

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АНАЛИЗЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В КАДАСТРОВОЙ, ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Атаманов С.А., Горева А.Ю.

Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Москва, Россия
e-mail: npogeo@yandex.ru

Цель исследования состоит в разработке методического подхода к применению технологий искусственного интеллекта в анализе пространственных данных для задач кадастровой, землеустроительной и градостроительной деятельности. Подход основан на представлении анализа пространственных данных как формализованного аналитического процесса, включающего формирование аналитического проекта, анализ задачи, формирование алгоритма анализа, выполнение анализа и интерпретацию результатов. Авторским результатом исследования является определение места интеллектуальных компонентов в структуре аналитического процесса и выделение трех направлений применения больших языковых моделей: создание или редактирование метода анализа, формирование алгоритма анализа на основе доступных методов и анализ данных в рамках отдельного метода. Новизна предложенного подхода связана с включением этих возможностей в единый формализованный процесс анализа пространственных данных с сохранением экспертной проверки результатов. Подход апробирован в прототипе сервиса анализа пространственных данных. Апробация показала техническую реализуемость последовательного выполнения методов, передачи результатов между действиями и включения интеллектуальных компонентов в аналитический процесс.

Ключевые слова: большие языковые модели, геоинформационные системы, методы пространственного анализа, алгоритм анализа, интеллектуальная обработка данных, кадастровые данные.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SPATIAL DATA ANALYSIS FOR CADASTRAL, LAND MANAGEMENT AND URBAN PLANNING ACTIVITIES

Atamanov S.A., Goreva A.Yu.

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Moscow, Russia

This study develops a methodological approach for incorporating artificial intelligence into spatial data analysis in cadastral, land management and urban planning practice. Rather than treating AI as a stand-alone analytical tool, the proposed approach places intelligent components within a formalized process that starts with an analytical task and continues through method selection, algorithm construction, execution and interpretation. The authors distinguish three practical roles for large language models: drafting or editing an individual analysis method, constructing a draft analysis algorithm from available methods, and processing prepared data within a dedicated method. This distinction represents the main contribution of the study and makes it possible to separate support for method design from support for workflow construction and direct data processing. The approach was tested in a prototype spatial data analysis service. The prototype confirmed the technical feasibility of executing linked methods, transferring intermediate results and embedding intelligent components in the analytical process.

Keywords: large language models, geographic information systems, spatial analysis methods, analysis algorithm, intelligent data processing, cadastral data.

1. Введение

В кадастровой, землеустроительной и градостроительной деятельности анализ пространственных данных используется при решении задач, связанных с учетом объектов недвижимости, определением характеристик территорий, выявлением пространственных взаимосвязей и оценкой состояния земель. Рост объема данных, и совместная обработка пространственной и атрибутивной информации повышают требования к организации аналитических процессов.

Развитие цифровых технологий, включая искусственный интеллект, машинное обучение и геоинформационные системы, влияет на исследования и практику в области землеустройства и кадастра. В работах по оценке имущества рассматривается совместный анализ текстовых, визуальных и пространственно обусловленных данных [1]. В архи-

тектурно-градостроительном проектировании искусственный интеллект исследуется как средство поддержки профессиональной деятельности при сохранении за специалистом функций интерпретации и принятия решений [2]. В отечественной литературе рассматриваются варианты применения искусственного интеллекта при работе с данными ЕГРН, кадастровыми материалами и интеллектуальными сервисами [3].

Для научной специальности 1.6.15 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» развитие сквозных цифровых технологий связывается с обработкой пространственных данных, геоинформационными сервисами и автоматизацией анализа территорий [4]. При этом существующие исследования чаще посвящены отдельным моделям, алгоритмам и программным решениям. Вопрос включения таких компонентов в единый аналитический процесс,

который охватывает постановку задачи, выбор методов, формирование их последовательности и получение результата, требует дальнейшей методической проработки.

