

Применение малых беспилотных воздушных судов для решения задач геодезии и кадастра

А. Ю. Чермошенцев^{1}*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: fdz2004@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается методика применения малых беспилотных воздушных судов при решении задач геодезии и кадастра на относительно небольших объектах. Приводятся преимущества аппаратов малого класса. Рассмотрены особенности планирования съемки с помощью современного кросс-платформенного программного обеспечения. Выполнены экспериментальные работы на двух объектах разной площади, проведена оценка точности создания ортофотопланов.

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно, планирование аэрофотосъемки, точность

The use of small unmanned aerial vehicles for solving tasks of geodesy and cadastre

A. Yu. Chermoshentsev^{1}*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: fdz2004@bk.ru

Abstract. The article discusses the methodology for the use of small unmanned aircraft in solving the problems of geodesy and cadastre on relatively small objects. The advantages of small-class devices are given. The features of shooting planning with the help of modern cross-platform software are considered. Experimental work was carried out on two objects of different areas, an assessment was made of the accuracy of creating orthophoto.

Keywords: unmanned aerial vehicle, mission planning, accuracy

Введение

Современные беспилотные авиационные системы представляют собой аппаратно-программный комплекс, состоящий из непосредственно беспилотного воздушного судна, наземной станции управления и специализированного программного обеспечения для планирования и выполнения полета [1]. В последнее время достижения отечественных и в основном зарубежных производителей позволили применять в качестве летательных аппаратов те из них, которые относятся к классу малых аппаратов, взлетная масса которых не превышает 250 г, с которыми до недавнего времени были связаны послабления регистрации и ограничения полетов в определенных зонах [2]. Такими характеристиками обладают, в частности, летательные аппараты серии Mini компании DJI. Обладающие такими преимуществами, как компактность, простота управления, постоянное значение фокусного расстояния.

Целью данной работы является оценка изобразительных и измерительных свойств материалов, полученных с помощью данного аппарата. Существуют комплекты дополнительного спутникового геодезического оборудования, позволяющего определять координаты точек фотографирования с высокой точностью [3]. Однако стоимость данных комплектующих значительно превышает стоимость самого летательного аппарата. В связи с этим существует потребность исследования возможности применения данных летательных аппаратов для целей геодезии и кадастра с помощью классической фотограмметрической обработки путем построения модели местности по условию компланарности и последующего внешнего ориентирования по координатам опорных точек [4, 5].

Методы и материалы

В рамках экспериментальных исследований выполнены аэрофотосъемочные работы на двух объектах: золоотвал ГРЭС г. Томска (объект 1) и территория частного сектора Ленинского района г. Новосибирска (объект 2).

В первом случае задача заключалась в определении планового положения береговой линии (обводненной поверхности), во втором случае – оценка точности определения границ земельных участков и объектов капитального строительства.

Планирование съемки осуществлялось с помощью программного обеспечения Drone Harmony [6], основным преимуществом которого является интеграция веб-версии и мобильного приложения, что позволяет заранее подбирать оптимальные параметры съемки с учетом размеров снимаемого участка и возможной продолжительности полета.

В таблице 1 приведены параметры аэрофотосъемки, используемые для планирования.

Таблица 1

Параметры аэрофотосъемки

Параметры аэрофотосъемки	Объект 1	Объект 2
Высота полета, м	125	70
Пространственное разрешение, см/пиксель	4,5	2,5
Продольное перекрытие, %	70	70
Поперечное перекрытие, %	70	70
Продолжительность полета, минут	35	3
Протяженность маршрутов, км	10	0,7
Количество снимков	177	12

Планирование выполнено в режиме площадной съемки, причем для второго объекта выполнялась съемка взаимно-перпендикулярными маршрутами для обеспечения полного отображения объектов недвижимости и исключения «мертвых зон» [7], как показано на рис. 1.

