

Д. К. Салапонов¹, А. А. Самсонова^{1✉}, А. В. Ершов¹

Возможности создания 3D-моделей с применением БПЛА

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: S_Sas00@list.ru

Аннотация. В современных отраслях, таких как градостроительство, геодезия и территориальное планирование, возрастает потребность в создании детальных 3D-моделей. В связи с этим актуальной задачей является поиск наиболее эффективных методов их построения. В статье рассматривается перспективный метод создания 3D-моделей с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Исследование основано на сравнительном анализе данных научных публикаций, нормативно-правовых источников и технической документации производителей. В ходе работы выявлены ключевые преимущества использования БПЛА, включая универсальность, эффективность, безопасность и высокое качество результатов. Подробно рассмотрены этапы 3D-моделирования с использованием беспилотных платформ, в частности, два основных метода получения данных: фотограмметрический и лазерное сканирование. Показано, что эти методы могут применяться как совместно для повышения детализации (хотя это увеличивает время обработки), так и отдельно, в зависимости от конкретных задач. Основным выводом исследования является подтверждение высокой эффективности применения БПЛА для 3D-моделирования, что позволяет получать модели, пригодные для решения широкого круга прикладных задач.

Ключевые слова: БПЛА, 3D-моделирование, фотограмметрия, лазерное сканирование, цифровая модель местности

D. K. Salapontov¹, A. A. Samsonova^{1✉}, A. V. Ershov¹

Possibilities of 3D Modeling Using UAVs

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: S_Sas00@list.ru

Abstract. In modern industries such as urban planning, geodesy, and territorial planning, there is a growing need for detailed 3D models. In this regard, the search for the most effective methods of their construction is an urgent task. The article considers a promising method for creating 3D models using unmanned aerial vehicles (UAVs). The research is based on a comparative analysis of data from scientific publications, regulatory sources, and manufacturers' technical documentation. The key advantages of using UAVs have been identified, including versatility, efficiency, safety, and high quality of results. The stages of 3D modeling using unmanned platforms are considered in detail, in particular, two main methods of data acquisition: photogrammetric and laser scanning. It is shown that these methods can be used both together to improve detail (although this increases processing time) and separately, depending on specific tasks. The main conclusion of the study is the confirmation of the high efficiency of using UAVs for 3D modeling, which allows obtaining models suitable for solving a wide range of applied problems.

Keywords: UAV, 3D modeling, photogrammetry, laser scanning, digital terrain model

Введение

Исследование посвящено оценке возможностей построения 3D-моделей с применением БПЛА.

Современное развитие технологий обуславливает рост требований к качеству и детализации результатов геопространственной деятельности. Это стимулирует поиск более эффективных решений, одним из которых является переход от двумерных моделей к трехмерным. 3D-модели обладают значительными преимуществами по сравнению с двумерными аналогами [1-2]. Пространственное представление такой модели будет содержать наиболее полную информацию о виде, форме, а в некоторых случаях и размерах объекта, благодаря чему его анализирование проходит быстрее. Это уже сейчас помогает во многих отраслях: строительство, архитектура, геодезия, разведка местности, территориальное планирование, мониторинг, кадастр и землеустройство.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в начале XXI века с ростом доступности с военного переходят на гражданский рынок и дают многим отраслям толчок к реализации новых задач и возможностей. Историю развития БПЛА описывают в своей одноименной работе Куатов Б. Ж. и Макаев Т. З. [3] Нормативные требования ко всем воздушным судам, в том числе беспилотным, указаны в Воздушном кодексе [4].

Целью статьи является оценка возможностей БПЛА для 3D-моделирования. Для ее достижения решаются следующие задачи:

- выявление преимуществ БПЛА по сравнению с альтернативными методами;
- анализ алгоритма построения 3D-модели с использованием БПЛА.

Решение этих задач позволит оценить текущее состояние технологии.

Методы и материалы

Для оценки нынешнего положения вопроса, поднимаемого в статье, были изучены материалы нескольких литературных источников и статей по 3D-моделированию и БПЛА, использован опыт, полученный в ходе производственной практики в «ППК Роскадастр», а также проанализированы открытые материалы и техническая документация компании «Геоскан». Данная российская компания основана в 2011 году и сейчас является одной из ведущих разработчиков и производителей беспилотников, кубсатов, авионики и другого. Помимо этого, она предоставляет услуги по различным видам съемки, сканирования и создания 3D-моделей [5-6]. Полученные сведения были структурированы и представлены в данной статье.