В работе технологии искусственного интеллекта рассматриваются как компоненты методики анализа пространственных данных. Они могут использоваться для интерпретации задачи, поддержки выбора методов, формирования алгоритма анализа и выполнения отдельных операций над данными.

Цель исследования состоит в разработке и обосновании методического подхода к применению технологий искусственного интеллекта в анализе пространственных данных в кадастровой, землеустроительной и градостроительной деятельности на основе формализованного представления аналитического процесса.

2. Материалы и методы

Материалами исследования послужили научные публикации по применению искусственного интеллекта и цифровых технологий в задачах, связанных с недвижимостью и пространственными данными, описания прикладных задач кадастровой, землеустроительной и градостроительной деятельности, а также прототип сервиса анализа пространственных данных, использованный для апробации предложенного подхода.

Методологическую основу составили анализ и обобщение научных источников, структурирование, формализация и логико-содержательное моделирование аналитических процессов. Структурирование использовалось для выделения этапов анализа и определения места интеллектуальных компонентов. Формализация применялась при описании последовательности методов, их входных и выходных данных и параметров.

Для описания внутренней организации анализа использовалось логико-содержательное моделирование. Аналитический процесс представлен как последовательность взаимосвязанных действий над пространственными и атрибутивными данными. На уровне конкретной задачи алгоритм анализа понимается как последовательность методов, выбран-

ных для получения требуемого результата.

Апробация проводилась в прототипе сервиса анализа пространственных данных. Проверялась возможность последовательного выполнения методов, передачи результатов между последовательными действиями аналитического процесса, включения метода нейросетевого анализа, формирования проекта алгоритма с использованием большой языковой модели и создания проекта нового метода. Прототип использовался для проверки технической реализуемости предложенной организации процесса, без оценки производительности или точности больших языковых моделей.

3. Результаты

В результате исследования сформирован подход, в котором анализ пространственных данных рассматривается как формализованный процесс, реализуемый в рамках аналитического проекта. В рамках предлагаемого методического подхода аналитический процесс охватывает постановку задачи, формирование алгоритма, выполнение анализа и интерпретацию результата. Алгоритм анализа определяет последовательность применения методов для конкретной задачи, а метод представляет отдельную операцию обработки пространственных или атрибутивных данных.

В рассматриваемом подходе технологии искусственного интеллекта могут использоваться на разных этапах аналитического процесса. Возможные направления их применения приведены в таблице 1.

Алгоритм анализа пространственных данных реализован в разрабатываемом сервисе. Пример аналитического процесса представлен на рисунке 1.

Представленный прототип демонстрирует техническую реализуемость последовательного выполнения методов анализа пространственных данных и включения метода нейросетевого анализа в общий аналитический процесс. В составе процесса выполняются импорт данных, преобразование атрибутов, пространственные преобразования и аналитическая обработка.

Таблица 1 характеризует возможные направления применения технологий искусственного

Таблица 1

Возможности применения технологий искусственного интеллекта на этапах анализа пространственных данных

Этап аналитического процесса	Содержание этапа	Возможности применения технологий искусственного интеллекта
Формирование аналитического проекта	Определение задачи анализа и параметров исследования	Интерпретация текстового описания аналитической задачи
Анализ задачи	Определение необходимых аналитических операций	Поддержка выбора методов пространственного анализа
Формирование алгоритма анализа	Формирование последовательности методов для решения поставленной задачи	Формирование проекта последовательности аналитических операций
Выполнение анализа	Выполнение методов анализа и получение промежуточных результатов	Поддержка выполнения отдельных аналитических процедур
Интерпретация результатов	Анализ полученных результатов	Поддержка интерпретации при обязательной экспертной проверке

