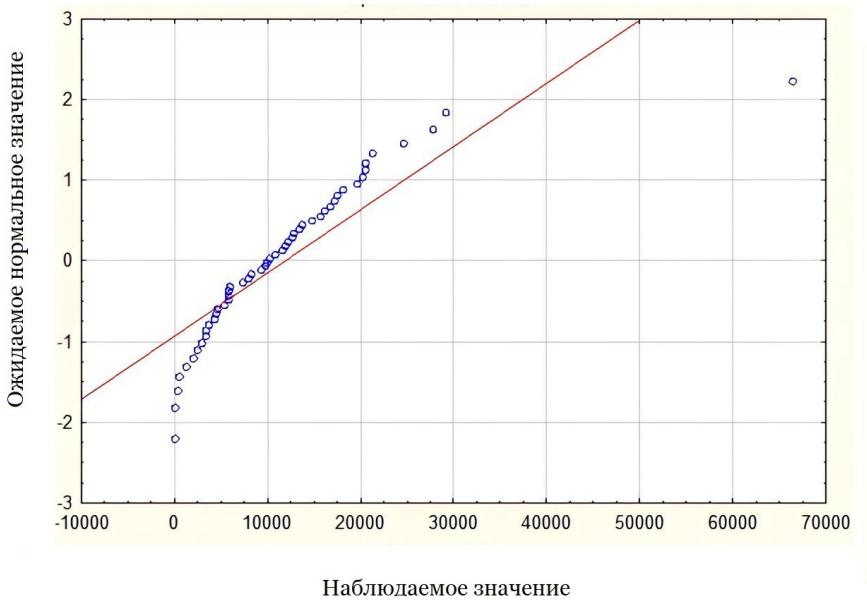


Рисунок 2 - Квантильная диаграмма для переменной «Количество земельных участков без установленных границ»
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.3

3.2. Корреляционный анализ

На основе результатов проверки нормальности был проведен корреляционный анализ с использованием как параметрических, так и непараметрических методов. На рисунке 3 представлена матрица корреляционных связей между ключевыми показателями кадастрового учета.

