ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

УДК 004.932.2:347.214.2
DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-4-109-116

Методологические принципы трехмерной идентификации объектов недвижимости

Д. А. Гура[1,2]✉

[1] Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Российская Федерация
[2] Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Российская Федерация

e-mail: gda-kuban@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методологические принципы трехмерной идентификации объектов недвижимости. Цель исследования заключается в формировании системы принципов, обеспечивающих формирование 3D-учета в России. На основе анализа действующего законодательства и международного опыта выделены пять ключевых принципов, позволяющих актуализировать, обновлять, проверять, систематизировать пространственную кадастровую информацию, а также использовать научно обоснованные решения в системе управления объектами недвижимости. Теоретически обоснован каждый из принципов и определено их значение для поэтапного перехода от 2D- к 3D-кадастру. В результате проведенного исследования была разработана концептуальная система из пяти взаимосвязанных методологических принципов, лежащих в основе формирования трехмерного кадастра объектов недвижимости. Центральным элементом этой системы является принцип системности, обеспечивающий целостный подход к ведению кадастра, при котором пространственные, атрибутивные и правовые характеристики объектов интегрируются в единую информационную модель.

Ключевые слова: 3D-кадастр, трехмерный кадастровый учет, информационная модель, лазерное сканирование, объекты недвижимости, развитие территории

Для цитирования:
Гура Д. А. Методологические принципы трехмерной идентификации объектов недвижимости // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 4. – С. 109–116. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-4-109-116

Введение

На протяжении последних нескольких лет в научных публикациях наблюдается тенденция к изучению проблем организации 3D-кадастра [1, 2]. Трехмерное отображение объектов недвижимости для целей кадастрового учета является перспективным направлением исследования. Однако на данный момент остается открытым вопрос корректного структурирования геопространственной информации в трехмерном кадастре [3–6]. Проблема организации 3D-кадастра связана с отсутствием подробно разработанной нормативной базы [7]. Несмотря на наличие отдельных положений в законодательстве, таких как упоминание пространственного описания объектов в федеральном законе № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» и возможности включения 3D-моделей в состав технического плана по запросу

заявителя, до сих пор отсутствуют единые сводные правила и стандарты, определяющие порядок формирования, ведения и использования трехмерного кадастра [8, 9]. В условиях недостаточности информации о наполнении трехмерного кадастра становится очевидным, что для дальнейшего его развития необходима разработка не только технических и технологических стандартов, но и концептуальных основ, которые будут определять основные подходы к созданию, ведению и использованию трехмерных данных, а также опираться на четко сформулированные принципы [10].

Цель исследования заключается в разработке единых принципов формирования 3D-кадастра для трехмерной идентификации объектов недвижимости. Для ее достижения необходимо решить следующие научные задачи:

1) сформировать основные методологические принципы ведения трехмерного кадастра;

2) проанализировать значимость каждого принципа для геопространственного обоснования ведения 3D-кадастра;

3) предложить апробацию принципов.

Материалы и методы

Предложены пять ключевых методологических принципов для трехмерной идентификации объектов недвижимости, которые должны быть заложены для формирования и реализации современного кадастра недвижимости:

– принцип актуализации кадастровой информации об объектах недвижимости;

– принцип соответствия геометрических характеристик пространственной информации;

– принцип непрерывности обновления кадастровых данных;

– принцип системности;

– принцип научно обоснованных решений для управления объектами недвижимости.

Принцип актуализации кадастровой информации об объектах недвижимости заключается в обеспечении своевременного обновления кадастровых сведений с применением новейших технологий сбора и обработки пространственных данных. Принцип обеспечивает актуальность и достоверность информации о недвижимости, что особенно важно в условиях стремительно меняющейся городской среды.

Реализация принципа опирается на современные методики сбора геодезической информации и вычислительные алгоритмы с применением технологии машинного обучения, позволяющие получать точные 3D-данные об объектах недвижимости. Например, лазерное сканирование помогает создавать высокоточные трехмерные модели объектов со всеми необходимыми атрибутивными данными, существенно упрощая их учет и идентификацию. Использование методов фотограмметрии, лазерного сканирования и искусственного интеллекта в трехмерной системе отображения объектов недвижимости на сегодняшний день позволяет оперативно получать высокоточные 3D-наборы данных, которые возможно обработать с помощью интеллектуальных алгоритмов анализа геопростанственной информации.