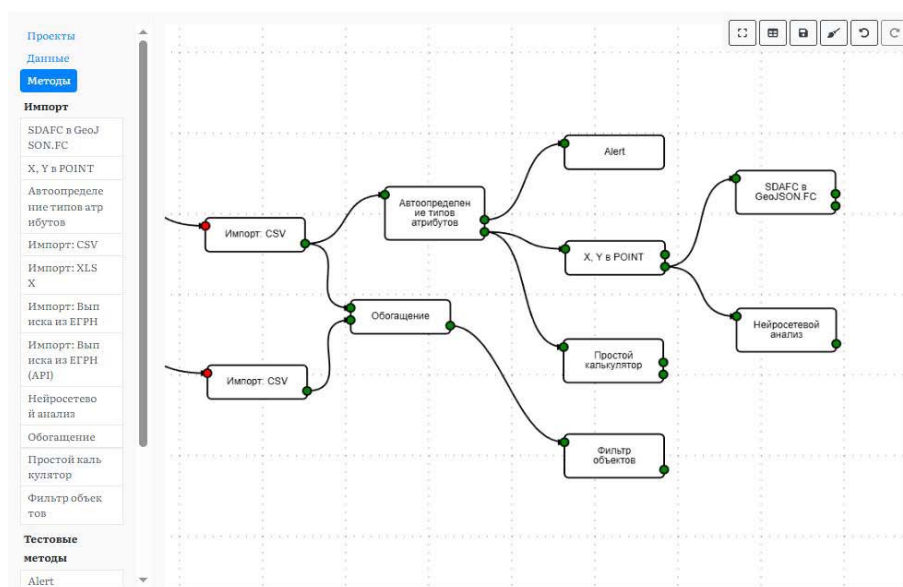


Рис. 1. Реализация алгоритма анализа пространственных данных в сервисе анализа пространственных данных

интеллекта на этапах аналитического процесса. Апробация прототипа позволила конкретизировать три способа применения больших языковых моделей в рамках этого процесса. Они представлены в таблице 2.

В результате апробации предложенного подхода в прототипе выделены три направления применения больших языковых моделей: создание или редактирование отдельного метода анализа, формирование алгоритма на основе доступных методов и

непосредственное применение большой языковой модели в составе отдельного метода обработки данных. Такое разграничение фиксирует разные роли модели в аналитическом процессе.

Рисунки 2, 3 и 4 соответствуют трем выделенным направлениям. На рисунке 2 показано формирование проекта алгоритма, на рисунке 3 непосредственное применение большой языковой модели в составе метода анализа, на рисунке 4 создание проекта нового метода.

Таблица 2

Возможности применения больших языковых моделей при разработке и выполнении методов анализа пространственных данных

Направление применения больших языковых моделей	Содержание	Пример в области землеустройства и кадастров
Создание или редактирование метода	Формирование проекта описания метода анализа пространственных данных, его входных и выходных данных, параметров и выполняемой операции	При необходимости проверки пересечения границ земельного участка с границами территориальной зоны пользователь описывает требуемую операцию. Большая языковая модель формирует проект метода с указанием входных пространственных данных, операции пространственного пересечения, параметров и структуры результата.
Формирование алгоритма анализа	Построение проекта последовательности методов на основе исходных данных и пользовательского описания решаемой задачи	Для задачи выявления правообладателей ранее учтенных объектов недвижимости пользователь формулирует цель и указывает имеющиеся данные. Большая языковая модель формирует проект алгоритма, определяя необходимые методы и последовательность их применения.
Анализ данных	Передача подготовленных данных на вход большой языковой модели в рамках отдельного метода анализа	При обработке сведений об объектах недвижимости отдельному методу с использованием большой языковой модели передаются атрибутивные данные. Модель выполняет заданную операцию и возвращает структурированный результат для последующего использования в аналитическом процессе.



