Научная статья

Original article

УДК 528.44:711:004.8

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_5_52

edn: UNTJBX

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАДАСТРОВЫХ ДАННЫХ ПРИ ОБОСНОВАНИИ РЕШЕНИЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

INTELLIGENT ANALYSIS OF CADASTRAL DATA FOR SUBSTANTIATING MASTER PLAN DECISIONS

Накаряков Егор Николаевич, ведущий специалист раздела генерального плана, АО «НПЦ ГИПРОЗДРАВ», Москва, Россия, E-mail: nakaryakov2018@mail.ru

Лаврененков Михаил Ильич, ведущий специалист раздела генерального плана, АО «НПЦ ГИПРОЗДРАВ», Москва, Россия, E-mail: Lavr.michael@yandex.ru

Nakaryakov Egor Nikolaevich, Leading specialist in the general plan section, JSC «NPC GIPROZDRAV», Moscow, Russia, E-mail: nakaryakov2018@mail.ru

Lavrenenkov Mikhail Ilyich, Leading specialist in the general plan section, JSC «NPC GIPROZDRAV», Moscow, Russia, E-mail: Lavr.michael@yandex.ru

Аннотация. Кадастровые данные позволяют оценивать территорию на уровне отдельных земельных участков, объектов капитального строительства и установленных ограничений, однако их аналитический потенциал при подготовке генеральных планов используется не в полной мере. Основная сложность состоит не в недостатке сведений, а в необходимости одновременно сопоставлять вид разрешённого использования,

функциональное и территориальное зонирование, фактическое использование земли, зоны с особыми условиями использования территории, существующую застройку и инфраструктуру. Цель исследования состоит в разработке методического подхода к интеллектуальному анализу кадастровых данных для предварительного выявления земельных участков, требующих дополнительной проверки при разработке и корректировке генерального плана. В работе применены методы системного анализа, кадастровой интерпретации, пространственного сопоставления, классификации и многокритериальной оценки. Предложена система признаков, объединённых в кадастрово-правовой, градостроительный, фактический и инфраструктурно-пространственный блоки. Выделены функциональные, градостроительные, пространственно-правовые и инфраструктурные несоответствия. Разработан алгоритм, предусматривающий подготовку исходных данных, формирование признакового описания земельного участка, интеллектуальный поиск нетипичных сочетаний характеристик, классификацию выявленных несоответствий и ранжирование участков по необходимости экспертной проверки. Установлено, что искусственный интеллект в такой системе не должен автоматически определять допустимость использования территории или подменять профессиональное градостроительное решение. Его задача заключается в предварительной диагностике больших массивов кадастровых данных и выделении объектов, для которых совокупность характеристик требует более глубокого анализа.

Abstract. Cadastral data make it possible to assess territories at the level of individual land parcels, capital construction facilities and established restrictions; however, their analytical potential in master planning is not fully utilized. The main difficulty lies not in the lack of information, but in the need to simultaneously compare permitted land use, functional and territorial zoning, actual land use, zones with special conditions for the use of territories, existing development and infrastructure. The purpose of the study is to develop a methodological approach to

intelligent cadastral data analysis for the preliminary identification of land parcels requiring additional examination during master plan development and adjustment. The study employs systems analysis, cadastral interpretation, spatial comparison, classification and multi-criteria assessment. A system of attributes grouped into cadastral-legal, urban planning, actual-use and infrastructure-spatial blocks is proposed. Functional, urban planning, spatial-legal and infrastructural inconsistencies are identified. An algorithm is developed that includes source data preparation, formation of a feature description of a land parcel, intelligent detection of atypical combinations of characteristics, classification of identified inconsistencies and ranking of parcels according to the need for expert review. It is established that artificial intelligence in such a system should not automatically determine the admissibility of land use or substitute professional urban planning decisions. Its function is the preliminary diagnostics of large cadastral datasets and the identification of objects whose combination of characteristics requires more detailed analysis.

