

A. P. Байорис^{1}, A. B. Ершов¹*

Применение технологии наземного лазерного сканирования при моделировании объектов недвижимости для 3D-кадастра

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
*e-mail: bayoris1999@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение технологии наземного лазерного сканирования в задачах моделирования объектов недвижимости для целей создания и ведения 3D кадастра. Лазерное сканирование позволяет получить информацию о геометрии объектов и создавать 3D модели, которые могут быть использованы для улучшения процессов кадастровой деятельности, планирования городской среды и иных целей. При использовании сканеров, которые излучают лазерные лучи, собирается информация о расстоянии до различных точек на объекте. Это позволяет получать облака точек, которые затем обрабатываются для создания детализированных 3D моделей для 3D кадастра. Рассмотрены возможности применения технологии и перспективы ее внедрения для создания современных кадастровых систем, что способствует повышению прозрачности и эффективности управления недвижимостью.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, 3D модель, кадастр, геоданные, управление недвижимостью

A. R. Bayoris¹, A. V. Ershov^{1}*

Application of terrestrial laser scanning technology in modeling real estate for 3D cadastre

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: bayoris1999@mail.ru

Abstract. The article discusses the application of terrestrial laser scanning technology in tasks related to the modeling of real estate objects for the creation and maintenance of 3D cadastre. Laser scanning allows for the collection of information about the geometry of objects and the creation of 3D models, which can be used to improve cadastral activities, urban planning processes, and other purposes. By using scanners that emit laser beams, information is gathered on the distance to various points on an object. This enables the generation of point clouds, which are then processed to create detailed 3D models for 3D cadastre. The article discusses the potential applications of this technology and its prospects for integration into modern cadastral systems, contributing to increased transparency and efficiency in property management.

Keywords: terrestrial laser scanning, 3D model, cadastre, geodata, property management

Введение

Современные процессы управления недвижимостью требуют эффективных и точных данных, особенно в условиях плотной городской застройки и сложных архитектурных форм. В условиях растущей урбанизации и необходимости комплексного планирования городских территорий важно использовать инновационные методы сбора и анализа данных, способных повысить эффективность кадастровой деятельности.

Одной из перспективных технологий, позволяющих значительно повысить точность и скорость сбора данных, является наземное лазерное сканирование. Данная технология обеспечивает высокоточный сбор пространственных данных о форме и размерах объектов, что особенно актуально для многоуровневых сложных комплексов. Трехмерное отображение поверхности земли и расположенных на ней объектов может значительно расширить возможности кадастрового учета и механизмы обеспечения прав собственности, планирования и проектирования.

Актуальность проблемы подтверждается необходимостью трехмерного отображения объектов недвижимости в трехмерном мире из-за возрастающей сложности определения площадей многоэтажной застройки, подземной и надземной инфраструктуры. При этом имеет место внедрение трехмерного подхода и в других областях (трехмерные геоинформационные системы), трехмерное планирование, сохранение объектов культурного наследия), которые делают трехмерный подход к кадастровому учету технологически осуществимым.

Приведем примеры трудностей, возникающих при проведении кадастровых работ в отношении объектов сложной архитектурной формы [1]:

– здания сложной архитектурной формы имеют разные площади на разной высоте, что делает проблематичным их определение в 2D кадастре (рисунок 1).



Рисунок 1 – Балчуг Резиденс: а) представление на карте; б) фото объекта

– сложности кадастрового учета и регистрации прав на объекты недвижимости, принадлежащие различным собственникам, во многоуровневых сложных комплексах (рисунок 2).

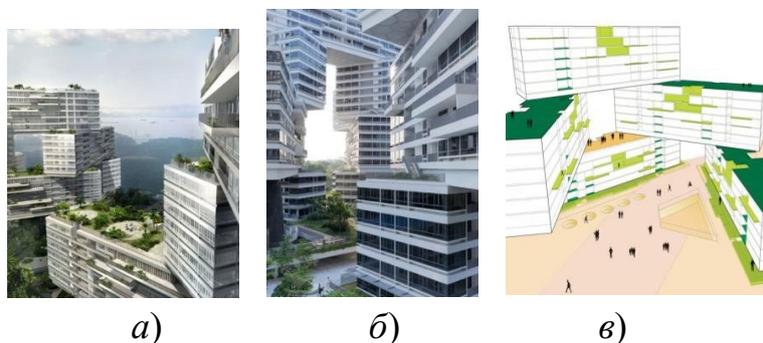


Рисунок 2 – Жилой комплекс в Сингапуре:

а) южный фасад проекта; б) внутреннее пересечение жилых единиц, в) трехмерное представление

Методы и материалы

Целью исследования является изучение технологии наземного лазерного сканирования для создания трехмерных цифровых моделей объектов недвижимости в рамках 3D кадастра. Для исследования были взяты объекты, расположенные на территории нефтяного месторождения им. Романа Требса и нефтяного месторождения им. Анатолия Титова.

Задачей исследования является создание актуальных трехмерных цифровых моделей для наполнения базы геоданных и решения задач производственного характера, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией объектов газодобычи, экологического мониторинга земельных участков, оперативного принятия управленческих решений и обеспечения логистики. Трехмерная цифровая модель в местной системе координат – МСК-83, в Балтийской системе высот 1977 г.

Согласно постановлению правительства [2], с 1 июля 2024 года застройщики многоквартирных жилых домов переходят на технологии информационного моделирования (ТИМ) на этапе изысканий и проектирования, а с 1 января 2025 года – на этапе строительства, если объект был спроектирован до 1 июля 2024 года.

Застройщики малоэтажного жилого строительства также переходят на использование ТИМ: с 1 января 2025 года – на этапе изысканий и проектирования, а с 1 июля 2025 года – на этапе строительства, если объект был спроектирован до 1 января 2025 года.

С 1 сентября 2024 года вступили в силу новые правила формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, согласно постановлению [3]. Необходимо использовать классификатор строительной информации и размещать всю информацию об информационной модели в государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности регионов.

Переход на 3D кадастр в России связан с необходимостью улучшения точности и детализации геопространственных данных для эффективного управления территориями и ресурсами. 3D кадастр позволяет представлять информацию о недвижимости в трехмерном пространстве, что значительно расширяет возможности анализа и использования геоданных [4].

В России для получения цифровых моделей местности широко распространены методы аэрофотосъемки, фотограмметрическая обработка, но наиболее перспективным методом является лазерное сканирование местности.

Наземное лазерное сканирование – метод получения точной трехмерной модели местности с использованием лазерного сканера, который применяется в кадастровых и геодезических работах для создания цифровых моделей земельных участков и строений [6]. С помощью наземного лазерного сканирования можно сканировать здания, объекты инфраструктуры, участки земли, измеряя их геометрические параметры с высокой точностью. Полученные данные затем используются для создания трехмерных цифровых моделей, которые могут быть

интегрированы в кадастровые системы для улучшения управления и планирования территории.

Основными преимуществами использования технологии наземного лазерного сканирования для решения геодезических, маркшейдерских, проектных и др. производственных задач являются: скорость, точность и универсальность. Они приводят к повышению качества, сокращению сроков, оптимизации процессов при производстве работ и расширению возможностей использования данных, полученных в результате работ, и повышает эффективность решения задач в различных сферах [7].

Облако точек в лазерном сканировании – трехмерное представление поверхности или объекта, созданное с помощью лазерного сканера. Лазерный сканер использует лазерный луч, который отражается от поверхности и измеряет расстояние до объекта. Информация используется для создания облака точек, которое представляет собой набор точек в трехмерном пространстве [6].

Этапы наземного лазерного сканирования [7]:

- установка сканера на запроектированной, с минимумом теневых зон, точке на штатив;
- расстановка вокруг сканера специальных марок, которые являются точками рабочего съемочного обоснования;
- определение координат центров специальных марок с точек основной опорной сети;
- сканирование местности и объектов вокруг точки стояния сканера;
- идентификация и определение приближенных координат центров специальных марок с целью дальнейшего быстрого определения области их положения на скане;
- сканирование специальных марок с максимальным разрешением.

Результатом работ является облако точек в формате LAS; панорамные фотоснимки в формате jpeg.

Результаты

Построение трехмерной модели объектов осуществляли путем вписывания в массив точек геометрических примитивов и поверхностей с использованием программного обеспечения AutoCad Civil (рисунок 3).