Рис. 2. Пример сформированного с использованием искусственного интеллекта алгоритма обработки данных

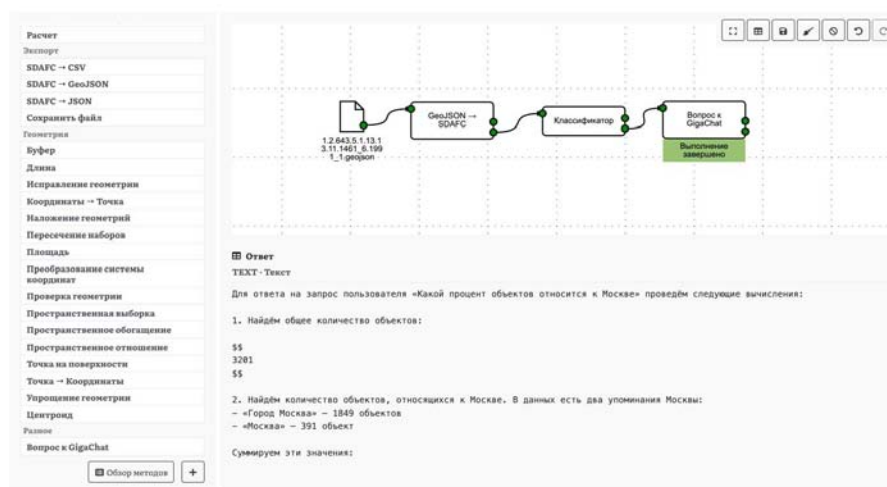


Рис. 3. Пример применения метода анализа данных с использованием искусственного интеллекта

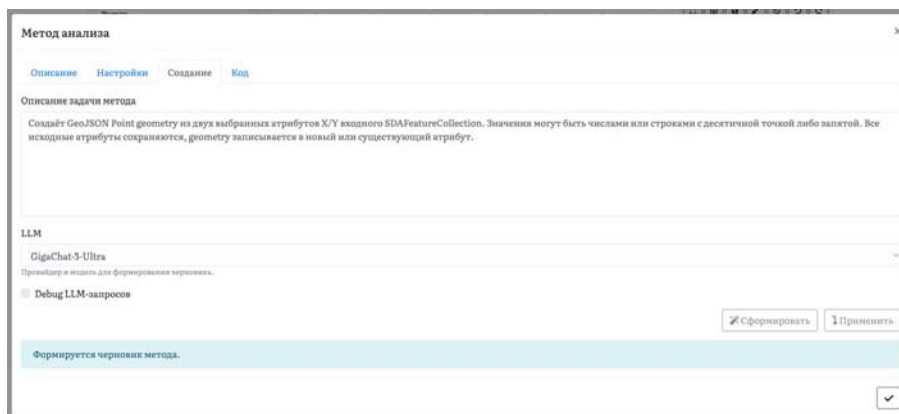


Рис. 4. Пример создания метода анализа с использованием искусственного интеллекта

Результаты, сформированные с использованием больших языковых моделей, требуют экспертной проверки. Метод, сформированный с использованием большой языковой модели, может быть включен в аналитический процесс только после проверки его назначения, входных и выходных данных, параметров и логики выполнения.

4. Обсуждение

Полученные результаты позволяют рассматривать искусственный интеллект как компонент фор-

мализованного процесса анализа пространственных данных. В таком представлении интеллектуальные средства могут поддерживать постановку задачи, выбор методов, формирование алгоритма и выполнение отдельных операций. Результаты, сформированные моделью, используются в рамках методического подхода только после экспертной проверки.

Предложенная постановка согласуется с исследованиями, в которых рассматриваются машинное обучение и мультимодальные подходы в задачах

оценки имущества [1], искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании [2], интеллектуальная обработка кадастровых данных [3] и развитие цифровых технологий в научной специальности 1.6.15 [4]. Работы по интеллектуальным агентным системам также показывают необходимость распределения функций между отдельными компонентами и контроля результатов их взаимодействия [5].

Исследования 3D-кадастра и цифрового представления объектов недвижимости показывают расширение состава и сложности пространственных данных, используемых в кадастровой деятельности [6,7,8]. Это повышает требования к организации аналитического процесса и формализованному описанию применяемых методов.

