

Научная статья

Original article

УДК 528.7

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_5_51

edn: YYAPVY

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОФОТОСНИМКОВ С БЕСПИЛОТНОГО
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТЫ
МЕСТНОСТИ**

**USING AERIAL IMAGES FROM AN UNMANNED AERIAL VEHICLE
TO CREATE A TERRAIN MAPPING**



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

Dalbaraeв 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. Ammosov, Yakutsk, E-mail: arian0000@yandex.ru

Аннотация. Современные технологии дистанционного зондирования земли с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) открывают новые возможности для оперативного и высокоточного картографирования местности. В статье рассматривается практический опыт создания картографического материала на основе аэрофотоснимков, полученных с беспилотного летательного аппарата. Приведена последовательность выполнения работ: от планирования полетного задания и выполнения

аэрофотосъемки до фотограмметрической обработки снимков в специализированном программном обеспечении и формирования итогового ортофотоплана. Описаны основные этапы обработки данных, включая выравнивание снимков, построение плотного облака точек и создание цифровой модели местности. Выявлены преимущества и ограничения использования БПЛА для картографических целей, сформулированы рекомендации по эффективному применению данной технологии. Полученные результаты демонстрируют, что использование аэрофотоснимков с БПЛА позволяет создавать актуальные и детальные карты местности крупного масштаба с высокой точностью и в сжатые сроки.

Abstract. Modern technologies of Earth remote sensing using unmanned aerial vehicles open up new opportunities for operational and high-precision mapping of the area. The article discusses the practical experience of creating cartographic material based on aerial photographs obtained from an unmanned aerial vehicle. The sequence of work is presented: from flight mission planning and aerial photography to photogrammetric processing of images in specialized software and the formation of the final orthophotoplane. The main stages of data processing are described, including image alignment, dense point cloud construction and digital terrain model creation. The advantages and limitations of using UAVs for mapping purposes are identified, recommendations for effective application of this technology are formulated. The obtained results demonstrate that the use of aerial photographs from UAVs allows creating up-to-date and detailed large-scale maps of the area with high accuracy and in a short time.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, аэрофотосъемка, ортофотоплан, цифровая модель местности, фотограмметрическая обработка, картографирование

Keywords: unmanned aerial vehicle, aerial photography, orthophotoplane, digital terrain model, photogrammetric processing, mapping

Картографические материалы- являются основой для решения широкого круга задач в различных отраслях экономики, включая градостроительство, землеустройство, кадастровую деятельность, транспортное строительство, геологию и сельское хозяйство. Актуальная и достоверная информация о местности - ключевой элемент для эффективного управления территориями и их устойчивого развития.

Традиционные методы создания карт крупного масштаба, основанные на наземных геодезических измерениях или аэрофотосъемке с пилотируемых летательных аппаратов, являются трудоемкими, дорогостоящими и требуют значительных временных затрат. Особенно остро эта проблема стоит для удаленных и труднодоступных территорий со слабо развитой транспортной инфраструктурой, где проведение полевых работ сопряжено с серьезными логистическими трудностями. В последние годы бурное развитие получила технология использования беспилотных летательных аппаратов для аэрофотосъемки. БПЛА представляют собой высокотехнологичную и наукоемкую область, которая становится одним из наиболее перспективных направлений развития геодезии и картографии [3].

Использование дронов позволяет существенно снизить затраты на сбор пространственных данных, сократить сроки выполнения работ и получать информацию с высокой пространственной детальностью. В данной статье обобщается опыт создания карты местности по аэрофотоснимкам, полученным с помощью БПЛА.

Рассматриваются все этапы работ - от подготовки к полету до формирования итогового картографического материала, анализируются преимущества и ограничения метода, а также даются практические рекомендации.

Основные этапы создания карты по аэрофотоснимкам БПЛА процесс создания картографического материала с использованием БПЛА включает несколько последовательных этапов, каждый из которых оказывает влияние на качество и точность конечного продукта.