Ключевые слова: кадастровые данные, кадастровая аналитика, искусственный интеллект, генеральный план, земельный участок, функциональное зонирование, территориальное зонирование, GeoAI, пространственный анализ, градостроительное решение

Keywords: cadastral data, cadastral analytics, artificial intelligence, master plan, land parcel, functional zoning, territorial zoning, GeoAI, spatial analysis, urban planning decision

Введение. Генеральный план задаёт общую пространственную модель развития муниципального образования, однако реализация его решений происходит на уровне конкретных земельных участков. На этом уровне укрупнённая схема функционального зонирования сталкивается с кадастровыми границами, видами разрешённого использования, существующими объектами недвижимости, ограничениями и фактическим состоянием территории. Поэтому при подготовке и корректировке

генерального плана важно не только собрать необходимые сведения, но и установить связи между ними.

Развитие цифрового градостроительства заметно расширило информационную основу такой работы. В исследованиях последних лет рассматриваются цифровые модели территорий, геоинформационное обеспечение градостроительной деятельности, повышение качества сведений Единого государственного реестра недвижимости и использование пространственного анализа при принятии управленческих решений [1–5]. Общая тенденция состоит в переходе от разрозненных наборов данных к их совместной обработке.

Однако само наличие цифровых сведений не решает аналитическую задачу. Один земельный участок может одновременно характеризоваться видом разрешённого использования, принадлежностью к определённой функциональной и территориальной зоне, наличием зон с особыми условиями использования территории, существующей застройкой и инженерными объектами. Каждый из этих признаков по отдельности может не свидетельствовать о проблеме. Существенным становится именно их сочетание.

Например, различие между видом разрешённого использования земельного участка и функциональным назначением территории нельзя автоматически считать ошибкой. Генеральный план определяет перспективное направление развития территории, тогда как вид разрешённого использования относится к конкретному земельному участку и отражает иной уровень регулирования. Однако такое расхождение является основанием проверить участок подробнее, особенно если одновременно выявлены ограничения или фактическое использование отличается от сведений документов территориального планирования.

Здесь обычного пространственного наложения слоёв уже недостаточно. Требуется механизм, который способен работать с совокупностью характеристик и выделять нетипичные сочетания. Подобные задачи

рассматриваются в исследованиях GeoAI, где методы искусственного интеллекта соединяются с геоинформационным анализом для классификации пространственных объектов, обнаружения закономерностей и оценки изменений территории [6–9]. Для градостроительного анализа это открывает возможность перейти от поиска отдельных пересечений к предварительной диагностике земельных участков по комплексу признаков.

При этом кадастровые данные имеют особую природу. Часть содержащихся в них сведений связана с зарегистрированными характеристиками объектов недвижимости и правовым режимом территории. По этой причине результат интеллектуального анализа нельзя приравнивать к юридически значимому выводу. Алгоритм может обнаружить нетипичное сочетание признаков или ранжировать участки по степени необходимости проверки, но окончательная интерпретация должна выполняться специалистом.

Цель исследования состоит в разработке методического подхода к интеллектуальному анализу кадастровых данных при обосновании решений генерального плана. Для её достижения определён состав аналитических признаков земельного участка, выделены основные группы несоответствий и предложен алгоритм предварительной диагностики территории с последующей экспертной проверкой.

Методология исследования. Исследование основано на сочетании системного подхода, кадастровой интерпретации, пространственного сопоставления, классификации и многокритериального анализа. Интеллектуальный анализ рассматривается не как отдельная технология, существующая вне геоинформационной среды, а как следующий этап обработки уже подготовленных пространственных и атрибутивных данных.