В совокупности методологический принцип актуализации кадастровой информации об объектах недвижимости повышает оперативность и точность обработки кадастровой информации, создавая основу для надежного учета недвижимости в пространстве. Применение современных измерительных технологий при сборе кадастровой информации и ее математическая обработка для трехмерной идентификации объектов недвижимости позволяет получить актуальные кадастровые данные для внесения сведений в реестры (рис. 1).

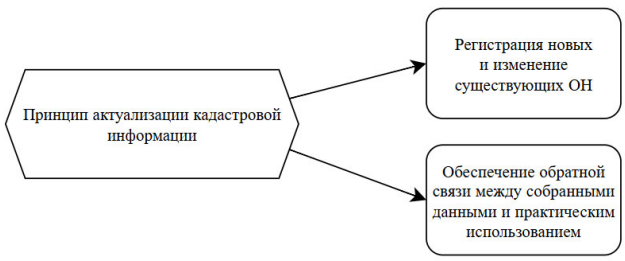

Рис. 1. Схема принципа актуализации кадастровой информации

Принцип соответствия геометрических характеристик пространственной информации требует отображения фактических геометрических параметров объектов недвижимости. Все координаты, размеры, площади и объемы, зафиксированные в кадастре, должны быть точно привязаны к реальным границам и форме объектов.

Выполнение данного принципа гарантирует исключение расхождения между информационной моделью и существующим объектом недвижимости. В современных 3D-кадастровых моделях каждый объект недвижимости представляется в виде замкнутого объемного полигона с четко определенными границами и высотными параметрами, соответствующими его действительному положению в пространстве. Геометрическое соответствие обеспечивает правильность идентификации недвижимости, исключает наложение прав на одно и то же пространство и создает условия для точного расчета объемных характеристик.

Таким образом, соблюдение принципа геометрического соответствия повышает надежность кадастровых сведений в трехмерном формате. Обработанная информация об объектах недвижимости должна соответствовать своим фактическим геометрическим параметрам с учетом нормативной точности (рис. 2).

Рис. 2. Схема принципа соответствия геометрических характеристик пространственной информации

Принцип непрерывности обновления кадастровых данных устанавливает необходимость постоянного мониторинга состояния объектов недвижимости и оперативного внесения изменений в кадастр недвижимости.

Фактически формируется 4D-кадастр, где четвертым измерением выступает время, позволяющее фиксировать изменение объектов в динамике. Непрерывное обновление гарантирует, что все изменения – возведение новых этажей, реконструкция, снос или изменение границ – должны своевременно фиксироваться и отображаться в информационной системе. В данном исследовании под информационной системой понимается разрабатываемый модуль для НСПД трехмерной идентификации объектов недвижимости. Принцип непрерывности обновления требует минимальной задержки между произошедшим изменением и его регистрацией, т. е. данные должны всегда соответствовать действительной ситуации на местности. Для этого внедряются автоматизированные методы обнаружения изменений у объектов недвижимости во времени. Например, сравнение облаков точек, снятых в разные промежутки времени (по данным воздушного лазерного сканирования и методов фотограмметрии) для выявления новых построек или изменений в ранее учтенных объектах. Добавление архивных данных существенно расширяет возможности анализа. Органы государственной регистрации и градостроительного планирования могут отслеживать динамику развития городов и поселений, получать статистику изменения использования земель и застройки, вести исторический архив и мониторинг объектов культурного наследия.

Таким образом, принцип непрерывного обновления повышает актуальность и ценность кадастровой системы, позволяя ей отражать не только пространственные, но и временные аспекты информации об объектах недвижимости (рис. 3).

Рис. 3. Схема принципа непрерывности обновления кадастровых данных

Принцип системности предполагает, что формирование 3D-кадастра должно вестись на основе целостной, структурированной информационной модели, учитывающей физические характеристики объектов и позволяющей проводить комплексный анализ данных.

В отличие от фрагментарного подхода системный подход требует интеграции разнородных сведений (геометрия, атрибуты, правовые данные) в единую модель. В 3D-кадастре важно связать геометрическое описание объекта с его физическими свойствами и правовыми характеристиками. Системный подход подразумевает использование открытых обменных форматов и стандартов для всех компонентов модели, что облегчает обмен данными и совместный анализ.

Таким образом, принцип системного подхода обеспечивает структурирование кадастровых данных в едином формате и создает основу для комплексного анализа полноты сведений и структурирования информации об объектах недвижимости с учетом физических параметров (границы, геометрия в 3D) (рис. 4).

Рис. 4. Схема принципа системности

Принцип формирования научно обоснованных управленческих решений базируется на научно обоснованном анализе данных трехмерного кадастра, используемого при разработке планировочных и управленческих решений.

