

ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

Анискевич А.С., Бавбель Е.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент

Аннотация. Выполнен анализ современного состояния проблемы проведения аэрофото- съемки с применением беспилотных летательных аппаратов. Показаны проблемы, с кото- рыми возможно столкнуться при проведении аэрофото-съемки с борта БПЛА и методы их решения. Отмечены основные шаги по обработке снимков полученных с БПЛА для получе- ния хороших плоскостных и объемных изображений.

Ключевые слова. Электронная система, БПЛА, беспилотный летательный аппарат, ЦФС, аэрофото-съемка, цифровые фотограмметрические системы, безопасность полета, съемка с борта беспилотного летательного аппарата.

Введение. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) уже давно перестали решать исключительно военные задачи, для которых были разработаны изначально. Множество подключаемых модулей и вариантов исполнения самих БПЛА позволяет качественно решать широкий спектр задач таких как доставка грузов, поиск людей и объектов на большой мест- ности, аэрофото-съемка, составление карт местности, работа в опасных местах с нефтепрово- дами и линиями электропередач и другие.

Для большинства из представленных задач необходимо проводить аэрофото-съемку, при которой может возникнуть ряд проблем [1–6].

Основная часть. С развитием техники высококачественное съемочное оборудование для решения прикладных задач стало возможным устанавливать на БПЛА. Часто на БПЛА используют бытовые камеры. Использование таких камер имеет свои преимущества и недо- статки.

К преимуществам можно отнести: невысокую стоимость, легкость замены при не- удачном приземлении и относительную простоту использования.

Основным недостатком является то, что бытовые камеры изначально не откалиброва- ны [7], неизвестны их точные фокусные расстояния, главная точка, дисторсия. Следует по- нимать, что нелинейные искажения оптики (дисторсия), допустимые при бытовой съемке, могут составлять до нескольких десятков пикселей, что на порядок снижает точность резуль- татов обработки.

Одним из решений данной проблемы может стать установка на такие камеры объек- тивов с фиксированным фокусным расстоянием. При съемке также следует выставлять фо- кусировку на бесконечность и отключить функцию «автофокуса».

К следующему недостатку, как любительских, так и профессиональных камер, можно отнести то, что их снимки имеют прямоугольную форму. Для использования этого качества в свою пользу стоит располагать камеру так, чтобы длинная сторона снимка была поперек по- лета – это позволяет снимать большую площадь при той же длине маршрута.

Для того, чтобы получить качественную картографическую информацию и построить модель местности, необходимо провести съемку территории с перекрытием, т.е. снимать участок земли так часто, чтобы последующий снимок как-бы «перекрывал» предыдущий. Съемка с борта БПЛА производится с увеличенными перекрытиями. Перекрытия между со- седними снимками одного маршрута, которые называются продольными, имеют свою спе- цифику. Если речь идет о создании объемных изображений, то стоит уточнить: как слишком малые, так и слишком большие перекрытия снимков для задач построения 3D моделей тер-

ритории не пригодны. Для получения объемного изображения в теории достаточно иметь продольное перекрытие в 50%. Однако из-за краевых эффектов и искажения изображений продольное перекрытие несколько увеличивают. Однако большие перекрытия также недопустимы, так как это резко снижает объемность изображения, и, как следствие, ухудшают качество построения 3D моделей. При почти 100% перекрытии получаются два одинаковых снимка, у которых нет стереоскопического эффекта и это является не допустимым. Перекрытия между соседними снимками в равнинных условиях съемки должны находиться в пределах 55-70%. В горных условиях и при наличии существенных перепадов в рельефе местности перекрытие можно значительно увеличить вплоть до 80-90% без потери качества построения 3D модели местности. Нестабильность полета летательного аппарата иногда может привести к очень большим перекрытиям между соседними снимками, что вызывает сложности в стандартных фотограмметрических пакетах.

Обработка аэрофотосъемки с БПЛА в цифровых фотограмметрических системах (ЦФС) отчасти близка обработке аэрофотосъемки с «больших самолетов». Однако особенности данных с борта БПЛА часто не позволяют использовать автоматические процедуры стандартных пакетов – часть операций (например, расстановку связующих точек) приходится производить в ручном режиме.

Как и при обработке других данных, сначала в ЦФС создается проект, в него вводятся снимки и телеметрическая информация, полученная при вылете. На основании данных о центрах проекции и углах производится создание накидного монтажа, разбивка по маршрутам.

Для уточнения накидного монтажа в некоторых программных продуктах используется, так называемый, «автоматический накидной монтаж», который уточняет взаимное расположение снимков.