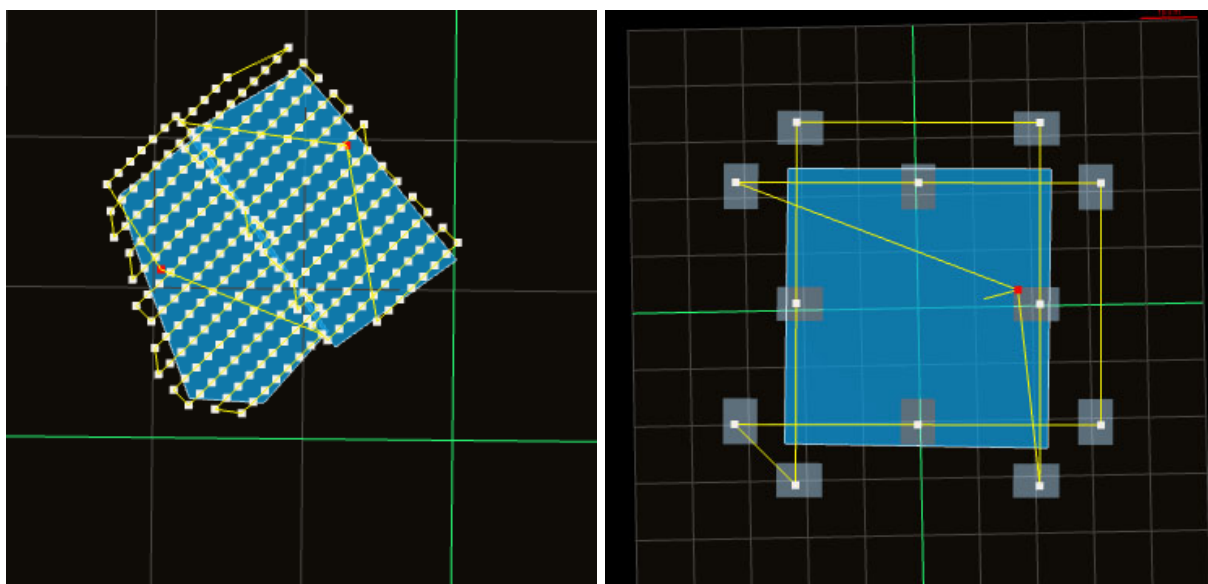


Рис. 1. Планирование маршрутов

Выполнение съемки осуществлялось в автоматическом режиме с визуальным контролем. Для объекта 1 съемка выполнена в два залета с противоположных берегов.

Результаты

Обработка материалов аэрофотосъемки выполнена в программном продукте Agisoft Metashape 1.8.2 [8]. В первом эксперименте в качестве опорных точек использованы координаты характерных точек, полученные по материалам топографической съемки 2021 года. Во втором эксперименте использованы марки, координаты которых определены с помощью спутникового геодезического оборудования от постоянно-действующей базовой станции. В таблице 2 показаны результаты оценки точности.

Таблица 2

Оценка точности

Название объекта	Назначение точек	СКО XY, м	СКО Z, м
Объект 1	Опорные	0,054	0,050
	Контрольные	0,102	0,142
Объект 2	Опорные	0,039	0,020
	Контрольные	0,022	0,078

Материалы обработки объекта 1 использованы для уточнения планового положения обводненной поверхности в программном продукте AutoCAD. На рис. 2 показан результат совмещения созданного ортофотоплана с топографическим планом местности 2021 года.

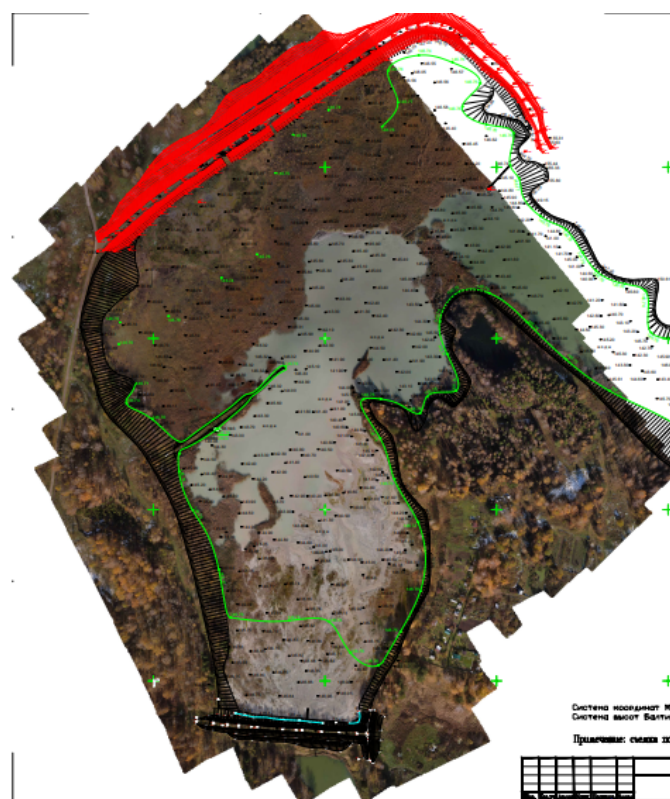


Рис. 2. Ортофотоплан

В результате обработки материалов объекта 2 создан ортофотоплан, а также «плотное облако» точек (рис. 3).