 © Авторы статьи / Authors of the article

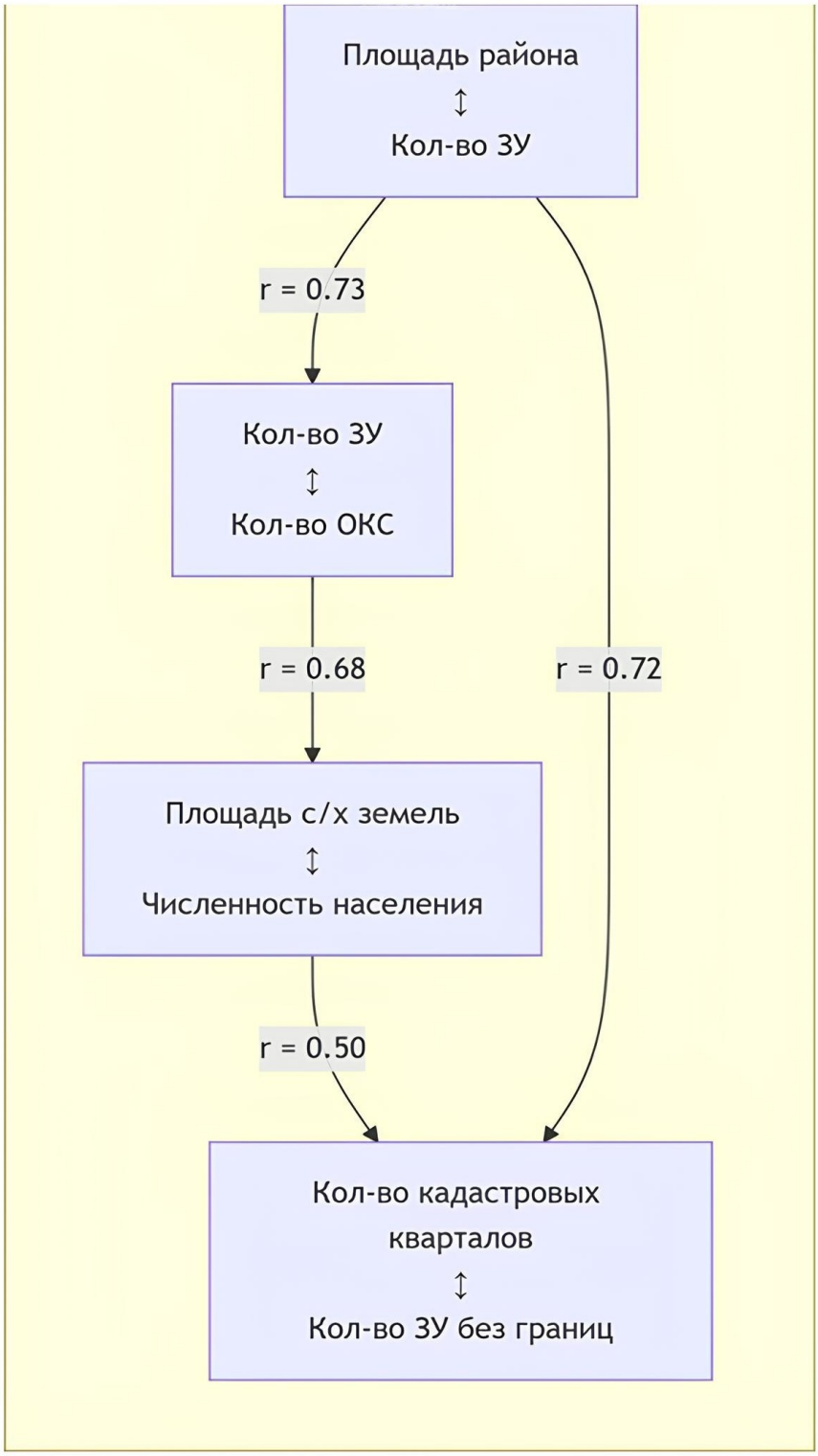


Рисунок 3 - Корреляционные связи между показателями кадастрового учета (Тверская область)
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.4

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить следующие закономерности:

- наблюдается сильная положительная связь между площадью района и количеством земельных участков ($r = 0,73$; $p < 0,001$);
- количество земельных участков тесно коррелирует с количеством объектов капитального строительства (ОКС) ($r = 0,68$; $p < 0,001$);
- площадь сельскохозяйственных земель умеренно связана с численностью населения ($r = 0,50$; $p < 0,01$);
- количество кадастровых кварталов сильно коррелирует с количеством земельных участков без установленных границ ($r = 0,72$; $p < 0,001$).

 © Авторы статьи / Authors of the article

Для переменных, распределение которых отличается от нормального, применялся коэффициент Спирмена. Полученные значения ранговой корреляции подтвердили выявленные закономерности (ρ = 0,69–0,75; p < 0,001).

Далее был выполнен факторный анализ.

3.3. Факторный анализ

Для определения количества факторов была создана матрица собственных значений. По критерию Кайзера (собственные значения > 1) и критерию каменистой осыпи выделено два фактора, объясняющих 65,0% общей дисперсии.

В таблице 2 представлены результаты факторных нагрузок.

Таблица 2 - Факторные нагрузки после вращения Varimax (Тверская область)

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.5

Переменная	Фактор 1	Фактор 2
Площадь земель запаса, тыс. га	0,760	0,643
Площадь с/х земель, тыс. га	0,744	-0,357
Площадь района, тыс. га	0,732	-0,078
Площадь лесных земель, тыс. га	0,727	-0,532
Площадь земель водного фонда, тыс. га	0,710	-0,531
Кол-во кадастровых кварталов	0,686	0,303
Земельные участки без границ	0,686	-0,300
Население, тыс. чел.	0,504	-0,127
Собственное значение	4,906	2,247
Доля дисперсии, %	44,6	20,4

Из таблицы факторных нагрузок установлено, что Первый фактор (44,6 % дисперсии) имеет высокие нагрузки по переменным «площадь земель запаса» (0,760), «площадь сельскохозяйственных земель» (0,744), «площадь района» (0,732), «площадь лесных земель» (0,727) и «площадь земель водного фонда» (0,710). Этот фактор может быть интерпретирован как «природно-ресурсный потенциал территории», отражающий размер и структуру земельного фонда муниципального образования. Утверждение, что первый фактор определяется переменной «население», является некорректным: нагрузка по этой переменной (0,504) ниже порогового значения 0,7 и не может считаться определяющей.

Второй фактор (20,4% дисперсии) имеет высокие нагрузки по переменным, связанным с кадастровым учетом (количество кадастровых кварталов, участки без границ). Он может быть интерпретирован как «интенсивность кадастрового учета». Совокупный вклад двух факторов составляет 65,0%, что свидетельствует о достаточной объяснительной способности модели.