Результаты

3D-модели местности или объектов на местности можно получить несколькими способами:

- наземная фотосъемка, где бригада исполнителей с помощью лазерных сканеров, тахеометров и других геодезических приборов собирает данные для 3D-

модели. Процесс наиболее долгий, может быть затруднен сложной или опасной местностью, сильно влияет человеческий фактор на полученные данные;

– воздушная фотосъемка, где материалы получают при помощи летательных аппаратов, таких как космические спутники, пилотируемые воздушные судна (например, самолеты) и непосредственно БПЛА. Процесс в разы ускоряется, отпадает необходимость в присутствии исполнителей в потенциально опасных или труднодоступных зонах, а человеческий фактор понижается (рис.1).

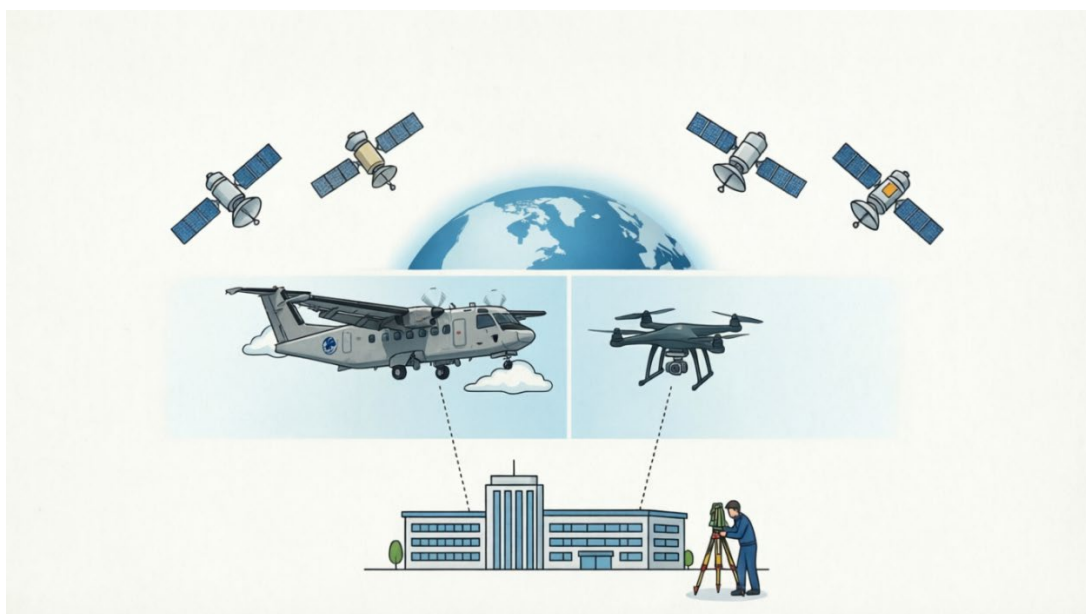


Рис. 1. Способы получения 3D-модели местности

Воздушную съемку можно также подразделить по типу летательного аппарата, которым выполняется съемка. Они были перечислены ранее. У каждого из них может достигаться высокая точность, но для космоснимков необходимо больше ресурсов для достижения, при этом БПЛА обладает рядом дополнительных преимуществ. В первую очередь это простота освоения, что не требует высокой квалификации специалиста-оператора в отличие от пилотов. Также риски для человека в небе при чрезвычайных ситуациях в беспилотном варианте минимальны. К тому же это судно будет гораздо компактнее и поворотливее, а значит, может решать более обширный круг задач. Модели БПЛА имеют большой выбор в том числе бюджетного варианта. Несмотря на то, что, также как и при остальных методах, во время дождя съемка не осуществляется ввиду получения плохого качества снимков, в отличие от пилотируемой авиации, облачная погода не является критичным препятствием для съемки с БПЛА. Таким образом, БПЛА в сравнении с его аналогами более универсален, прост и также практичен [7-8].

По способам управления БПЛА делятся на три типа. Первый это ручной, наименее востребованный в настоящее время, так как подразумевает постоянное управление беспилотника оператором: пилотирование, контроль высоты, скорости, курса и другого. Второй вариант – автоматическое управление, то есть по заранее

заданным в устройстве параметрам. Третьим типом является полуавтоматический, который представляется наиболее универсальным, так как полет также автоматизирован и человек в пилотировании не участвует, но при необходимости, например при внештатных ситуациях, может вмешаться и повлиять на полет [9].