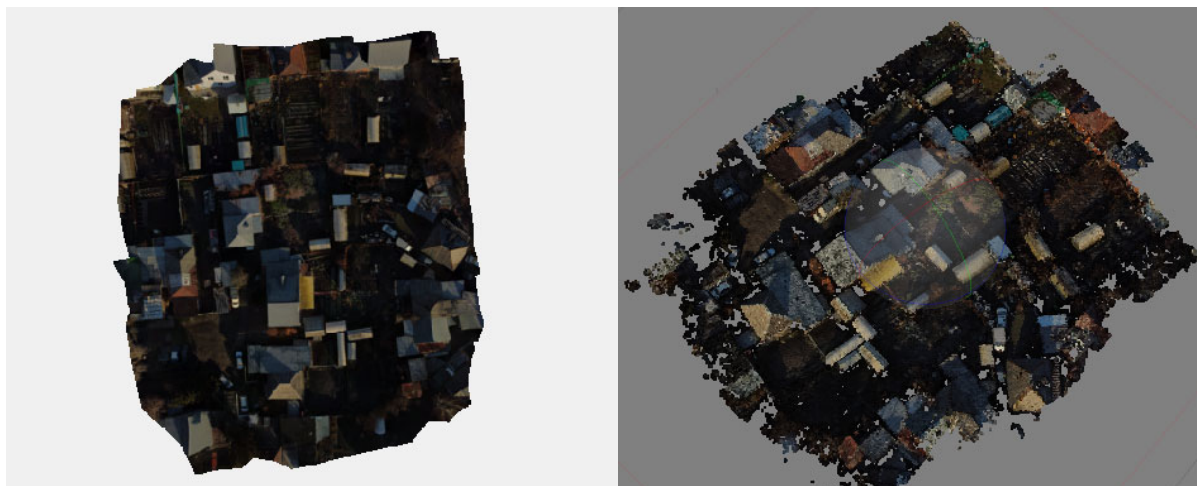


Рис. 3. Ортофотоплан и плотное облако, полученные в результате обработки объекта 2

Возможности трехмерной модели местности значительно превосходят ортофотоплан по точности измерений застроенной территории. Кроме того, фор-

мирование стереомоделей по ориентированным является основным способом получения пространственных данных для решения задач кадастровой и градостроительной деятельности.

Обсуждение

Результаты обработки объекта 1 позволяют сделать вывод о том, что изобразительное качество и точность созданного ортофотоплана позволили уточнить границы обводненной поверхности золоотвала. Ввиду труднодоступности территории, материалы аэрофотосъемки являются наиболее оптимальным способом решения поставленной задачи. Полученный в ходе обработки объекта 2 ортофотоплан позволяет определить координаты характерных точек границ земельного участка, а созданное «плотное облако» точек за счет перекрестного построения маршрутов позволяет определять положение объектов недвижимости по их основанию.

Заключение

Применение малых беспилотных воздушных судов для целей геодезии и кадастра является оправданным для относительно небольших площадей (до 0,5 км²), что позволяет обойтись без использования точных координат точек фотографирования. Достижимая точность соответствует требованиям инструкций по созданию топографических планов масштаба 1:500, а также точности определения координат характерных точек границ объектов недвижимости [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов, А. А. Основные понятия и классификация беспилотных авиационных систем / А. А. Антонов, В. А. Зазулин, П. Е. Иваненко // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2021. – № 1. – С. 65-71. – DOI 10.33764/2687-041X-2021-1-65-71. – EDN UIWCYU.
2. Постановление Правительства РФ от 25.05.2019 N 658 «Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 19.03.2022 N 415. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Геодезический квадрокоптер TOPODRONE DJI Mavic Mini PPK – самый доступный инструмент для кадастровой и топографической аэрофотосъемки [Электронный ресурс]. – URL: <https://topodrone.ru/blog/1178/> (дата обращения: 19.11.2022).
4. Антонов, А. А. Применение беспилотных авиационных систем в кадастровой деятельности / А. А. Антонов, Д. В. Гоголев, В. А. Зазулин // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2021. – № 1. – С. 50-57. – DOI 10.33764/2687-041X-2021-1-50-57. – EDN QOBWD.
5. Басова, И. А. Практика использования беспилотных летательных аппаратов при производстве топографических съемок / И. А. Басова, П. В. Анисимов // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2021. – № 1. – С. 94-99. – DOI 10.33764/2687-041X-2021-1-94-99. – EDN UVNYGK.

6 Drone Harmony [Электронный ресурс]. – URL: <https://app.droneharmony.com/> (дата обращения: 19.11.2022).

7. ГОСТ Р 59328-2021. Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования. М., 2022. 45 с. (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии).

8. Дедкова, В. В. Современные программные продукты для обработки материалов аэро-съемок с беспилотных авиационных систем / В. В. Дедкова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2018. – Т. 1. – № 4. – С. 25-31.

9. Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения: приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 № 90 [Электронный ресурс]. - Доступ из справ.- правовой системы «КонсультантПлюс».

© А. Ю. Чермошенцев, 2023