

Научная статья

Original article

УДК 528.7

doi: 10.55186/2413046X\_2024\_9\_10\_401

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СНИМКОВ С БЕСПИЛОТНОГО  
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ОРТОФОТОПЛАНА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ  
USING IMAGES FROM AN UNMANNED AIRCRAFT FOR FORMING  
AN ORTHOPHOTOMAP OF AN URBAN TERRITORY**



**Далбараев Ариан Сергеевич**, старший преподаватель кафедры «Экспертиза, управление и кадастр недвижимости», инженерно-технический институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, E-mail: [arian0000@yandex.ru](mailto:arian0000@yandex.ru)

**Афонин Владислав Владимирович**, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, E-mail: [vladaf1206@gmail.com](mailto:vladaf1206@gmail.com)

**Dalbaraev Arian Sergeevich**, senior lecturer of the Department «Expertise, Management and Cadastre of real estate», Engineering and Technical Institute, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova", Yakutsk, E-mail: [arian0000@yandex.ru](mailto:arian0000@yandex.ru)

**Afonin Vladislav Vladimirovich**, North-Eastern Federal University. M.K. Ammosova, Yakutsk, E-mail: [vladaf1206@gmail.com](mailto:vladaf1206@gmail.com)

**Аннотация.** Актуальная информация о городских территориях является ключевым элементом для эффективного управления земельными ресурсами и для дальнейшего развития городов. Беспилотные летательные аппараты могут стать полезным инструментом для мониторинга городских территорий, так как они позволяют получать актуальные данные как после обработки

аэрофотоснимков, так и в реальном времени. Использование БПЛА для мониторинга городских территорий имеет потенциал в таких областях, как планирование развития городских территорий, анализ изменений используемых земель, контроле за строительством, оценки состояния дорожной инфраструктуры и во многих других областях.

**Abstract.** Up-to-date information about urban areas is a key element for effective land management and for further urban development. Unmanned aerial vehicles can become a useful tool for monitoring urban areas, as they allow you to obtain up-to-date data both after processing aerial photographs and in real time. The use of UAVs for monitoring urban areas has potential in such areas as urban development planning, analysis of changes in land use, construction control, assessment of the state of road infrastructure and in many other areas.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, ортофотоплан, городская территория, картография

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, orthomosaic, urban area, cartography

В нынешнее время картографические материалы представляют собой информацию, изображенную на картах, планах, атласах и других географических и геопространственных документах. Эти материалы могут быть бумажными, электронными или иметь другую форму представления, и используются для передачи и визуализации географической информации. Картографические материалы могут содержать различные типы данных, включая физическую географию, геологию, демографию, политическую структуру, инфраструктуру и другие характеристики местности.

Фотограмметрическая обработка аэроснимков — это процесс получения точной геометрической информации о поверхности Земли с использованием фотографий, сделанных с воздуха, обычно с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) или пилотируемых самолетов. Этот процесс включает несколько этапов, каждый из которых играет важную роль в

создании высококачественных карт и моделей местности. Вот основные шаги фотограмметрической обработки [1-3]:

1. Сбор данных. Аэроснимки получают с помощью камер, установленных на БПЛА или других летательных аппаратах. Важно, чтобы снимки покрывали одну и ту же область, причем каждый снимок должен перекрываться с соседними (обычно на 60-80%).
2. Обрезка и предварительная обработка. Снятые изображения могут требовать предварительной обработки, включая коррекцию цвета, устранение искажений и обрезку ненужных частей.
3. Пространственная привязка. С использованием GPS-данных, полученных во время съемки, снимки привязываются к координатной системе.
4. Структурная оценка. Фотограмметрические программы используют алгоритмы для определения общей структуры на основе перекрытия изображений и выявления общих точек на разных снимках.
5. Анализ и интерпретация данных. На основе обработанных данных выполняется анализ, который может включать в себя создание тематических карт, расчет объемов, анализ изменений на поверхности и т.д.

Фотограмметрическая обработка аэроснимков применяется в различных областях, например:

- Геодезия и картография;
- Градостроительство;
- Ландшафтное проектирование;
- Сельское хозяйство (мониторинг культур);
- Археология и культурное наследие.

Одним из разновидностей картографических материалов является ортофотоплан, который представляет из себя изображение территорий полученного путем аэрофотосъемки и последующей обработки снимков. С развитием новых технологий для картографирования территорий начали использовать беспилотные авиационные системы, что позволяет точно и

более детально изучать необходимые территории, а также снизила затраты на проведение аэрофотосъемки.