3.4. Кластерный анализ

В целях разработки наилучшей стратегии для выполнения комплексных кадастровых работ в муниципальных образованиях было проведено кластерное распределение. Кластеризация выполнена методом Уорда с использованием евклидова расстояния. Обоснование выбора метода: минимизация внутрикластерной дисперсии, устойчивость к выбросам. По результатам кластерного распределения муниципальных образований Тверской области, получено 10 кластеров. В таблице 3 представлены характеристики кластеров и значения индекса кадастровых работ (ИКР).

Таблица 3 - Характеристики кластеров муниципальных образований Тверской области

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.6

Кластер	Количество МО	Средний ИКР, %	Приоритет для ККР
1 (г. Тверь)	1	97	Высокий
2 (г. Кимры, г. Конаково)	2	89	Высокий
3 (Калининский р-н)	1	85	Высокий
4 (Конаковский р-н)	1	72	Средний
5 (Западнодвинский р-н)	1	68	Средний
6 (Кесовогорский р-н)	1	61	Средний
7 (Бежецкий р-н)	1	45	Низкий
8 (Нелидовский р-н)	1	38	Низкий
9 (Максатихинский р-н)	1	29	Низкий
10 (прочие)	26	18–25	Низкий

 © Авторы статьи / Authors of the article

Кластер 10 объединяет 26 муниципальных образований с индексом кадастровых работ 18–25%. Такой крупный кластер отражает общую тенденцию низкой активности кадастрового учета на периферийных территориях. Для повышения практической ценности кластеризации внутри данного кластера была проведена дополнительная группировка по географическому признаку (северо-западные, юго-восточные и центральные районы), что позволяет дифференцировать подходы к планированию ККР. Для целей приоритизации кластер 10 рассматривается как резервный: первоочередные работы сосредоточены в кластерах 1–3 с ИКР > 85%, тогда как для территорий кластера 10 рекомендуется проведение выборочных кадастровых работ, массовая актуализация сведений ЕГРН и мониторинг качества данных с использованием материалов ДЗЗ.

На рисунке 4 представлена карта-схема кластерного распределения муниципальных образований Тверской области.

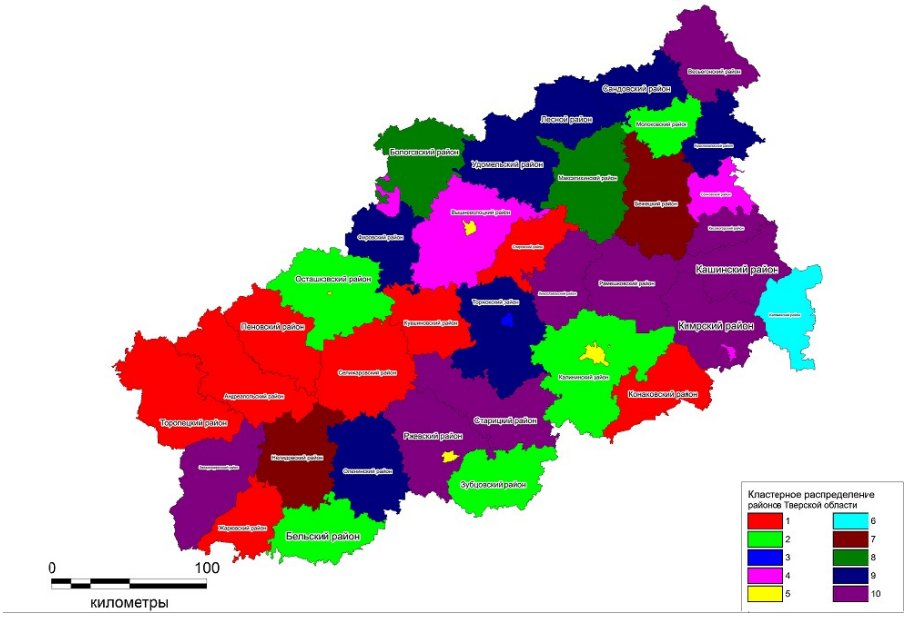


Рисунок 4 - Карта-схема результатов кластерного анализа муниципальных образований Тверской области
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.7

На рисунке 5 представлена схема кластерного распределения муниципальных образований Тверской области по трем группам активности (высокая, средняя, низкая), что соответствует агрегированному представлению 10 кластеров.