1. Подготовительный этап. На начальном этапе определяется участок работ, изучаются имеющиеся картографические материалы и данные о пунктах геодезической сети. Для обеспечения пространственной привязки создаваемого ортофотоплана необходимо располагать координатами опорных точек в требуемой системе координат. В зависимости от площади и характера территории выбирается тип БПЛА. Для съемки небольших участков чаще применяются мультироторные аппараты, для больших территорий - самолетные БПЛА, которые обладают большей продолжительностью полета и способны покрывать значительные площади за один вылет. На этом этапе также разрабатывается полетное задание: определяются границы съемки, высота полета, продольное и поперечное перекрытие между снимками. Данные параметры устанавливаются в зависимости от требуемого разрешения конечного ортофотоплана и характеристик используемой камеры.

2. Полевые работы (аэрофотосъемка). Непосредственная съемка местности выполняется с помощью БПЛА, оснащенного цифровой камерой. Полет осуществляется по заранее спланированному маршруту в автоматическом режиме. Важным условием получения качественного материала является обеспечение необходимого перекрытия между смежными снимками - как правило, продольное перекрытие составляет 70–80 %, поперечное - 60–70 %. Это необходимо для надежного связывания изображений при фотограмметрической обработке. Для повышения точности геопривязки получаемых данных рекомендуется использовать опорные точки, координаты которых определяются с помощью ГНСС-приемников. Это позволяет связать создаваемый ортофотоплан с местной системой координат. При выполнении съемки также фиксируются данные бортового ГНСС-приемника БПЛА, которые используются для начальной ориентации снимков.

3. Фотограмметрическая обработка. Полученные аэрофотоснимки импортируются в специализированное программное обеспечение для

фотограмметрической обработки, например, Agisoft Metashape Professional [7]. Процесс обработки включает несколько ключевых шагов:

- Выравнивание снимков. На основе общих точек на перекрывающихся снимках программа определяет положение и ориентацию камеры для каждого кадра, создавая таким образом структуру проекта [1].
- Построение плотного облака точек. На этом этапе алгоритмы фотограмметрии находят множество соответствующих точек на перекрывающихся снимках и строят плотное облако точек, представляющее трехмерную структуру местности.
- Создание цифровой модели местности (ЦММ). По плотному облаку точек строится цифровая модель рельефа и поверхности. ЦММ описывает высотное положение объектов и используется для устранения искажений на конечном изображении.
- Построение ортофотоплана. На основе выровненных снимков и ЦММ формируется ортофотоплан - фотографическое изображение местности, приведенное к единому масштабу и с устраненными перспективными искажениями. Ортофотоплан обладает точными геометрическими свойствами, что позволяет производить по нему измерения. Итогом обработки является ортофотоплан заданного участка местности с привязкой к местной системе координат, который может служить основой для создания различных видов карт и планов.

Преимущества и ограничения применения БПЛА для картографирования практический опыт использования БПЛА для создания картографического материала позволяет выделить ряд преимуществ данной технологии [4-6]:

- Высокая детальность данных: возможность получения снимков с пространственным разрешением до нескольких сантиметров на пиксель;
- Оперативность: выполнение съемки и получение готового материала в сжатые сроки по сравнению с традиционными методами;

- Доступность: возможность проведения работ на труднодоступных и удаленных территориях без необходимости использования дорогостоящей пилотируемой авиации;
- Экономическая эффективность: снижение затрат на организацию и проведение полевых работ, уменьшение количества задействованного персонала;
- Автоматизация: планирование полета и обработка данных могут выполняться с высокой степенью автоматизации.

Вместе с тем, существуют факторы, ограничивающие применение БПЛА:

- Зависимость от погодных условий: сильный ветер, осадки и туман делают невозможным проведение безопасной съемки.
- Нормативные ограничения: использование воздушного пространства регулируется законодательством, что требует получения разрешений и регистрации БПЛА.
- Ограниченная продолжительность полета: время работы мультироторных аппаратов ограничено емкостью аккумуляторов.
- Необходимость профессиональной подготовки: для качественного выполнения работ требуется обученный персонал как для управления БПЛА, так и для обработки полученных данных.