В нынешнее время беспилотные летательные аппараты используются для различных целей, включая военные, коммерческие, гражданские, научные и развлекательные задачи. БПЛА оснащены различными датчиками, камерами, радиоуправляемыми и автопилотируемыми системами, и их функции могут варьироваться в зависимости от конкретного применения. Например, коммерческие БПЛА могут применяться для аэрофотосъемки, контроля сельскохозяйственных полей, геологических исследований, и многих других задач.

Классифицировать БПЛА можно учитывая различные характеристики, таких как взлетная масса, дальность, высота и продолжительность полета и так далее. Но если прибегнуть к классификации БПЛА согласно их конструкционным особенностям, то можно выделить их следующие типы [4]:

- Самолётные БПЛА с неподвижным крылом;
- Беспилотные вертолёты;
- Мультироторные БПЛА;
- БПЛА с гибридной конструкцией.

Для проведения картографических работ с использованием БПЛА чаще всего используют два типа, это самолетного и мультироторного, сравнение характеристик двух типов представлены в таблице 1 [5,6].

**Таблица 1. Сравнение характеристик БПЛА**

Характеристика	Геоскан 201 (самолетный тип)	Autel EVO II PRO (мультироторный тип)
Длительность полета	До 3 часов	До 40 минут
Максимальная протяженность маршрута	210 км	20 км
Максимальная скорость полета	80 км/ч	36 км/ч

Исходя от площади необходимой для создания картографических материалов выбирается тот или иной тип БПЛА, для исследования малых территорий целесообразно использовать БПЛА мультироторного типа, а для картографирования большей территории используется БПЛА самолетного типа. Перед началом работ создается план полетов специальной программной среде, в котором учитываются различные параметры аэрофотосъемки, высота полета, перекрытие снимков, направление маршрутов, разрешение и снимков и так далее (рис.1).

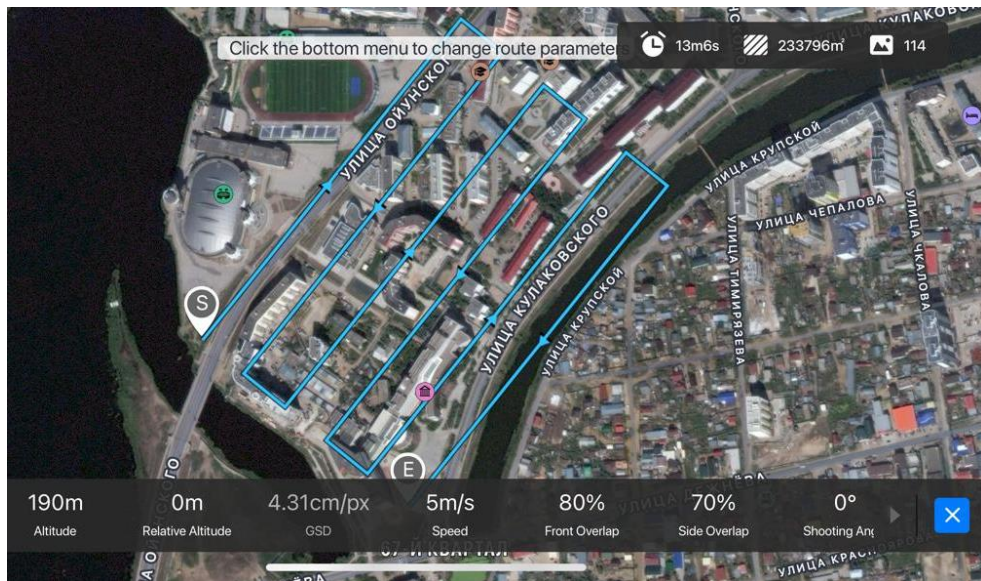


Рис. 1 План полета

После окончания полета, сделанные аэрофотоснимки импортируются в программную среду, где проводится дальнейшая обработка снимков. Сперва снимки выравниваются относительно друг друга (рис.2), затем формируется облако точек, и на основе этого облака точек создается ортофотоплан территории (рис.3).





**Рис. 2 Взаимное расположение снимков**



**Рис. 3 Фрагмент ортофотоплана**

Используя полученный ортофотоплан можно измерить размеры различных объектов, таких как площадь зданий, земельных участков, парковки, протяженность инженерных сооружений и так далее. Что позволяет проводить мониторинг и планирование развития города более эффективным.

Но несмотря на такие плюсы использования БПЛА для картографирования территорий, существуют минусы, что не позволяет повсеместно использовать такой способ создания карт, например:

- Законодательная неопределенность;
- Зависимость от метеоусловий;
- Уязвимость при полете;
- Ошибки программного обеспечения и так далее.