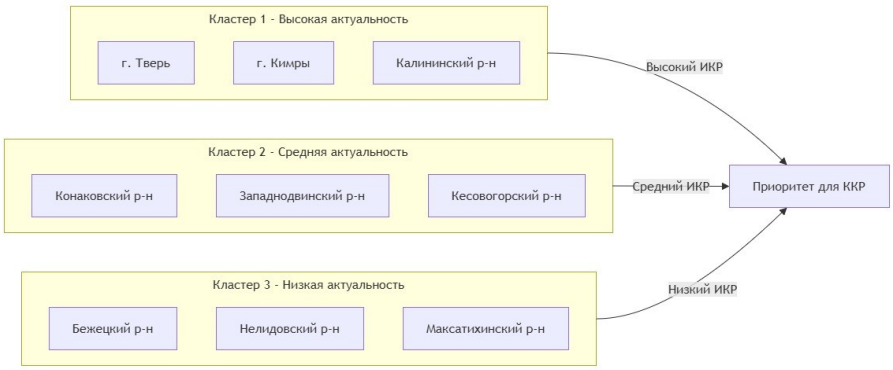


Рисунок 5 - Кластерное распределение муниципальных образований Тверской области (агрегированные группы)
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.8

На основании индекса кадастровых работ (ИКР) выполнено ранжирование и составлена балльная шкала оценки участков, на которые не установлены границы. Данный подход согласуется с методикой Отвагиной М.Г. [13], [14], в которой также применяется кластеризация территорий Тверской области по степени обеспеченности информационно-картографической документацией.

3.5. Региональный опыт Астраханской области

Астраханская область является одним из лидеров Южного федерального округа по внедрению и использованию Национальной системы пространственных данных. Регион является участником пилотного проекта по внедрению

 © Авторы статьи / Authors of the article

функционала электронных сервисов НСПД при предоставлении государственных и муниципальных услуг. Согласно предварительным данным анализа участников проекта НСПД, Астраханская область входит в число лидеров ЮФО по качеству пространственных данных (1-е место в ЮФО, 11-е место в Российской Федерации за период 2022–2025 гг.). Для Астраханской области выполнен корреляционный анализ по 11 муниципальным районам. Выборка включает все муниципальные районы области, что обеспечивает репрезентативность. Перечень переменных аналогичен Тверской области с учетом специфики региона (преобладание земель сельскохозяйственного назначения, наличие водных объектов, зон опустынивания) (таблица 4).

Таблица 4 - Матрица корреляций основных показателей (Астраханская область)

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.9

Переменная 1	Переменная 2	Коэффициент корреляции	p-value	Интерпретация
Площадь района	Количество ЗУ	0,71	< 0,01	Сильная положительная
Количество ЗУ	Количество ОКС	0,66	< 0,01	Средняя положительная
Площадь с/х земель	Антропогенная нагрузка	0,63	< 0,01	Средняя положительная
Население	Количество ЗОУИТ	0,58	< 0,05	Средняя положительная
Площадь водного фонда	Количество ЗУ без границ	0,54	< 0,05	Средняя положительная

Анализ показал, что наиболее тесные связи наблюдаются между площадью района и количеством земельных участков ($r = 0,71$; $p < 0,01$), количеством земельных участков и ОКС ($r = 0,66$; $p < 0,01$), площадью сельскохозяйственных земель и количеством земельных участков ($r = 0,63$; $p < 0,01$).

Факторный анализ по Астраханской области выявил два фактора, объясняющих 61,2% дисперсии. Первый фактор (38,7%) интерпретируется как «аграрно-ресурсный потенциал», второй (22,5%) — как «интенсивность кадастрового учета».

Кластерный анализ позволил выделить 4 кластера муниципальных районов:

1) районы с высокой антропогенной нагрузкой и развитой инфраструктурой (г. Астрахань, Приволжский, Наримановский районы);

2) районы с преобладанием сельскохозяйственных земель (Харабалинский, Енотаевский, Черноярский районы);

3) районы с преобладанием водных объектов и земель водного фонда (Камызякский, Володарский, Икрянинский районы);

4) районы с низкой плотностью кадастрового учета (Красноярский, Лиманский районы).

В исследованиях Бармина А.Н. и его научной школы [9; 10] на примере Астраханской области показано, что применение корреляционного анализа позволяет выявить статистически значимые связи между показателями антропогенной нагрузки и состоянием земельных ресурсов.