Городское планирование будет опираться на структурированную информацию, которая будет непрерывно обновляться в трехмерном кадастре. Прогнозирование и моделирование органами власти различных сценариев развития городской территории сможет обеспечить эффективную и сбалансированную организацию существующей и планируемой городской инфраструктуры. Трехмерный кадастр облегчает контроль за соблюдением градостроительных норм и правовых режимов. В традиционном 2D-учете трудно отследить вертикальные нарушения. 3D-кадастр же фиксирует высотные характеристики объектов, позволяя выявлять отклонения от разрешенных норм и предотвращать нарушения, в том числе несоблюдение ранее задекларированной этажности или нецелевое использование участка (рис. 5).

Таким образом, принцип формирования научно обоснованных управленческих решений позволит создать систему поддержки принятия решений для территориального образования на основе трехмерной идентификации объектов недвижимости, выполнить интеллектуальный анализ данных и предложить управленческие решения для формирования 3D-кадастра.

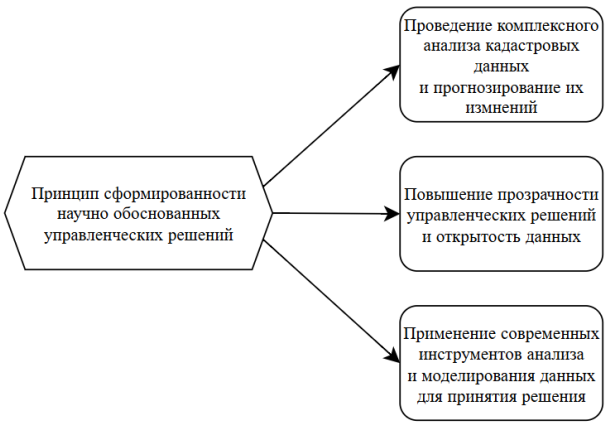

Рис. 5. Схема принципа сформированности научно обоснованных управленческих решений

Формирование 3D-кадастра должно опираться на пять взаимосвязанных принципов. В совокупности они обеспечат достоверность и актуальность информации, целостность и совместимость базы ЕГРН, трансформируют пространственную информацию в дей-

ственный инструмент градостроительного и земельного планирования.

Система методологических принципов формирования трехмерного кадастра основывается на принципе системности, который обеспечивает целостный подход к структурированию пространственной информации об объектах недвижимости. Далее логически исходят три взаимосвязанных методологических принципа: актуализации кадастровой информации об объектах недвижимости, соответствия геометрических характеристик пространственной информации и непрерывности обновления кадастровых данных. Действуя в единой системе, они формируют основу для реализации завершающего принципа – сформированности научно обоснованных управленческих решений. Именно он обеспечивает применение трехмерного кадастра в управлении территорией, проектировании, планировании и правовом регулировании. Таким образом, представленная система принципов обеспечивает концептуальную и технологическую базу для полноценной реализации 3D-кадастра недвижимости в современных условиях.

Результаты и обсуждения

В результате проведенного исследования были предложены пять взаимосвязанных методологических принципов, лежащих в основе формирования трехмерного кадастра объектов недвижимости. Центральным элементом этой системы является принцип системности, обеспечивающий целостный подход к ведению кадастра, при котором пространственные, атрибутивные и правовые характеристики объектов интегрируются в единую информационную модель. Он задает рамки структурированного подхода и логически объединяет остальные положения системы.

Разработанная совокупность принципов представляет теоретическую базу для разработки технологических решений трехмерной идентификации объектов недвижимости с применением методов искусственного интеллекта [11, 12]. Для реализации технологических решений необходимо разработать и адаптировать специальные нейронные сети, которые в результате обучения на заранее подготовленных данных (размеченных) смогут извлекать из неструктурированного облака точек информацию об объектах недвижимости и обрабатывать ее для упорядочивания. Применение методов искусственного интеллекта в кадастре недвижимости позволит существенно улучшить и в автоматизированном режиме проверять объект недвижимости на предмет достоверности данных, минимизируя тем самым реестровые ошибки. Технологические решения с внедрением нейросетей в кадастре недвижимости создадут предпосылки к автоматической трехмерной идентификации объектов недвижимости.