**Список источников**

1. Чибуничев, А. Г. Исследование возможности совместной фотограмметрической обработки разновременных аэроснимков / А. Г. Чибуничев, А. А. Кобзев // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2021. – Т. 65, № 3. – С. 292-301. – DOI 10.30533/0536-101X-2021-65-3-292-301. – EDN ZVDIKG.
2. Гордиенко, А. С. Исследование свободного программного обеспечения для фотограмметрической обработки аэроснимков / А. С. Гордиенко // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2024. – Т. 4, № 1. – С. 64-68. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-4-1-64-68. – EDN SRSWMI.
3. Медведев, А. А. Возможности и ограничения использования беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях / А. А. Медведев, Н. А. Алексеенко, Б. М. Курамагомедов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – № 5. – С. 117-122. – EDN WXTJRJ.
4. Гулай, Е. С. Особенности и преимущества беспилотных летательных аппаратов самолетного типа по сравнению с другими типами БПЛА / Е. С. Гулай // Проблемы развития предприятий: теория и практика : Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 17–18 апреля 2023 года / Под научной редакцией В.И. Будиной. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 183-186. – EDN TVLVYU.
5. Геоскан 201 Геодезия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.geoscan.ru/ru/products/geoscan201/geo> (20.10.2024)
6. Autel EVO II PRO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://auteldrones-russia.ru/evo-ii-pro-v3/> (20.10.2024)
7. Притуло, А. И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитоновна, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54. – EDN ATJVJG.

8. Перспективы использования беспилотных технологий в сельском хозяйстве / Э. Ф. Амирова, Р. И. Вагапов, А. Л. Золкин, Н. Н. Малова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 8. – С. 41-48. – EDN TLPXTD.

9. Молоденков, С. А. Анализ современных беспилотных летательных аппаратов / С. А. Молоденков, М. С. Пашкин // Современные научные исследования и инновации. – 2023. – № 9(149). – EDN JLUUBH.

### References

1. Chibunichev, A. G. Issledovanie vozmozhnosti sovmestnoj fotogrammetricheskoy obrabotki raznovremenny`x ae`rosnimkov / A. G. Chibunichev, A. A. Kobzev // Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Geodeziya i ae`rofotos``emka. – 2021. – Т. 65, № 3. – С. 292-301. – DOI 10.30533/0536-101X-2021-65-3-292-301. – EDN ZVDIKG.

2. Gordienko, A. S. Issledovanie svobodnogo programmogo obespecheniya dlya fotogrammetricheskoy obrabotki ae`rosnimkov / A. S. Gordienko // Intere`kspo Geo-Sibir`. – 2024. – Т. 4, № 1. – С. 64-68. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-4-1-64-68. – EDN SRSWMI.

3. Medvedev, A. A. Vozmozhnosti i ogranicheniya ispol`zovaniya bespilotny`x letatel`ny`x apparatov v geograficheskix issledovaniyax / A. A. Medvedev, N. A. Alekseenko, B. M. Kuramagomedov // Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Geodeziya i ae`rofotos``emka. – 2016. – № 5. – С. 117-122. – EDN WXTJRJ.

4. Gulaj, E. S. Osobennosti i preimushhestva bespilotny`x letatel`ny`x apparatov samoletnogo tipa po sravneniyu s drugimi tipami BPLA / E. S. Gulaj // Problemy` razvitiya predpriyatij: teoriya i praktika : Sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 17–18 aprelya 2023 goda / Pod nauchnoj redakciej V.I. Budinoj. – Penza: Penzenskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2023. – С. 183-186. – EDN TVLVYU.

5. Geoskan 201 Geodeziya [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa: URL: <https://www.geoscan.ru/ru/products/geoscan201/geo> (20.10.2024)



6. Autel EVO II PRO [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa: URL: <https://auteldrones-russia.ru/evo-ii-pro-v3/> (20.10.2024)
7. Pritulo, A. I. Issledovanie ispol`zovaniya bespilotny`x letatel`ny`x apparatov v geodezii / A. I. Pritulo, T. B. Xaritonova, M. B. Redzhepov // Voprosy` upravleniya nedvizhimost`yu, zemleustrojstva i geodezii. – 2022. – № 2(2). – S. 51-54. – EDN ATJVJG.
8. Perspektivy` ispol`zovaniya bespilotny`x texnologij v sel`skom xozyajstve / E`. F. Amirova, R. I. Vagapov, A. L. Zolkin, N. N. Malova // Nauchno-texnicheskij vestnik Povolzh`ya. – 2023. – № 8. – S. 41-48. – EDN TLPXTD.
9. Molodenkov, S. A. Analiz sovremenny`x bespilotny`x letatel`ny`x apparatov / S. A. Molodenkov, M. S. Pashkin // Sovremenny`e nauchny`e issledovaniya i innovacii. – 2023. – № 9(149). – EDN JLUUBH.

© Далбараев А.С., Афонин В.В., 2024. Московский экономический журнал,

2024, № 10.