В таблице 5 представлено сравнение регионального опыта применения статистических методов для оценки качества земельных ресурсов.

Таблица 5 - Сравнительная характеристика применения статистических методов в Тверской и Астраханской областях

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.10

Параметр	Тверская область	Астраханская область
Объем выборки	36 МО	11 МР
Статус участия в НСПД	Один из 25 регионов, присоединившихся к НСПД	Пилотный проект по внедрению электронных сервисов НСПД
Основные методы анализа	Корреляционный, факторный, кластерный анализ	Корреляционный, регрессионный анализ
Ключевые результаты	10 кластеров муниципальных образований; ИКР от 18% до 97%	4 кластера МР; выявлены зоны антропогенной нагрузки
Факторная структура	2 фактора, 65,0% дисперсии	2 фактора, 61,2% дисперсии
Интеграция с НСПД	ГИСОГД СК интегрирована с НСПД	122 услуги через НСПД (64 федеральные, 58 региональных)
Основные пользователи	Органы власти, застройщики,	Органы власти, застройщики,

 © Авторы статьи / Authors of the article

Параметр	Тверская область	Астраханская область
	граждане	граждане
Научное сопровождение	СКФНАЦ, СтГАУ	Астраханский государственный университет

На рисунке 6 представлена сравнительная схема применения корреляционного анализа в двух регионах.

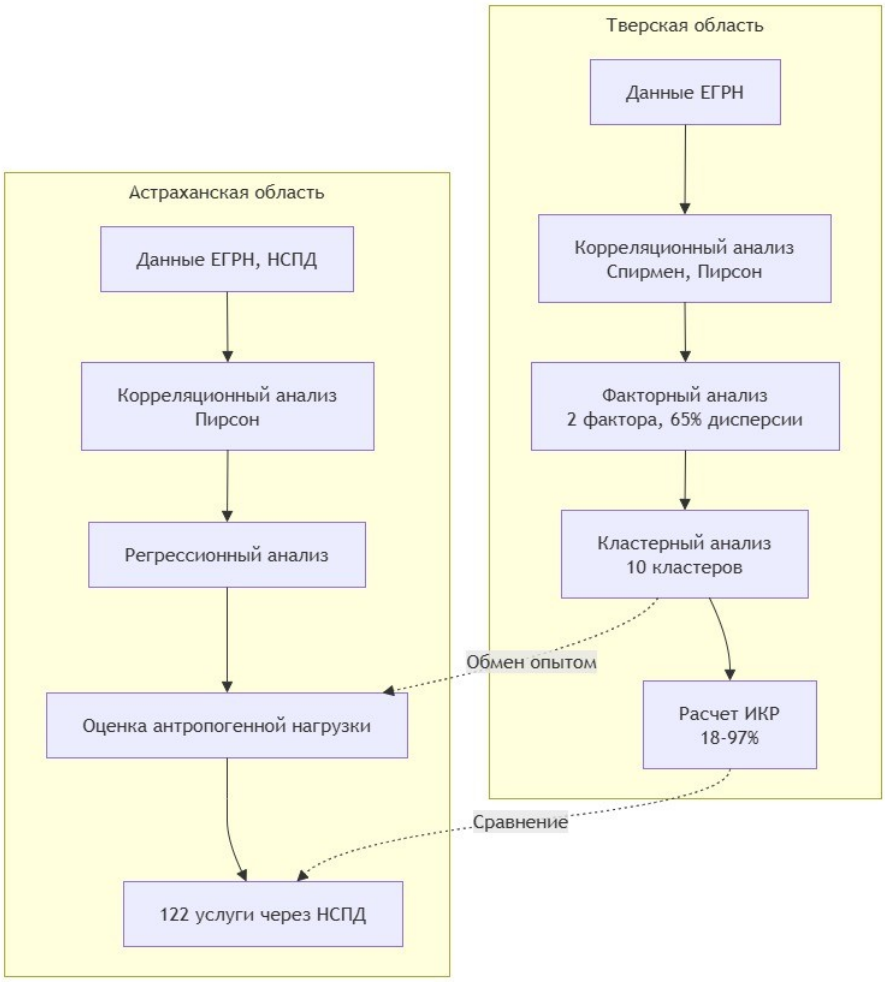


Рисунок 6 - Сравнительная схема применения статистических методов в Тверской и Астраханской областях
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.173.76.11

