

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ПО СРЕДСТВАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БПЛА

Куцаева О.А., Ершевич А.Ю.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация

Представлены результаты 3D-моделирования, полученные по материалам аэрофотосъемки с использованием БПЛА DJI Phantom 4 Advanced.

Несмотря на быстрое развитие методов дистанционного зондирования с космических аппаратов, аэрофотосъемка остается одним из основных способов создания и обновления крупномасштабных карт и планов. Наряду с традиционными методами аэрофотосъемки все более востребованной становится съемка с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Получаемые в результате беспилотной аэрофотосъемки цифровые ортофотопланы с наполнением векторными данными и привязкой к внешним базам данных используются как конечный продукт в геоинформационных системах (ГИС), так и как плановая основа для создания цифровых топографических планов и карт.

Создание трехмерных изображений и графики при помощи компьютерных программ, позволяет создавать очень реалистичные модели. В наше время трехмерные технологии распространены и востребованы в самых разных областях деятельности человека. Раньше фотограмметрические методы использовались только для составления топографических планов, создания карт и т.д., но с появлением цифровых технологий этот список расширился. Так же стало возможно построение 3D-моделей по аэрофотоснимкам, так же этот вид работ стал доступен с появлением на рынке недорогих беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Объектом исследования стала территория населенного пункта Рагозы Молодечненского района Минской области. Площадь съемки составляет 7,94 га. Местность представлена несколькими улицами и домами, имеет большое количество открытых участков, небольшое количество растительности, неплотную застройку. Съемку выполняли с использованием БПЛА DJI Phantom 4 Advanced.

В техническом плане процесс аэрофотосъемки с использованием БПЛА состоит из трех этапов: подготовительного, полевого, и камерального.

Подготовительный этап включает следующие виды работ: изучение имеющихся материалов; сбор требований к материалам, которые нужно получить по результатам съемки.

Подготовительные работы начинали с определения границ съемки и составления полетного маршрута в программном обеспечении Drone Deploy, в котором был создан проект, выбрано местоположения объекта и границы съемки. Высота полета для авиамodelей ограничена законодательством Республики Беларусь и составляет 100 метров. Из практического опыта установлено, что прогнозное время полёта зависит не только от заряда батареи, но и от ветра и количества поворотных точек. Для маршрутного задания были установлены следующие настройки: продольное перекрытие – 85%; поперечное перекрытие – 80%; скорость БПЛА – 10 м/с; высота полета 30 и 50 метров (2 маршрута). Ориентировочное время полета составляет 18 минут 57 секунд, площадь контура составляет 7,94 га, будет использовано 2 батареи.

По прибытии на стартовую площадку произвели уточнение положения стартовой площадки, задание точки возвращения и ввод данных о скорости и направлении ветра на рабочей высоте. В автоматическом режиме выполнили уточнение плана полета и повторную проверку его выполнимости.

Для обеспечения безопасности полетов выбрана настройка обнаружения препятствий, а для создания четких снимков – ручная настройка экспозиции и фокуса. Сделав 2 облета автоматически, было получено 397 снимков.

С помощью GNSS оборудования, в частности Trimble R8s, были получены координаты 14 точек, в режиме RTK. Точки были равномерно размещены по территории объекта. Семь точек были взяты как опорные и закреплены красной краской на контрастном красном цвету местах, в основном это был газон на открытых участках местности. Остальные 7 точек, были взяты как контрольные и в основе своей представляют углы зданий и заборов.

Обработку материалов и построение 3D-модели выполнялось в программе ContextCapture Center. На первоначальном этапе загрузили снимки. Программа определяет и считывает метаданные с снимков, такие как координаты центров каждого снимка, дата, размер, так же в свойствах снимка автоматически, при его создании, прописывается информация о характеристиках камеры на которую эти снимки были сделаны.

Далее создавали блок аэротриангуляции для построения облака точек, где программа в автоматическом режиме связала снимки по характерным точкам в зонах перекрытий и построила плотное облако точек.