Облако точек представляет набор трехмерных координатных точек, которые представляют поверхность или объект с использованием лазерного сканирования, дальномеров, дронов или других специализированных устройств.

Преимущества использования облака точек включают в себя:

- высокую точность и детализацию;
- простоту обработки и анализа данных;
- быструю съемку.

Программное обеспечение AutoCAD Civil 3D – специализированное программное обеспечение, используемое для проектирования инженерных систем и инфраструктуры. Оно позволяет создавать трехмерные модели объектов, про-

водить анализ территорий, генерировать двумерные планы и схемы, а также управлять проектами инженерных объектов [8].



Рисунок 3 – Эстакада по облаку точек

Выполнен проект в программном обеспечении AutoCAD Civil 3D, рисунок 4.

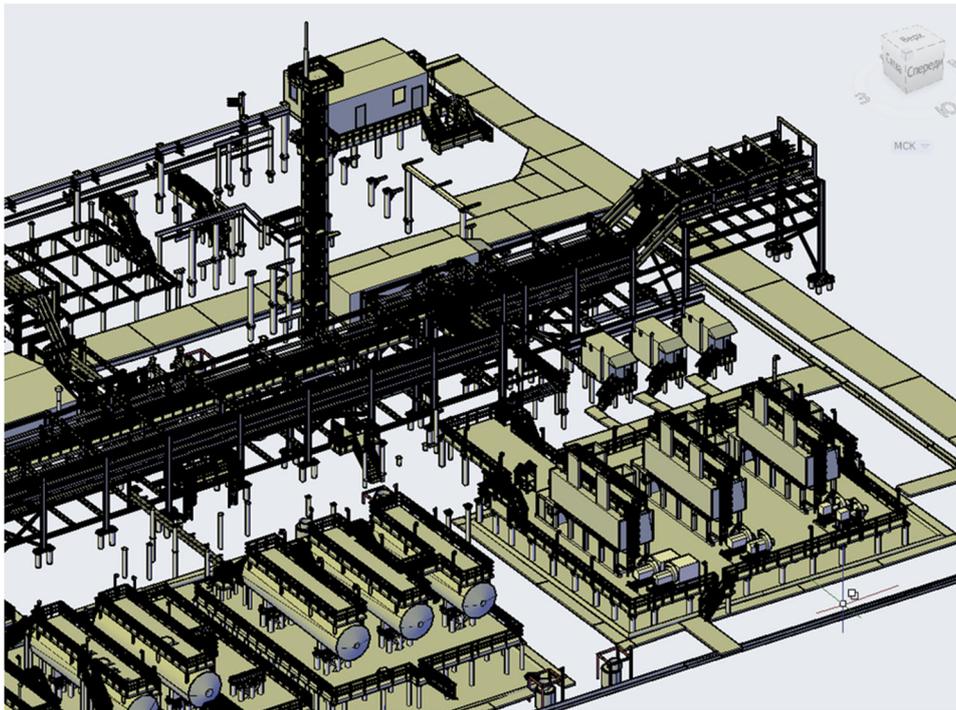


Рисунок 3 – Проект в AutoCAD Civil 3D

Инструменты для выполнения задачи включают стандартные команды 3D моделирования и каталог напорных сетей.

Примеры стандартных команд 3D моделирования отображены на рисунке 4.