3.6. Ограничения исследований

Проведенное исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, выборка по Астраханской области включает 11 муниципальных районов, что ограничивает применение параметрических методов и требует осторожной интерпретации коэффициентов корреляции; для повышения надежности выводов использовались непараметрические критерии (Спирмена) и проверка нормальности распределения. Во-вторых, анализ основан на данных ЕГРН и статистических отчетах, которые могут содержать временные лаги и неполноту сведений по отдельным муниципальным образованиям. В-третьих, кластерный анализ чувствителен к выбору метода и метрики; для устойчивости результатов применялся метод Уорда, однако при добавлении новых переменных возможно перекрытие кластеров. Однако указанные ограничения не снижают обоснованности выводов, а определяют направления дальнейших исследований, включая расширение выборки, включение временных рядов и проверку устойчивости кластерных решений альтернативными методами.

Заключение

Таким образом, выполненные авторами исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Проверка нормальности распределения с помощью квантильных диаграмм является обязательным этапом корреляционного анализа. Из 12 исследованных переменных 7 подчиняются закону нормального распределения, что позволяет использовать параметрические методы (коэффициент Пирсона), а для 5 переменных требуется применение непараметрических методов (коэффициент Спирмена).

2. Корреляционный анализ является эффективным инструментом оценки качества и полноты сведений ЕГРН. Установлены статистически значимые связи: между площадью района и количеством земельных участков ($r = 0,73$; $p <$

 © Авторы статьи / Authors of the article

0,001); между количеством земельных участков и объектов капитального строительства ($r = 0,68$; $p < 0,001$); между количеством кадастровых кварталов и участков без установленных границ ($r = 0,72$; $p < 0,001$).

3. Факторный анализ позволил выделить два фактора, объясняющих 65,0% общей дисперсии. Первый фактор (44,6%) интерпретирован как «природно-ресурсный потенциал территории», второй (20,4%) — как «интенсивность кадастрового учета».

4. На примере Тверской области показано, что применение корреляционного, факторного и кластерного анализа в комплексе позволяет обоснованно подходить к планированию комплексных кадастровых работ. Выделено 10 кластеров муниципальных образований с индексом кадастровых работ от 18% до 97%. Приоритетными для проведения ККР являются гг. Тверь, Кимры, Конаково и Калининский район (ИКР > 85%).

5. Опыт Астраханской области демонстрирует эффективность применения корреляционного анализа для оценки взаимосвязей между показателями антропогенной нагрузки и состоянием земельных ресурсов. Выделено 4 кластера муниципальных районов, различающихся по уровню антропогенной нагрузки и структуре земельного фонда.

6. Сравнительный анализ показал, что оба региона активно интегрируются с НСПД, используя статистические методы для повышения качества пространственных данных. Наиболее эффективным подходом является комплексное применение корреляционного, факторного и кластерного анализа с обязательной предварительной проверкой нормальности распределения исходных переменных.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Мурашева А.А. Информационно-моделирующая система для решения региональных экологических проблем / А.А. Мурашева, П.П. Лепехин // Науки о Земле. — 2015. — № 1. — С. 45–52.

2. Мурашева А.А. Формирование информационной модели управления твердыми бытовыми отходами / А.А. Мурашева, Е.В. Тетерюков, П.П. Лепехин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2014. — № 12. — С. 15–22.

3. Лепехин П.П. Комплексный мониторинг земель объектов Сахалинского нефтегазового комплекса : дис. … канд. геогр. наук : 25.00.26 / П.П. Лепехин. — Москва, 2018. — 180 с.

4. Лепехин П.П. Географическое исследование состояния и использования земель объектами гражданской недвижимости на федеральных охраняемых территориях / П.П. Лепехин, Н.А. Беспалов, А.А. Мурашева [и др.] // International Research Journal. — 2026. — № 164. — DOI: 10.60797/IRJ.2026.164.79.

5. Рухович Д.И. Об особенностях мониторинга почвенно-земельного покрова как информационной основы эффективного землепользования / Д.И. Рухович, Д.А. Шаповалов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2015. — № 12(131). — С. 45–51.

6. Волков С.Н. Цифровое землеустройство как фактор научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации / С.Н. Волков, Е.В. Черкашина, Д.А. Шаповалов [и др.] // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2019. — № 6(173). — С. 5–12.