Разные углы и высоты съемки соседних кадров приводят к увеличению области поиска связующих точек и увеличению числа грубых ошибок по сравнению со стандартными аэрозалетами. После создания уточненного накидного монтажа выполняется процедура автоматического измерения связующих точек. На первых проходах накидной монтаж опять уточняется и на следующих проходах производится доизмерение связующих точек. Несколько проходов необходимы в случае, когда телеметрическая информация не содержит всех углов ориентирования, или углы известны с точностью 10-30 градусов. Если же телеметрическая информация содержит угловые элементы ориентирования с точностью в несколько единиц градуса, то достаточно и одного прохода – надежность автоматических измерений в этом случае повышается.

Состояние атмосферы определяет условия и результаты съемки. Физическое состояние атмосферы характеризуют ее прозрачность и рефракции лучей в ней, температура воздуха, атмосферное давление, влажность воздуха, облачность, перемещение воздушных масс. Наибольшее влияние на результативность съемки в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра оказывают степень прозрачности атмосферы, освещенность и облачность. Аэросъемки обычно выполняют в яркие, солнечные, безоблачные дни. Перистые и перисто-слоистые облака им не препятствуют. При проведении съемки следует выбирать направление запад-восток. Это требование обусловлено, в частности, исключением паразитного влияния солнечного света.

Аэрофотосъемка возможна и при высокой сплошной облачности, расположенной выше БПЛА, выполняющего съемку. Высокая сплошная облачность позволяет получать бестеневые аэрофотоснимки со смягченными тонами теней, в результате чего полог лесных насаждений просматривается глубже, лучше видны его затененные части.

Для целей дешифрования лесной растительности, важное значение имеет влияние высоты Солнца в момент проведения съемки: чем оно выше, тем контрастнее выделяется соотношение между освещенными и затененными сторонами кроны в пологе насаждений. Также более отчетливо отбрасываются тени.

Обычно съемку начинают не ранее чем через 2 ч после восхода Солнца и заканчивают за 3 часа до его захода. В большинстве случаев аэрофотосъемочное время дня ограничивается тремя-четырьмя часами, поскольку после 9-10 ч, особенно в лесных районах, появляется кучевая облачность, достигающая наибольшего развития к 13-15 ч.

Прямым ограничением проведения съемок является наличие сильного дождя, снега, грозовых явлений, либо резких порывов ветра с горизонтальной скоростью более 10-15 м/с и вертикальными порывами более 3 м/с [2].

Также не следует забывать о требованиях законодательства и не производить полеты в закрытой зоне. Кроме того, улучшить качество снимков возможно благодаря пролету участка несколькими БПЛА одновременно либо по очереди. Однако для управления большим числом БПЛА необходимо использовать специальные алгоритмы [4].

Заключение. Решение проблем проведения аэрокосмической съемки с применением БПЛА требует: калибровки съемочного оборудования, применение правильных настроек в цифровых фотограмметрических системах, проектировать съемку с правильным перекрытием и в надлежащих погодных условиях. Проводить съемку в правильное время дня.

Список литературы.

1. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 2) [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://tacurs.ru/press-center/articles/bespilotnye-letatelnye-apparaty/UAV-for-mapping-2>

2. Особенности промышленной аэрофотосъемки [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/347344/>

3. Security-news [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://security-news.today/ispolzovanie-dronov-dlya-videonablyudeniya-stanovitsya-povsednevnoj-realnostyu/>

4. Муслимов, Т.З. Алгоритмы управления строем автономных беспилотных летательных аппаратов самолетного типа с помощью метода векторного поля / Т.З. Муслимов // Системы управления, связи и безопасности. – 2019. – № 4. – С. 187-214.

5. Аллилуева, Н. Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов / Н. Аллилуева // Журнал ТЗ – 2015. – №6 // [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=1348&uid2=1474&uid3=1479>

6. Сферы применения беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://pioneer-doc.readthedocs.io/ru/master/database/base-module/sphere/sphere.html#id1>

7. Чибуничев, А.Г. Калибровка цифровых фотокамер / А.Г. Чибуничев, А.П. Михайлов, А.В. Говоров // Вторая научно-практическая конференция РОФДЗ. Тезисы докладов. – М.: 2001. – С. 38-39.

UDC 623.746.-519

PROBLEMS OF CONDUCTING AERIAL PHOTOGRAPHY USING UAV

Aniskevich A.S., Bavbel E.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexeev V.F. – PhD of technical sciences

Annotation. The analysis of the current state of the problem of aerial photography with the use of unmanned aerial vehicles. The problems that may be encountered during aerial photography from the UAV and methods of their solution are shown. The main steps for processing images obtained from UAVs for obtaining good planar and volumetric images are noted.

Keywords. Electronic system, UAV, unmanned aerial vehicle, DFS, aerial photography, digital photogrammetric systems, flight safety, shooting from an unmanned aerial vehicle.