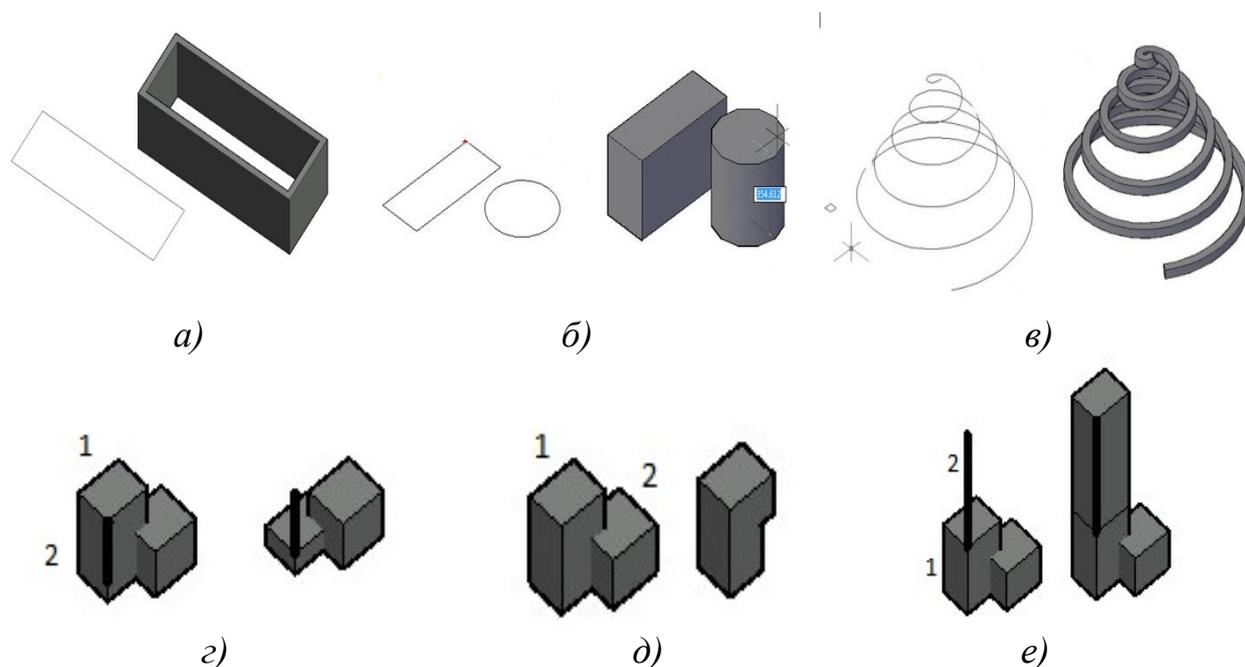


Рисунок 4 – а) полить; б) выдавить; в) сдвиг;
г) перенести грани; д) вычитание, е) перенести грани

Каталог напорных сетей состоит из [8]:

- устройств регулирования потока: задвижка, подставка, счетчик;
- фитингов: тройник, переход, фланец;
- полок эстакады.

Заключение

Внедрение технологии наземного лазерного сканирования открывает новые возможности для точного и детализированного учета объектов недвижимости. Результаты исследования показывают, что это позволяет значительно повысить точность геометрического представления сложных и многослойных объектов, что является важным фактором для обеспечения актуальности и достоверности кадастровых данных.

Использование 3D моделей, созданных с применением этой технологии позволяет детально собрать всю необходимую информацию об изучаемых объектах без повторного посещения местности. Перспективы использования лазерного сканирования включают расширение возможностей для городского планирования, мониторинга застройки и управления земельными ресурсами, что отвечает современным потребностям устойчивого и эффективного управления городскими территориями.

Таким образом, наземное лазерное сканирование может стать ключевым инструментом для создания 3D кадастра, отвечающего современным требованиям точности и оперативности в сборе и обновлении данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Davood Shojaei, Hamed Olfat, Abbas Rajabifardand Mark Briffa «Design and Development of a 3D Digital Cadastre Visualization Prototype» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2220-9964/7/10/384> (дата обращения 28.08.2024)
2. Постановление Правительства РФ от 20 декабря 2022 г. №2357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 5 марта 2021 г. №331» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/405985239/#block_1001 (дата обращения: 01.09.2024).
3. Постановление Правительства РФ от 17.05.2024 №614 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_476610/ (дата обращения: 01.09.2024).
4. Талапов В.В. «BIM и ЖКХ: союз неизбежен» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20067. (дата обращения: 14.09.2024).
5. Федеральный закон от 24.07.2007 №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.09.2024).
6. Комиссаров А. В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий: дис., д-р. техн. наук: 25.00.34 / Комиссаров Александр Владимирович. – Новосибирск, 2015. – 278 с.
7. Джидид, А. Контроль качества трехмерной модели памятника архитектуры, полученной на основе данных наземного лазерного сканирования / А. Д. Джидид // землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2018. - № 2. – С. 56 – 63.
8. AutoCAD Civill 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://iterbi.ru/materials/books/tkachenko-civil3d-2017/> (дата обращения: 17.09.2024).

© А. Р. Байорис, А. В. Ершов, 2025