7. Братков В.В. Оценка эрозионного расчленения рельефа Северо-Восточного Кавказа методами ГИС-технологий / В.В. Братков, З.В. Атаев // Мониторинг. Наука и технологии. — 2017. — № 2(31). — С. 27–35.

8. Кресникова Н.И. Исчисление средоформирующего потенциала особо охраняемых территорий в границах сверхкрупного города в процессе государственного мониторинга его земель / Н.И. Кресникова, С.А. Сладкопевцев, В.В. Юратков // Мониторинг. Наука и технологии. — 2018. — Т. 2. — С. 30–36.

9. Бармин А.Н. Нефтепровод КТК: почвенно-экологический мониторинг / А.Н. Бармин, М.М. Иолин // ТЭК России. — 2012. — № 3. — С. 52–56.

10. Дмитриева М.В. Мониторинг сельскохозяйственных земель в Астраханской области / М.В. Дмитриева, А.Н. Бармин, И.В. Бузякова // Геология, география и глобальная энергия. — 2011. — № 3. — С. 180–185.

11. Атаманов С.А. Новые тренды и технологии в научной специальности 1.6.15. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель / С.А. Атаманов, С.А. Григорьев, Т.В. Илюшина [и др.] // Вестник СГУГиТ. — 2024. — Т. 29, № 6. — С. 106–119.

12. Волков С.Н. Цифровое землеустройство — проблемы и перспективы / С.Н. Волков, Д.А. Шаповалов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2019. — № 10. — С. 8–14.

13. Ишамятова И.Х. Информационное обеспечение выявления территорий, подлежащих учету в ЕГРН в Тверской области на основе данных ДЗЗ / И.Х. Ишамятова, М.Г. Отвагина // Московский экономический журнал. — 2022. — Т. 7, № 7. — DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_7_400.

14. Ишамятова И.Х. Мониторинг земель Пензенской области, нарушенных твердыми бытовыми отходами, на основе ГИС-технологий / И.Х. Ишамятова, М.Г. Отвашина, А.Г. Чабанов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2023. — Т. 1. — С. 47–53. — DOI 10.33920/sel-04-2301-07.

 © Авторы статьи / Authors of the article

15. Лепехин П.П. Комплексные кадастровые работы в системе эффективного управления территорией / П.П. Лепехин, А.А. Мурашева, В.М. Вдовенко [и др.] // Journal of Applied Engineering Science. — 2023. — № 12(40). — DOI: 10.23649/JAE.2023.40.1.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Murasheva A.A. Informatsionno-modeliruyushchaya sistema dlya resheniya regional'nykh ekologicheskikh problem [Information-modeling system for solving regional environmental problems] / A.A. Murasheva, P.P. Lepekhin // Nauki o Zemle [Earth Sciences]. — 2015. — № 1. — P. 45–52. [in Russian]

2. Murasheva A.A. Formirovaniye informatsionnoy modeli upravleniya tverdymi bytovymi otkhodami [Formation of an information model for solid household waste management] / A.A. Murasheva, E.V. Teteryukov, P.P. Lepekhin // Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [Land Management, Cadastre and Land Monitoring]. — 2014. — № 12. — P. 15–22. [in Russian]

3. Lepekhin P.P. Kompleksnyy monitoring zemel' ob"yektov Sakhalinskogo neftegazovogo kompleksa [Comprehensive land monitoring of the facilities of the Sakhalin oil and gas complex] : dis. ... cand. geogr. sciences : 25.00.26 / P.P. Lepekhin. — Moscow, 2018. — 180 p. [in Russian]

4. Lepekhin P.P. Geograficheskoye issledovaniye sostoyaniya i ispol'zovaniya zemel' ob"yektami grazhdanskoy nedvizhimosti na federal'nykh okhranyayemykh territoriyakh [Geographical study of the state and use of lands by civilian real estate objects in federally protected areas] / P.P. Lepekhin, N.A. Bespalov, A.A. Murasheva [et al.] // International Research Journal. — 2026. — № 164. — DOI: 10.60797/IRJ.2026.164.79. [in Russian]

5. Rukhovich D.I. Ob osobennostyakh monitoringa pochvenno-zemel'nogo pokrova kak informatsionnoy osnovy effektivnogo zemlepol'zovaniya [On the features of monitoring the soil and land cover as an information basis for effective land use] / D.I. Rukhovich, D.A. Shapovalov // Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [Land Management, Cadastre and Land Monitoring]. — 2015. — № 12(131). — P. 45–51. [in Russian]