Исходная информация формируется из кадастровых и градостроительных сведений. Для анализа необходимы границы земельных участков, их площадь и виды разрешённого использования, сведения об объектах капитального строительства, функциональных и территориальных зонах,

зонах с особыми условиями использования территории, существующей застройке, транспортной доступности и инженерной инфраструктуре. Такой состав данных позволяет рассматривать земельный участок не изолированно, а как элемент сложившейся территориальной структуры. Кадастровые характеристики в этом случае сопоставляются с решениями генерального плана и ПЗЗ, сведениями о действующих ограничениях, существующей застройке и инфраструктуре. За счёт этого становится возможным выявлять ситуации, в которых формально допустимое использование участка осложняется его фактическими пространственными характеристиками.

Для дальнейшего анализа признаки целесообразно объединить в четыре блока. Их содержание представлено в таблице 1.

Таблица 1. Система признаков для интеллектуального анализа земельного участка

Блок	Анализируемые сведения	Основной вопрос анализа
Кадастрово-правовой	Границы, площадь, ВРИ, объекты недвижимости, ЗОУИТ	Какие характеристики и ограничения закреплены за участком?
Градостроительный	Функциональная зона, территориальная зона, градостроительный регламент	Соответствует ли использование участка принятой модели развития территории?
Фактический	Существующая застройка, текущее использование, состояние территории	Соответствуют ли документированные характеристики реальному использованию участка?
Инфраструктурно-пространственный	Улично-дорожная сеть, инженерные коммуникации, окружение, доступность	Имеются ли пространственные условия для реализации предполагаемой функции?

Такое разделение необходимо потому, что один и тот же участок может по-разному оцениваться в зависимости от рассматриваемой группы характеристик. С кадастрово-правовой точки зрения предполагаемое использование может быть допустимым, тогда как пространственные или инфраструктурные условия потребуют дополнительной проверки. Поэтому при обосновании решений генерального плана недостаточно установить

только соответствие вида разрешённого использования предполагаемой функции. Необходимо оценить, насколько эта функция реализуема с учётом ограничений, существующей застройки, инженерных условий и положения участка в городской структуре.

На этапе подготовки данных требуется привести сведения к сопоставимому виду. Для пространственных характеристик это означает единую систему координат, корректность геометрии и возможность наложения слоёв. Для атрибутивных данных — унификацию категорий, устранение технических дублей и проверку полноты значений. Интеллектуальный анализ данных низкого качества не устраняет исходные ошибки, а, напротив, способен сделать их менее заметными за счёт автоматизации последующих операций.

После подготовки формируется признаковое описание каждого участка. Часть признаков имеет категориальный характер: вид разрешённого использования, функциональная зона, тип ограничения. Другие могут быть представлены количественно: площадь участка, доля пересечения с зоной ограничений, расстояние до элементов транспортной инфраструктуры, площадь существующей застройки. Такое описание позволяет перейти от визуального анализа карты к обработке массива земельных участков по единым правилам.

Результаты исследования. Интеллектуальный анализ предлагается строить вокруг поиска сочетаний характеристик, требующих дополнительного внимания специалиста. Выявленное несоответствие при этом не рассматривается как автоматически установленная ошибка.

Первый тип несоответствий связан с функциональными характеристиками. Сопоставляются ВРИ, функциональное назначение и фактическое использование участка. Различие между ними может возникать вследствие перспективного характера генерального плана, исторически сложившегося землепользования либо неодновременного обновления исходных данных.

Второй тип возникает при сопоставлении функционального и территориального зонирования. Эти инструменты имеют разное назначение, однако их совместный анализ позволяет выявить территории, где перспективное направление развития требует проверки с точки зрения действующего градостроительного режима.

Третий тип образуют пространственно-правовые ограничения. Здесь важен не только сам факт наличия ЗОУИТ, но и её вид, положение относительно границ участка и характер пространственного пересечения. Четвёртый тип связан с инфраструктурой: транспортной доступностью, инженерными сетями и окружающей застройкой.

Систематизация выявляемых несоответствий приведена в таблице 2.