После выбора типа управления выполняются полевые работы, заключающиеся в запуске БПЛА и сборе данных. Здесь может быть два варианта получения данных с его помощью: лазерное сканирование либо фотограмметрический метод [10]. В первом случае сканирующее устройство непосредственно прикрепляется к летательному аппарату и выпускает лазерный луч высокой частоты, который возвращается обратно, отразившись от поверхности. На основании времени возврата прибор рассчитывает расстояние до объекта, а в сумме таких расчетов на каждой станции сканирования получается облако точек. При фотограмметрическом методе БПЛА содержит на себе фотокамеру, с помощью которой создается и сохраняется множество снимков объекта с разных ракурсов, которые потом выравниваются по характерным точкам, и строится облако точек. Есть возможность использования одновременно обоих методов для достижения наиболее качественных результатов, но для этого на камеральные работы будет затрачено больше времени, так как материалы лазерного сканирования и аэрофотосъемки обрабатываются в разных программах (для примера, один в AGM ScanWorks, другой в Agisoft Metashape).

После окончания «полевых работ», как уже было упомянуто, проходит следующий этап результатом которого и будет получена 3D-модель. В специализированное программное обеспечение импортируются все данные, полученные с БПЛА, по ключевым точкам получают 3D-координаты каждой точки, по ним создается плотное облако точек, и далее на его основе строится трехмерная модель объекта (рис. 2).

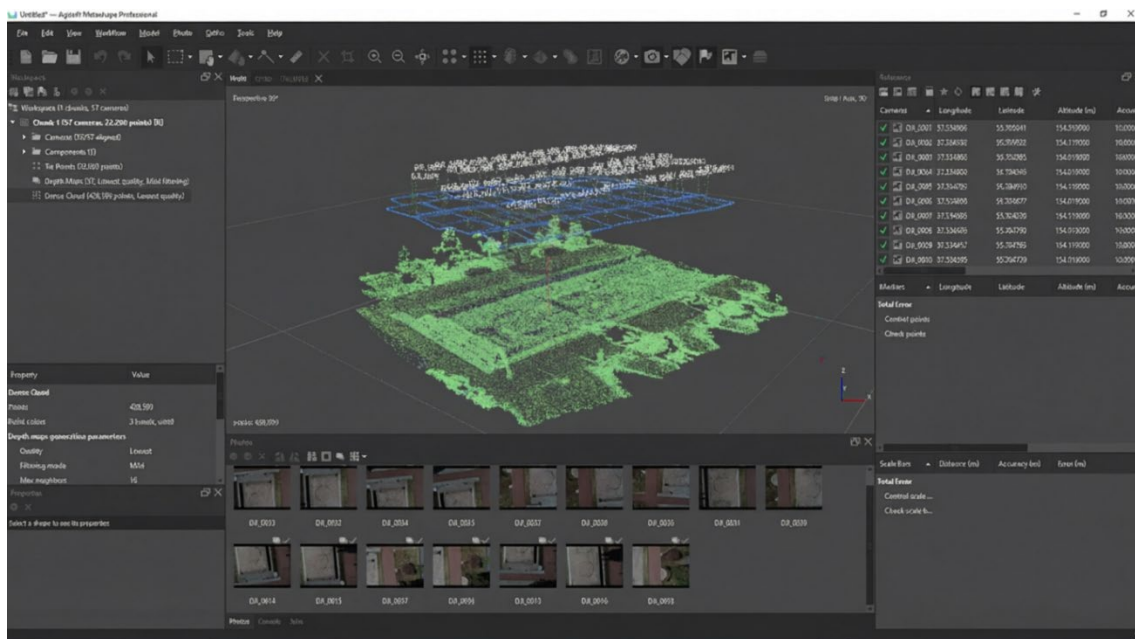


Рис. 2. Пример создания облака точек в программе Agisoft Metashape

Обсуждение

Современные авторы высоко оценивают пользу и эффективность БПЛА, с чем сложно не согласиться. На основе анализа было найдено много ключевых преимуществ по сравнению с его аналогами, а при рассмотрении этапов прослеживается минимальное участие человека при 3D-моделировании, что снижает риски ошибок из-за человеческого фактора, экономит время и увеличивает производительность. Автономность процесса работы без утери качества итогового продукта – основополагающий фактор в нынешнем мире.

Также при выборе метода получения данных рекомендуется учитывать цели, для которых эти данные получают. Фотограмметрический метод больше подходит для 3D-моделирования крупного участка территории, а лазерное сканирование в случае необходимости детализации объекта или плотной застройки.