6. Volkov S.N. Tsifrovoye zemleustroystvo kak faktor nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii [Digital land management as a factor of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation] / S.N. Volkov, E.V. Cherkashina, D.A. Shapovalov [et al.] // Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [Land Management, Cadastre and Land Monitoring]. — 2019. — № 6(173). — P. 5–12. [in Russian]

7. Bratkov V.V. Otsenka erozionnogo raschleneniya rel'yefa Severo-Vostochnogo Kavkaza metodami GIS-tekhnologiy [Assessment of erosional dissection of the relief of the North-Eastern Caucasus by GIS technologies] / V.V. Bratkov, Z.V. Ataev // Monitoring. Nauka i tekhnologii [Monitoring. Science and Technologies]. — 2017. — № 2(31). — P. 27–35. [in Russian]

8. Kresnikova N.I. Ischisleniye sredoformiruyushchego potentsiala osobo okhranyayemykh territoriy v granitsakh sverkhkrupnogo goroda v protsesse gosudarstvennogo monitoringa yego zemel' [Calculation of the environment-forming potential of specially protected territories within the boundaries of a megacity in the process of state monitoring of its lands] / N.I. Kresnikova, S.A. Sladkopevtsev, V.V. Yuratkov // Monitoring. Nauka i tekhnologii [Monitoring. Science and Technologies]. — 2018. — Vol. 2. — P. 30–36. [in Russian]

9. Barmin A.N. Nefteprovod KTK: pochvenno-ekologicheskiy monitoring [CPC oil pipeline: soil and environmental monitoring] / A.N. Barmin, M.M. Iolin // TEK Rossii [Fuel and Energy Complex of Russia]. — 2012. — № 3. — P. 52–56. [in Russian]

10. Dmitrieva M.V. Monitoring sel'skokhozyaystvennykh zemel' v Astrakhanskoy oblasti [Monitoring of agricultural lands in the Astrakhan Region] / M.V. Dmitrieva, A.N. Barmin, I.V. Buzyakova // Geologiya, geografiya i global'naya energiya [Geology, Geography and Global Energy]. — 2011. — № 3. — P. 180–185. [in Russian]

11. Atamanov S.A. Novyye trendy i tekhnologii v nauchnoy spetsial'nosti 1.6.15. Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [New trends and technologies in the scientific specialty 1.6.15. Land management, cadastre and land monitoring] / S.A. Atamanov, S.A. Grigoriev, T.V. Ilyushina [et al.] // Vestnik SGUGiT [Vestnik of Siberian State University of Geosystems and Technologies]. — 2024. — Vol. 29, № 6. — P. 106–119. [in Russian]

12. Volkov S.N. Tsifrovoye zemleustroystvo — problemy i perspektivy [Digital land management — problems and prospects] / S.N. Volkov, D.A. Shapovalov // Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [Land Management, Cadastre and Land Monitoring]. — 2019. — № 10. — P. 8–14. [in Russian]

13. Ishamyatova I.Kh. Informatsionnoye obespecheniye vyyavleniya territoriy, podlezhashchikh uchetu v YEGRN v Tverskoy oblasti na osnove dannykh DZZ [Information support for identifying territories subject to registration in the Unified State Register of Real Estate in the Tver Region based on remote sensing data] / I.Kh. Ishamyatova, M.G. Otvagina // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal [Moscow Economic Journal]. — 2022. — Vol. 7, № 7. — DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_7_400. [in Russian]

14. Ishamyatova I.Kh. Monitoring zemel' Penzenskoy oblasti, narushennykh tverdymi bytovymi otkhodami, na osnove GIS-tekhnologiy [Monitoring of lands of the Penza Region disturbed by solid household waste based on GIS technologies] / I.Kh. Ishamyatova, M.G. Otvashina, A.G. Chabanov // Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel' [Land Management, Cadastre and Land Monitoring]. — 2023. — Vol. 1. — P. 47–53. — DOI 10.33920/sel-04-2301-07. [in Russian]

15. Lepekhin P.P. Kompleksnyye kadastrovyye raboty v sisteme effektivnogo upravleniya territoriyey [Comprehensive cadastral works in the system of effective territory management] / P.P. Lepekhin, A.A. Murasheva, V.M. Vdovenko [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. — 2023. — № 12(40). — DOI: 10.23649/JAE.2023.40.1. [in Russian]