Отдельное направление современных исследований связано с интеграцией больших языковых моделей и геоинформационных инструментов. Концепция Autonomous GIS рассматривает организацию геопространственного анализа с использованием интеллектуальных компонентов [9]. GeoGPT демонстрирует применение большой языковой модели для понимания геопространственных задач и обращения к специализированным инструментам [10]. В работах по автоматическому формированию цепочек инструментов показана возможность построения последовательностей операций для геопространственных задач [11].

Для предлагаемого подхода существенны исследования, в которых оценивается не только итоговый ответ модели, но и корректность формируемого аналитического процесса. GeoAnalystBench использует набор геопространственных задач для оценки построения аналитических решений и качества программной реализации [12]. Работы по применению ChatGPT в роли геопространственного аналитика показывают потенциал генерации процедур обработки данных и одновременно необходимость проверки результата [13]. ChatGeoAI и GeoTool-GPT развивают подходы к взаимодействию языковых моделей с геоинформационными функциями и инструментами [14,15].

В настоящей работе акцент сделан на месте больших языковых моделей в рамках методического подхода к анализу пространственных данных

для кадастровой, землеустроительной и градостроительной деятельности. Выделение трех направлений применения позволяет отдельно рассматривать создание метода, формирование алгоритма и выполнение анализа.

Практическое значение подхода связано с возможностью его использования при разработке специализированных программных средств анализа пространственных данных. Прототип показывает техническую реализуемость предложенной организации процесса. Вопросы оценки качества автоматически сформированных методов, правил их валидации и критериев допустимости результатов требуют дальнейшего исследования.

5. Выводы

Разработан методический подход к применению технологий искусственного интеллекта в анализе пространственных данных для кадастровой, землеустроительной и градостроительной деятельности. Анализ представлен как формализованный процесс, включающий формирование аналитического проекта, анализ задачи, формирование алгоритма, выполнение анализа и интерпретацию результатов.

В результате апробации в прототипе выделены три направления применения больших языковых моделей: создание или редактирование метода анализа, формирование алгоритма на основе доступных методов и непосредственное применение большой языковой модели в составе отдельного метода обработки данных.

Прототип сервиса демонстрирует техническую реализуемость последовательного выполнения методов и включения интеллектуальных компонентов в аналитический процесс. Использование результатов, сформированных с использованием больших языковых моделей, требует экспертной проверки и методологической валидации.

Дальнейшие исследования связаны с развитием методики анализа пространственных данных на основе разработанной классификации методов, формализацией правил построения алгоритмов анализа и разработкой процедур проверки методов, создаваемых или изменяемых с использованием больших языковых моделей.

Список литературы

1. Мансурова С.Б. Технологии машинного обучения и мультимодальные подходы в области оценки имущества // Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot. 2025. Т. 3. №6. С. 1682-1690. DOI: 10.5281/zenodo.16879922.
2. Власова Е.Л., Власова М.Л., Боровикова Н.В., Карелин Д.В. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №4(65). С. 311-324. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-311-324.
3. Синица Ю.С., Бородин О.Б., Жданова Р.В., Ковалевская Г.В., Колбнева Е.Ю. Обзор российской и зарубежной практики внедрения искусственного интеллекта в кадастровое обеспечение управления земельными ресурсами // Экономические науки. 2025. №4(245). С. 429-433. DOI: 10.14451/1.245.429.
4. Атаманов С.А., Григорьев С.А., Илюшина Т.В., Литвиненко М.В., Сизов А.П. Новые тренды и технологии в научной специальности 1.6.15. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель // Вестник СГУГиТ. 2024. Т. 29. №6. С. 106-119. DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-6-106-119.