Проведенная работа показала, что использование аэрофотоснимков с БПЛА является эффективным и высокопроизводительным методом создания картографического материала для локальных территорий. Предложенная последовательность действий - от планирования полетного задания до фотограмметрической обработки снимков - позволяет в короткие сроки получать актуальные ортофотопланы крупного масштаба, пригодные для использования в различных целях, включая кадастровые, градостроительные и землеустроительные задачи. Развитие технологий беспилотной авиации и совершенствование методов фотограмметрической обработки открывают новые перспективы для более широкого внедрения БПЛА в практику геодезических и картографических работ, особенно в условиях ограниченной

инфраструктуры и сложных климатических условий, характерных для Республики Саха (Якутия).

Литература

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.
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.
3. Притуло, А. И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитонов, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54.
4. Трухина Н. И. Совершенствование мониторинга объектов недвижимости в системе земельно-имущественного комплекса / Н. И. Трухина, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2021. - Т. 18. - № 9. - С. 24-29.
5. Хубаев, А. О. Повышение эффективности производства геодезических работ с применением беспилотных летательных аппаратов / А. О. Хубаев, Н. В. Макаев, Н. В. Шевченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 412-418. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-2-412-413. – EDN UIGYFO.
6. Использование беспилотных летательных аппаратов для картографирования народнохозяйственных объектов / С. В. Шайтура, Н. С. Шайтура, В. С. Самороков [и др.] // Отходы и ресурсы. – 2025. – Т. 12, № 4. – DOI 10.15862/11NZOR425. – EDN FBENSW.

7. Agisoft Metashape Professional. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metashape.ru/docs/> (дата обращения: 15.08.2026)

References

1. Chibunichev, A. G. Issledovanie vozmozhnosti sovmestnoj fotogrammetricheskoj obrabotki raznovremenny`x ae`rosvimkov / A. G. Chibunichev, A. A. Kobzev // Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Geodeziya i ae`rofotos`emka. – 2021. – T. 65, № 3. – S. 292-301. – DOI 10.30533/0536-101X-2021-65-3-292-301.
2. Gordienko, A. S. Issledovanie svobodnogo programmno obeshcheniya dlya fotogrammetricheskoj obrabotki ae`rosvimkov / A. S. Gordienko // Intere`kspo Geo-Sibir`. – 2024. – T. 4, № 1. – S. 64-68. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-4-1-64-68.
3. 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.
4. Truxina N. I. Sovershenstvovanie monitoringa ob`ektov nedvizhimosti v sisteme zemel`no-imushhestvennogo kompleksa / N. I. Truxina, Yu. G. Truxin, G. A. Kalabuxov // FE`S: Finansy`. E`konomika. Strategiya. - 2021. - T. 18. - № 9. - S. 24-29.
5. Xubaev, A. O. Povy`shenie e`ffektivnosti proizvodstva geodezicheskix rabot s primeneniem bespilotny`x letatel`ny`x apparatov / A. O. Xubaev, N. V. Makaev, N. V. Shevchenko // Izvestiya Tul`skogo gosudarstvennogo universiteta. Texnicheskie nauki. – 2024. – № 2. – S. 412-418. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-2-412-413. – EDN UIGYFO.
6. Ispol`zovanie bespilotny`x letatel`ny`x apparatov dlya kartografirovaniya narodnohozyajstvenny`x ob`ektov / S. V. Shajtura, N. S. Shajtura, V. S. Samorokov [i dr.] // Otxody` i resursy`. – 2025. – T. 12, № 4. – DOI 10.15862/11NZOR425. – EDN FBENSW.
7. Agisoft Metashape Professional. Rukovodstvo pol`zovatelya [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa: <https://metashape.ru/docs/> (data obrashheniya: 15.08.2026)

© Далбараев А.С., 2026. International agricultural journal, 2026, № 5, 150-157.