Таблица 2. Типы несоответствий, выявляемых при интеллектуальном анализе кадастровых данных

Тип несоответствия	Сопоставляемые характеристики	Результат анализа
Функциональное	ВРИ – функциональная зона – фактическое использование	Выделение участков с различиями между существующим и планируемым использованием
Градостроительное	Функциональная зона – территориальная зона – регламент	Выделение территорий, требующих проверки согласованности градостроительных решений
Пространственно-правовое	Границы участка – ЗОУИТ – объекты и сети	Определение участков, освоение которых зависит от действующих ограничений
Инфраструктурное	Предполагаемая функция – транспорт – инженерные сети – окружение	Выделение территорий, требующих дополнительной оценки условий освоения

После определения состава признаков формируется последовательность интеллектуальной обработки. Сначала проверяются исходные данные, затем создаётся признаковое описание каждого земельного участка. Алгоритм выявляет нетипичные сочетания характеристик, относит их к определённому типу несоответствий и ранжирует участки по необходимости дальнейшего

рассмотрения. Завершающим этапом остаётся экспертная проверка (см. рис. 1).



Рисунок 1. Алгоритм интеллектуального анализа кадастровых данных для целей генерального плана

Предлагаемый алгоритм включает пять основных этапов: сбор и подготовку исходных данных; формирование признаков земельного участка; интеллектуальный анализ и выявление несоответствий; ранжирование участков; экспертную проверку и использование результатов при обосновании решений генерального плана.

По итогам обработки участки предлагается распределять по трём диагностическим категориям. Базовая проверка применяется, если существенных сочетаний несоответствий не обнаружено. Дополнительная проверка требуется при выявлении отдельного спорного или ограничивающего фактора. Углублённая проверка необходима, когда одновременно фиксируется несколько функциональных, пространственно-правовых или инфраструктурных противоречий. Такое ранжирование не

устанавливает пригодность территории, а определяет очерёдность дальнейшего анализа.

На первоначальном этапе алгоритм может быть реализован через систему прозрачных экспертных правил. Например, основанием для дополнительной проверки становится расхождение фактического использования с документированным или существенное пространственное пересечение с зоной ограничений. Если одновременно выявляется несколько факторов, участок переводится в группу углублённой проверки. Преимущество такого решения состоит в том, что специалист видит причину присвоения каждой категории.

При накоплении достаточного массива проверенных данных возможно применение методов машинного обучения. Если имеется выборка участков с уже установленными специалистами типами проблем, модель может использовать её для классификации новых объектов. При отсутствии надёжной разметки более подходящими становятся методы поиска аномалий и кластеризации, позволяющие выделять участки с нетипичным сочетанием признаков [6; 8; 10].

При этом результат алгоритма нельзя трактовать как готовое градостроительное решение. Например, совпадение участка с ЗОУИТ ещё не свидетельствует о невозможности его освоения. Необходимо установить вид зоны и содержание действующего режима. Аналогично различие между фактическим использованием и функциональным назначением территории может отражать планируемое преобразование, а не ошибку документации.

В этом заключается основное отличие интеллектуального анализа от обычного пространственного запроса. ГИС позволяет установить факт пересечения участка с определённой зоной или рассчитать площадь такого пересечения. Интеллектуальная обработка работает с комбинацией признаков и отвечает на другой вопрос: какие участки обладают нетипичным сочетанием характеристик и поэтому должны быть проверены в первую очередь.

При анализе большого массива объектов это позволяет отказаться от одинаково подробной ручной проверки каждого участка. Специалист получает предварительно структурированный перечень территорий, где обнаружены наиболее значимые сочетания факторов. Если однотипные несоответствия концентрируются в пределах определённой части города, это может стать основанием уже для проверки градостроительного решения в отношении более крупной территории.

Возможности такого анализа напрямую зависят от качества исходных сведений. Ошибочная геометрия, устаревшие атрибуты и различия классификаторов будут влиять и на результат алгоритма. Проблема качества и актуальности кадастровой информации рассматривается как одно из существенных условий цифровизации земельно-имущественных отношений [3; 5]. Поэтому автоматизация не отменяет предварительную проверку данных.