Заключение

Подводя итог выполненного исследования, можно сделать вывод, о том, что реализация предложенных пяти методологических принципов трехмерной идентификации объектов недвижимости позволит сформировать наиболее эффективную и правильную структуру формирования 3D-кадастра. С помощью объемных пространственных данных появится возможность наполнить ЕГРН трехмерными данными, которые являются гораздо более информативными, чем их двухмерное отображение. Система принципов должна лечь в основу разработки отечественного программного обеспечения, позволяющего с применением методов интеллектуального анализа данных точек лазерного сканирования и ортофотоснимков выполнять трехмерную идентификацию объектов недвижимости для целей формирования 3D-кадастра объектов недвижимости с возможностью интеграции в виде отдельного модуля в Национальную систему пространственных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литвиненко М. В., Илюшин Т. В., Сизов А. П., Атаманов С. А., Григорьев С. А. Мониторинг публикационной активности по проблеме «3D-кадастр, трехмерный кадастр недвижи-

мости» за период 2021 – начало 2024 гг. // Мониторинг. Наука и технологии. – 2024. – Т. 1 (59). – С. 106–111. – DOI 10.25714/MNT.2024.59.015. – EDN ZLVALG.

2. Мирошникова В., Гиниятов И. А. Анализ современного состояния 3D-кадастра недвижимости в России и за рубежом // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 21–24 ноября 2023 г., Новосибирск. В 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. Ч. 2. – С. 196–202. – DOI 10.33764/2687-041X-2024-2-196-202. – EDN KWASLV.

3. Клюшниченко В. Н., Ивчатова Н. С. Особенности формирования кадастра в России // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 198–208. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-198-208. – EDN SEMOET.

4. Гура Д. А. Основы формирования трехмерного кадастра в России // Строительство и землеустройство: проблемы и перспективы развития : сборник трудов III Международной научно-практической конференции. – Тверь : ТГТУ, 2018. – С. 88–91. – EDN VVOKOI.

5. Чернова У. Ю. Формирование трехмерного кадастра недвижимости в России // Дневник науки. – 2021. – № 2 (50). – С. 39–44. – EDN SGFZEB.

6. Брылев И. С., Бударова В. А. Применение комплекса цифровых технологий для формирования трехмерного объекта недвижимости городского пространства // Геодезия и картография. – 2024. – Т. 85, № 3. – С. 42–49. – DOI 0.22389/0016-7126-2024-1005-3-42-49. – EDN VJNNDM.

7. Аврунев Е. И., Гиниятов А. И. Разработка системы нормативных допусков при создании геодезического обоснования для выполнения кадастровых работ в формате 3D // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2023. – Т. 67, № 3. – С. 16–26. – DOI 10.30533/GiA-2023-020. – EDN OXEPLK.

8. Кучма О. А. Правовые аспекты использования трехмерных кадастровых систем в Российской Федерации // Молодежь и наука: шаг к успеху : сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск : СКФУ, 2024. – С. 156–161. – EDN GIUYOQ.

9. Атаманов С. А., Григорьев С. А., Косаруков З. С., Чуприн М. С. Проблема понятия точности в кадастре недвижимости // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2023. – Т. 67, № 2. – С. 65–77. – DOI 0.30533/GiA-2023-010. – EDN ITANIV.

10. Аврунев Е. И., Гатина Н. В., Козина М. В. Разработка принципов для 3D-моделирования линейных сооружений и инженерной инфраструктуры территориального образования // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 1. – С. 107–115. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-1-107-115. – EDN: NXRAZP.

11. Дьяченко Р. А., Гура Д. А., Осенняя А. В., Самарин С. В., Беспятчук Д. А. Разработка структуры структуры информационной системы геопространственных данных для решения задач территориального планирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2024. – Т. 68, № 4. – С. 87–99. – DOI 10.30533/GiA-2024-013. – EDN YQASPD.

12. Гура Д. А. Применение технологий искусственного интеллекта в кадастре и геодезии: современное состояние и перспективы // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 1. – С. 126–136. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-1-126-136. – EDN OWXXIV.

Об авторах

Гура Дмитрий Андреевич – кандидат технических наук, доцент.

Получено 24.06.2025

© Д. А. Гура, 2025

Methodological Approaches to Three-Dimensional Identification and Registration of Real Estate Objects

D. A. Gura[1,2]✉

[1]Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation
[2]Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

e-mail: gda-kuban@mail.ru

Abstract. The methodological principles underpinning the three-dimensional identification of real estate objects are examined in the study. The primary objective is to establish a comprehensive system of principles that facilitate the development and implementation of 3D cadastral accounting in Russia. Through a rigorous analysis of relevant national legislation alongside international best practices, five fundamental principles were delineated. The principles enable the systematic updating, verification, and organization of spatial cadastral data, while promoting the application of scientifically grounded methodologies in real estate management. Each principle is theoretically substantiated, with an emphasis on its pivotal role in the progressive transition from traditional 2D to advanced 3D cadastre. Consequently, this study proposes a conceptual framework comprising five interrelated methodological principles that form the foundation for a 3D cadastre. At the core of this framework lies the principle of consistency, which ensures an integrated approach to cadastre maintenance by harmonizing spatial, attributive, and legal data within a unified information model.