С учетом удобства и эффективности использования БПЛА их всецело рассматривают в перспективе как неотъемлемую часть будущего создания цифровых двойников городов – представления системы, всего ее жизненного цикла в режиме реального времени в виртуальном, цифровом пространстве.

Заключение

Проведенное авторами статьи исследование показало, что применение БПЛА для 3D-моделирования, по сравнению с альтернативными методами, характеризуется такими преимуществами, как безопасность проведения работ, низкие требования к квалификации оператора, универсальность в использовании, большой выбор моделей и достижение высокой точности.

В настоящее время существует широкий спектр программных продуктов, позволяющих эффективно обрабатывать данные с БПЛА, что минимизирует трудности на этапе камеральных работ. Автоматизация большей части процесса упрощает работнику задачу, что позволяет увеличить объем выполняемых работ. Единственное ограничение выявляется в компьютерных устройствах в процессе обработки, которая может затягиваться из-за недостаточной мощности техники. Эта проблема частично решается модернизацией вычислительной техники и оптимизацией обработки массивов данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ланг Н. В., Шляхова М. М. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ // Интерэкспо Гео-Сибирь - 2020. – Т. 6. – с. 205-209 – URL: <https://geosib.sgugit.ru/upload/geosibir/sborniki/2020/tom6-1/205-209.pdf> (дата обращения: 30.10.2025). - Режим доступа: Интерэкспо ГЕО-Сибирь geosib.sgugit.ru.

2. Андреева О. А. Геоинформационное проектирование трехмерных объектов // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2019. №1 (11). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnoe-proektirovanie-trehmernyh-objektov> (дата обращения: 29.10.2025). - Режим доступа: Научная электронная библиотека cyberleninka.ru.

3. Куатов Б. Ж., Макаев Т. З. История развития беспилотных летательных аппаратов // НиКа. 2017. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-razvitiya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 28.10.2025). - Режим доступа: Научная электронная библиотека cyberleninka.ru.

4. Российская Федерация. Законы. Воздушный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон № 60-ФЗ [Принят Государственной Думой 19 февраля 1997 года: одобрен Советом Федераций 5 марта 1997 года]. КонсультантПлюс: официальный сайт. – 1992 – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/ (дата обращения 28.10.2025). – Текст: электронный.
5. ГК «Геоскан» [сайт] - URL: <https://www.geoscan.ru/ru>
6. Группа компаний "Геоскан" - будущее в геоинформационном обеспечении. - Текст: электронный // Горная промышленность. – 2015. – № 2(120). – С. 98. – EDN TUYNRB. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23531672> - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
7. Супруненко Д. И. Использование БПЛА для 3D-моделирования // Сборник материалов Национальной научно-практической конференции - 2022. – Ч. 2. – с. 198-201 – URL: <https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/conference-ssga/regulirovanie-zemelno-imushchestvennykh-otnosheniy-v-rossii/collections-of-materials-2022/part2/198-201.pdf> (дата обращения: 28.10.2025). - Режим доступа: Сибирский государственный университет геосистем и технологий sgugit.ru.
8. Романенко В. А. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в геодезической съемке: преимущества, проблемы и перспективы // Скиф. Вопросы студенческой науки – ноябрь 2024. – №11 (99) – с. 256-261 – URL: https://sciff.ru/wp-content/uploads/2024/12/Sciff_11_99.pdf#page=256 (дата обращения 28.10.2025). – Режим доступа: Журнал научных публикаций «Скиф. Вопросы студенческой науки» sciff.ru.
9. Ялтыхов В. В., Парадня П. Ф. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ // Полоцкий государственный университет, Республика Беларусь. – 2020. - URL: <https://elib.psu.by/bitstream/123456789/30405/1/89-92.pdf> (дата обращения: 30.10.2025). - Режим доступа: elib.psu.by.
10. Лахтионова А. В., Хлебникова Е. П. Исследование различных методов получения 3D-модели зданий в условиях города // Сборник материалов Национальной научно-практической конференции - 2023. – Том 2. – с. 129-135 – URL: <https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/conference-ssga/regulirovanie-zemelno-imushchestvennykh-otnosheniy-v-rossii/collections-of-materials-2023/tom-2/129-135.pdf> (дата обращения: 01.11.2025). - Режим доступа: Сибирский государственный университет геосистем и технологий sgugit.ru.

© Д. К. Салапонов, А. А. Самсонова, А. В. Ершов, 2026