5. Карамышева Н.С., Зинкин С.А. Взаимодействие когнитивных и реактивных агентов в интеллектуальной вычислительной системе: операционная семантика // Известия Юго-Западного государственного университета. 2024. Т. 28. №4. С. 138-153. DOI: 10.21869/2223-1560-2024-28-4-138-153.
6. Grzelka K., Pargieła K., Jasińska A., Warchoła A., Bydłosz J. Registration of Objects for 3D Cadastre: An Integrated Approach. Land. 2024. V. 13. No. 12. Art. 2070. DOI: 10.3390/land13122070.
7. Potsiou C., Doulamis N., Bakalos N., Gkeli M., Ioannidis C., Markouizou S. A Prototype Machine Learning Tool Aiming to Support 3D Crowdsourced Cadastral Surveying of Self-Made Cities. Land. 2023. V. 12. No. 1. Art. 8. DOI: 10.3390/land12010008.
8. Sun J., Paasch J. M., Paulsson J., Tarandi V., Harrie L. A BIM-based approach to design a lifecycle 3D property formation process: A Swedish case study. Land Use Policy. 2023. V. 131. Art. 106712. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106712.
9. Li Z., Ning H. Autonomous GIS: the next-generation AI-powered GIS. International Journal of Digital Earth. 2023. V. 16. No. 2. Pp. 4668-4686. DOI: 10.1080/17538947.2023.2278895.
10. Zhang Y., Wei C., He Z., Yu W. GeoGPT: An assistant for understanding and processing geospatial tasks. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2024. V. 131. Art. 103976. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103976.
11. Zhang Y., Li J., Wang Z., He Z., Guan Q., Lin J., Yu W. Geospatial large language model trained with a simulated environment for generating tool-use chains autonomously. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2025. V. 136. Art. 104312. DOI: 10.1016/j.jag.2024.104312.
12. Zhang Q., Gao S., Wei C., Zhao Y., Nie Y., Chen Z., Chen S., Su Y., Sun H. GeoAnalystBench: A GeoAI Benchmark for Assessing Large Language Models for Spatial Analysis Workflow and Code Generation. Transactions in GIS. 2025. V. 29. No. 7. Art. e70135. DOI: 10.1111/tgis.70135.
13. Jiang Y., Yang C. Is ChatGPT a Good Geospatial Data Analyst? Exploring the Integration of Natural Language into Structured Query Language within a Spatial Database. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2024. V. 13. No. 1. Art. 26. DOI: 10.3390/ijgi13010026.
14. Mansourian A., Oucheikh R. ChatGeoAI: Enabling Geospatial Analysis for Public through Natural Language, with Large Language Models. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2024. V. 13. No. 10. Art. 348. DOI: 10.3390/ijgi13100348.
15. Wei C., Zhang Y., Zhao X., Zeng Z., Wang Z., Lin J., Guan Q., Yu W. GeoTool-GPT: a trainable method for facilitating Large Language Models to master GIS tools. International Journal of Geographical Information Science. 2025. V. 39. No. 4. Pp. 707-731. DOI: 10.1080/13658816.2024.2438937.