Keywords: 3D cadastre, three-dimensional cadastral registration, information model, laser scanning, real estate objects, development of the territory

REFERENCE

1. Litvinenko M. V., Ilyushin T. V., Sizov A. P., Atamanov S. A., Grigor'ev S. A. (2024). Monitoring of publication activity on the issue of "3D cadastre, three-dimensional real estate cadastre" for the period 2021 – early 2024. *Monitoring. Nauka i tekhnologii [Monitoring. Science and Technology],* 1 (59), 106–111. DOI 10.25714/MNT.2024.59.015 EDN ZLVALG [in Russian].

2. Miroshnikova V., Giniyatov I. A. (2024). Analysis of the current state of the 3D real estate cadastre in Russia and abroad. *Regulirovanie zemel'no-imushchestvennykh otnosheniy v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe obespechenie, otsenka nedvizhimosti, ekologii, tekhnologicheskie resheniya [Regulation of land and property relations in Russia: legal and geospatial support, real estate assessment, ecology, technological solutions]* (pp. 196–202). DOI 10.33764/2687-041X-2024-2-196-202 EDN KWASLV [in Russian].

3. Klyushnichenko V. N., Ivchatova N. S. (2020). Peculiarities of the formation of the cadastre in Russia *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT],* 25(2), 198–208. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-198-208 EDN SEMOET [in Russian].

4. Gura D. A. (2018). Basics of the formation of a three-dimensional cadastre in Russia. *Stroitel'stvo i zemleustroystvo: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik trudov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Construction and land management: problems and development prospects: collection of papers of the III International scientific and practical conference]* (pp. 88–91) EDN VVOKOI [in Russian].

5. Chernova U. Yu. (2021). Formation of a three-dimensional real estate cadastre in Russia *Dnevnik nauki [Science Diary],* 2 (50), 39–44 EDN SGFZEB [in Russian].

6. Brylev I. S., Budarova V. A. (2024). Application of a complex of digital technologies for the formation of a three-dimensional real estate object of urban space *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography],* 85 (3), 42–49. DOI 0.22389/0016-7126-2024-1005-3-42-49 EDN VJNNDM [in Russian].

7. Avrunev E. I., Giniyatov A. I. (2023). Development of a system of regulatory tolerances for the creation of a geodetic justification for the performance of cadastral works in 3D format *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka. [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography],* 67(3), 16–26. DOI 10.30533/GiA-2023-020. EDN OXEPLK [in Russian].

8. Kuchma O. A. (2024). Legal aspects of the use of three-dimensional cadastral systems in the Russian Federation. *Pravovye aspekty ispol'zovaniya trekhmernykh kadastrovykh sistem v Rossiyskoy Federatsii [Youth and Science: A Step Towards Success: A Collection of Scientific Articles from the 7th All-Russian Scientific Conference on Promising Developments of Young Scientists]* (pp. 156–161). Kursk: SKFU. EDN GIUYOQ [in Russian].

9. Atamanov S. A., Grigor'ev S. A., Kosarukov Z. S., Chuprin M. S. (2023). The problem of the concept of accuracy in the real estate cadastre *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography],* 67(2), 65–77. DOI 0.30533/GiA-2023-010 EDN ITANIV [in Russian].

10. Avrunev E. I., Gatina N. V., Kozina M. V. (2022). Development of principles for 3D modeling of linear structures and engineering infrastructure of a territorial entity *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT],* 27(1), 107–115. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-1-107-115 EDN: NXRAZP [in Russian].

11. Dyachenko R. A., Gura D. A., Osennyaya A. V., Samarin S. V., Bespyatchuk D.A. (2024). Development of the structure of the information system of geospatial data for solving territorial planning problems *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography],* 68(4), 87–99. DOI 10.30533/GiA-2024-013 EDN YQASPD [in Russian].

12. Gura D. A. (2025). Application of artificial intelligence technologies in cadastre and geodesy: current state and prospects *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT],* 30(1), 126–136. DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-1-126-136 EDN OWXXIV [in Russian].

Author details

Dmitry A. Gura – Ph. D., Associate Professor.

Received 24.06.2025

© *D. A. Gura, 2025*