После завершения аэотриангуляции и извлечения плотного облака точек, на снимки нанесли опорные точки для привязки модели к местности. Всего было нанесено 7 опорных точек, равномерно расставленных по территории объекта. Так же были определены координаты 7 контрольных точек для последующей оценки точности модели. После нанесения контрольных точек, запустили процесс аэотриангуляции и создания облака точек, после чего можно было рассмотреть объект моделирования в соответствующем пункте 3D view.

Далее создали реконструкцию, где выбираются границы и параметры построения модели. Так же модель разделили на тайлы для облегчения нагрузки на систему.

После выполнения всех вышеперечисленных действий, приступали к построению 3D-модели по облаку точек в установленных параметрах и границах. Так же выбрали параметры построения связанные с форматом выходного файла и его качеством.

Время построения модели, напрямую зависит от мощностей персонального компьютера. Данное построение заняло 15 часов практически без участия оператора. Основная работа оператора заключалась в загрузке снимков и нанесении опорных и контрольных точек.

По результатам проделанной работы, был получен отчет, где приведены данные о съемке и результатах обработки.

Были получены данные об ошибках репроецирования для точек связи, где отображаются все точки привязки и их цвета представляют ошибку репроецирования в пикселях. Минимальная ошибка составила 0,0 пикселя, максимальная 1,91 пикселя, а средняя 0,61 пикселя. Значения приведены в метрах на пиксель, с минимальным разрешением 0,0083 метра на пиксель, максимальным 0,0381 метра на пиксель, и средним 0,0144 метра на пиксель.

В итоге были получены данные о положениях и ошибок контрольных точек. Данные представлены в виде общих среднеквадратических и средних ошибок контрольных точек: имя точки, категория (плановая, высотная, планово-высотная), точность, количество откалиброванных фотографий. Среднеквадратическая ошибка репроецирования и средняя медианная ошибка в пикселях составила 0,02 и 0,01 соответственно. Эти же ошибки, но для расстояний до проекционных лучей 0,0002 и 0,0002 метра. Таким образом, планово-высотная ошибка созданной модели по контрольным точкам составила 0,0006 и 0,0004 метра, плановая ошибка 0,0002 и 0,0002 метров, высотная ошибка 0,0006 и 0,0003 метра соответственно.

Таким образом, была получена 3D-модель местности на территорию населенного пункта Рогозы Молодечненского района в системе координат 1963 года и с высокой точностью построения. Данную модель в дальнейшем планируется использовать для топографо-геодезических изысканий.

В качестве предложений следует отметить, что обработка данных для построения 3D-моделей местности состоит из нескольких несложных операций, не требующих глобальных представлений о фотограмметрии, а полученные результаты могут быть использованы в различных сферах деятельности человека: анализ мостовых конструкций; проектирование зданий; проектирование инфраструктуры; строительство; водоснабжение и водоотведение; моделирование и визуализация; проектирование промышленных объектов; расчет строительных конструкций и других сферах деятельности человека.

Литература

1. Трехмерная фотограмметрия, или от фотографии к 3D-модели // Сапр – Дата доступа: 02.07.2019 – Режим доступа: <http://sapr.ru/article/25136> – Дата доступа: 02.02.2020.
2. ContextCapture Center [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bentley.com/ru/products/product-line/reality-modeling-software/contextcapture-center>. – Дата доступа: 06.03.2020.
3. DJI Phantom Series [Электронный ресурс] / DJI Store. – Режим доступа: store.dji.com. – Дата доступа: 28.03.2020.
4. Randall Newton. Bentley acquires Acute3D to extend Reality Modeling portfolio. [Электронный ресурс] // GraphicSpeak, 2015 (10.02.2015) – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17546 – Дата доступа: 15.03.2020
5. Steve Tietze. Generating 3D landscapes from Aerial Photos Part 2 [Электронный ресурс] // Ibareitall, 2015 (22.02.2015). – Режим доступа: <http://ibareitall.com/generating-3d-landscapes-from-aerial-photos-part-2> – Дата доступа: 15.03.2020.