Не менее важна интерпретируемость результата. Для градостроительной практики недостаточно получить условный коэффициент или категорию без объяснения причин. Система должна показывать, какие именно признаки привели к выделению участка. Поэтому на начальном этапе наиболее обоснованным представляется сочетание экспертных правил, пространственного анализа и методов искусственного интеллекта, а не использование непрозрачной модели, результат которой трудно проверить.

Заключение. Интеллектуальный анализ кадастровых данных позволяет перейти от последовательной проверки отдельных характеристик земельного участка к оценке их взаимосвязи. Для целей генерального плана это особенно важно, поскольку градостроительное решение зависит одновременно от правового режима участка, функционального назначения территории, существующей застройки, ограничений и инфраструктурных условий.

В исследовании предложена система признаков, объединённых в кадастрово-правовой, градостроительный, фактический и инфраструктурно-пространственный блоки. На их основе выделены четыре группы

несоответствий: функциональные, градостроительные, пространственно-правовые и инфраструктурные.

Предлагаемый алгоритм включает подготовку данных, формирование признакового описания участка, интеллектуальный поиск нетипичных сочетаний, классификацию несоответствий, ранжирование объектов и экспертную проверку. Его результатом является не автоматическое решение о допустимости использования территории, а определение участков, требующих более глубокого анализа.

Практическая ценность подхода проявляется при обработке значительных массивов кадастровых данных. Предварительное ранжирование позволяет сосредоточить работу специалиста на территориях со сложным сочетанием факторов и одновременно выявлять повторяющиеся пространственные проблемы. Дальнейшее развитие методики связано с разработкой количественных критериев оценки таких сочетаний и их применением при определении градостроительного потенциала конкретной территории.

Список источников

1. Береговских А.Н. Градостроительное проектирование как интеллектуальный базис системы управления развитием территорий // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19, № 8. С. 1248–1259. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1248-1259.

2. Береговских А.Н. Принципы формирования цифровой информационной модели для эффективного управления развитием территорий на основе комплексного градостроительного проектирования // Вестник Евразийской науки. 2024. Т. 16, № 4.

3. Лаврентьева Е.Е., Воробьев А.А., Лазарева О.С. Проблемы поддержания и повышения качества данных Единого государственного реестра недвижимости // Социальные и гуманитарные науки. 2024. № 2. С. 78–81.

4. Тарарин А.М. Цифровая трансформация градостроительной деятельности // Вестник СГУГиТ. 2021. Т. 26, № 1. С. 110–121.

5. Гура Д.А. Градостроительное зонирование в задаче информационного обеспечения кадастровых работ на землях населённых пунктов // Вестник СГУГиТ. 2024. Т. 29, № 5. С. 137–147. DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-5-137-147.

6. Choi Y. GeoAI: Integration of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning with GIS // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, No. 6. Article 3895. DOI: 10.3390/app13063895.

7. Mansourihanis O., Maghsoodi Tilaki M.J., Yousefian S., Zaroujtaghi A. A Computational Geospatial Approach to Assessing Land-Use Compatibility in Urban Planning // Land. 2023. Vol. 12, No. 11. Article 2083. DOI: 10.3390/land12112083.

8. Marasinghe R., Yigitcanlar T., Mayere S., Washington T., Limb M. Responsible Urban Geospatial AI: A Review of Implications and Frameworks for Sustainable Cities // Journal of Geovisualization and Spatial Analysis. 2024. Vol. 8. Article 24. DOI: 10.1007/s41651-024-00184-2.

9. Richter K.F., Scheider S. Current Topics and Challenges in GeoAI // KI – Künstliche Intelligenz. 2023. Vol. 37, No. 1. P. 11–16. DOI: 10.1007/s13218-022-00796-0.