References

1. Mansurova S. B. kizi. Machine learning technologies and multimodal approaches in property valuation. *Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot*. 2025. V. 3. No. 6. Pp. 1682-1690. DOI: 10.5281/zenodo.16879922.
2. Vlasova Ye. L., Vlasova M. L., Borovikova N. V., Karelin D. V. Artificial intelligence in architectural and urban design. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023. No. 4(65). Pp. 311-324. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-311-324.
3. Sinitsa Yu.S., Borodina O.B., Zhdanova R.V., Kovalevskaya G.V., Kolbneva Ye. Yu. Review of Russian and international practices of artificial intelligence implementation in cadastral support for land resource management. *Ekonomicheskiye nauki*. 2025. No. 4(245). Pp. 429-433. DOI: 10.14451/1.245.429.
4. Atamanov S.A., Grigor'yev S.A., Ilyushina T.V., Litvinenko M.V., Sizov A.P. New trends and technologies in scientific specialty 1.6.15. Land management, cadastre and land monitoring. *Vestnik SGUGiT*. 2024. V. 29. No. 6. Pp. 106-119. DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-6-106-119.
5. Karamysheva N.S., Zinkin S.A. Interaction of cognitive and reactive agents in an intelligent computing system: operational semantics. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. 2024. V. 28. No. 4. Pp. 138-153. DOI: 10.21869/2223-1560-2024-28-4-138-153.
6. Grzelka K., Pargieła K., Jasińska A., Warchoła A., Bydłosz J. Registration of Objects for 3D Cadastre: An Integrated Approach. Land. 2024. V. 13. No. 12. Art. 2070. DOI: 10.3390/land13122070.
7. Potsiou C., Doulamis N., Bakalos N., Gkeli M., Ioannidis C., Markouizou S. A Prototype Machine Learning Tool Aiming to Support 3D Crowdsourced Cadastral Surveying of Self-Made Cities. Land. 2023. V. 12. No. 1. Art. 8. DOI: 10.3390/land12010008.
8. Sun J., Paasch J. M., Paulsson J., Tarandi V., Harrie L. A BIM-based approach to design a lifecycle 3D property formation process: A Swedish case study. Land Use Policy. 2023. V. 131. Art. 106712. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106712.
9. Li Z., Ning H. Autonomous GIS: the next-generation AI-powered GIS. International Journal of Digital Earth. 2023. V. 16. No. 2. Pp. 4668-4686. DOI: 10.1080/17538947.2023.2278895.
10. Zhang Y., Wei C., He Z., Yu W. GeoGPT: An assistant for understanding and processing geospatial tasks. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2024. V. 131. Art. 103976. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103976.
11. Zhang Y., Li J., Wang Z., He Z., Guan Q., Lin J., Yu W. Geospatial large language model trained with a simulated environment for generating tool-use chains autonomously. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2025. V. 136. Art. 104312. DOI: 10.1016/j.jag.2024.104312.
12. Zhang Q., Gao S., Wei C., Zhao Y., Nie Y., Chen Z., Chen S., Su Y., Sun H. GeoAnalystBench: A GeoAI Benchmark for Assessing Large Language Models for Spatial Analysis Workflow and Code Generation. Transactions in GIS. 2025. V. 29. No. 7. Art. e70135. DOI: 10.1111/tgis.70135.
13. Jiang Y., Yang C. Is ChatGPT a Good Geospatial Data Analyst? Exploring the Integration of Natural Language into Structured Query Language within a Spatial Database. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2024. V. 13. No. 1. Art. 26. DOI: 10.3390/ijgi13010026.
14. Mansourian A., Oucheikh R. ChatGeoAI: Enabling Geospatial Analysis for Public through Natural Language, with Large Language Models. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2024. V. 13. No. 10. Art. 348. DOI: 10.3390/ijgi13100348.
15. Wei C., Zhang Y., Zhao X., Zeng Z., Wang Z., Lin J., Guan Q., Yu W. GeoTool-GPT: a trainable method for facilitating Large Language Models to master GIS tools. International Journal of Geographical Information Science. 2025. V. 39. No. 4. Pp. 707-731. DOI: 10.1080/13658816.2024.2438937.

Сведения об авторах
Принадлежность к организации

Атаманов Сергей Александрович

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры землеустройства и кадастров факультета управления территориями, Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Москва, Россия

Горева Анастасия Юрьевна

преподаватель кафедры землеустройства и кадастров факультета управления территориями, Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Москва, Россия

Information about authors
Affiliations

Atamanov Sergey Aleksandrovich

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Land Management and Cadastres, Faculty of Territory Management, Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Moscow, Russia

Goreva Anastasiya Yur'yevna

Lecturer, Department of Land Management and Cadastres, Faculty of Territory Management, Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Moscow, Russia

Поступила в редакцию 14.08.2026 г.