10. Wang S., Huang X., Liu P., Zhang M., Biljecki F., Hu T., Fu X., Liu L., Liu X., Wang R. et al. Mapping the Landscape and Roadmap of Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) in Quantitative Human Geography: An Extensive Systematic Review // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2024. Vol. 128. Article 103734. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103734.

11. Zheng Y., Lin Y., Zhao L., Wu T., Jin D., Li Y. Spatial Planning of Urban Communities via Deep Reinforcement Learning // Nature Computational Science. 2023. Vol. 3, No. 9. P. 748–762. DOI: 10.1038/s43588-023-00503-5.

References

1. Beregovskikh A.N. (2024). Gradostroitel'noe proektirovanie kak intellektual'nyi bazis sistemy upravleniya razvitiem territorii [Urban planning design as an intellectual basis of the territorial development management system].

Vestnik MGSU, vol. 19, no. 8, pp. 1248–1259. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.8.1248-1259.

2. Beregovskikh A.N. (2024). Printsipy formirovaniya tsifrovoi informatsionnoi modeli dlya effektivnogo upravleniya razvitiem territorii na osnove kompleksnogo gradostroitel'nogo proektirovaniya [Principles of forming a digital information model for effective territorial development management based on comprehensive urban planning]. Vestnik Evraziiskoi nauki, vol. 16, no. 4.

3. Lavrent'eva E.E., Vorob'ev A.A., Lazareva O.S. (2024). Problemy podderzhaniya i povysheniya kachestva dannykh Edinogo gosudarstvennogo reestra nedvizhimosti [Problems of maintaining and improving the quality of data in the Unified State Register of Real Estate]. Sotsial'nye i gumanitarnye nauki, no. 2, pp. 78–81.

4. Tararin A.M. (2021). Tsifrovaya transformatsiya gradostroitel'noi deyatel'nosti [Digital transformation of urban planning activities]. Vestnik SGUGiT, vol. 26, no. 1, pp. 110–121.

5. Gura D.A. (2024). Gradostroitel'noe zonirovanie v zadache informatsionnogo obespecheniya kadastrovykh rabot na zemlyakh naselennykh punktov [Urban zoning in the task of information support for cadastral works on settlement lands]. Vestnik SGUGiT, vol. 29, no. 5, pp. 137–147. DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-5-137-147.

6. Choi Y. (2023). GeoAI: Integration of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning with GIS. Applied Sciences, vol. 13, no. 6, article 3895. DOI: 10.3390/app13063895.

7. Mansourihanis O., Maghsoodi Tilaki M.J., Yousefian S., Zaroujtaghi A. (2023). A Computational Geospatial Approach to Assessing Land-Use Compatibility in Urban Planning. Land, vol. 12, no. 11, article 2083. DOI: 10.3390/land12112083.

8. Marasinghe R., Yigitcanlar T., Mayere S., Washington T., Limb M. (2024). Responsible Urban Geospatial AI: A Review of Implications and Frameworks for

Sustainable Cities. Journal of Geovisualization and Spatial Analysis, vol. 8, article 24. DOI: 10.1007/s41651-024-00184-2.

9. Richter K.F., Scheider S. (2023). Current Topics and Challenges in GeoAI. KI – Künstliche Intelligenz, vol. 37, no. 1, pp. 11–16. DOI: 10.1007/s13218-022-00796-0.

10. Wang S., Huang X., Liu P., Zhang M., Biljecki F., Hu T., Fu X., Liu L., Liu X., Wang R. et al. (2024). Mapping the Landscape and Roadmap of Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) in Quantitative Human Geography: An Extensive Systematic Review. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 128, article 103734. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103734.

11. Zheng Y., Lin Y., Zhao L., Wu T., Jin D., Li Y. (2023). Spatial Planning of Urban Communities via Deep Reinforcement Learning. Nature Computational Science, vol. 3, no. 9, pp. 748–762. DOI: 10.1038/s43588-023-00503-5.

© Накаряков Е.Н., Лаврененков М.И., 2026. International agricultural journal, 2026, № 5, 158-172.