

**ОСОБЕННОСТИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ АЭРОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
В RTK РЕЖИМЕ**

*В.В. ЯЛТЫХОВ, кандидат технических наук, доцент,
М.В. ВОЛОШИНА*

*(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Беларусь)*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) все шире используются в производственной деятельности при выполнении топографо-геодезических, кадастровых работ, инженерно-геодезических изысканий. При обработке данных с БПЛА выполняется весь комплекс фотограмметрических работ для получения ортофотоплана и цифровой модели рельефа (ЦМР). Как известно, в фотограмметрии определение элементов внешнего ориентирования можно выполнить следующими способами: используя координаты опознаков, используя показания специальных приборов, установленных на борту летательного аппарата.

Размещение и определение координат опознаков – зачастую наиболее трудоемкая, времязатратная полевая процедура при выполнении аэросъемки с использованием БПЛА [1]. Что касается специальных приборов для определения элементов внешнего ориентирования, то использование двухчастотных многосистемных ГНСС приемников с возможностью определения координат центров фотографирования в режиме RTK с точностью несколько сантиметров позволяет ускорить выполнение работ по съемке территорий, сохранив высокую точность картографирования, уменьшив при этом количество наземных опознаков [1, 2].

Целью данной работы является изучение возможности выполнения цифровой съемки с БПЛА в режиме RTK с минимально возможным количеством опознаков, соблюдая при этом требования к точности результатов обработки [3].

Для целей исследования выполнена съемка с БПЛА в RTK режиме участка местности площадью 0,17 км², высота съемки 70 м, пространственное разрешение 2 см. ГНСС методом определены координаты 14 замаркированных точек (опознаков), которые использовались в каждом из вариантов фототриангуляции в качестве исходных или контрольных точек. Результаты аэросъемки обрабатывались в программном продукте Agisoft Metashape Professional. Всего обработано 4 варианта проекта:

1. Обработка выполнена без использования данных RTK с 11 опорными точками и 3 контрольными точками;
2. Обработка с использованием данных RTK без опорных точек (14 контрольных точек);
3. Обработка с использованием данных RTK с 1 опорной точкой примерно в центре участка и 13 контрольных точек;
4. Обработка с использованием данных RTK с 3 равномерно расположенными по участку опорными точками и 11 контрольными точками.

Во всех 4 вариантах проекта применялась самокалибровка камеры.

Все четыре варианта показали практически равнозначные СКО в плановом положении по контрольным точкам, которые составили не более 4 см. Что касается СКО высотного положения по контрольным точкам, то варианты 1, 3, 4 показали схожие результаты, в которых СКО - в пределах 3 см. При этом СКО высотного положения по контрольным точкам для варианта 2 составила более 1 м.

Причина низкой точности высотного определения модели - в неверном определении фокусного расстояния при самокалибровке камеры. Как показывают результаты обработки в вариантах 3 и 4, использование даже одной опорной точки достаточно для надежного определения фокусного расстояния при самокалибровке камеры и соответственно позволяет уменьшить ошибку высотного положения фотограмметрической модели до нескольких сантиметров.

Возможность выполнения цифровой съемки с БПЛА, используя всего лишь одну опорную точку, позволяет значительно сократить время на размещение и измерение опорных точек, особенно для труднодоступных мест, сохранить при этом точность картографирования. Результаты исследования согласуются с результатами, представленными авторами [1,2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Forlani, G., Dall'Asta, E., Diotri, F., MorradiCella, U., Roncella, R., Santise, M. (2018). Quality Assessment of DSMs Produced from UAV Flights Georeferenced with On-Board RTK Positioning. *Remote Sensing*, 10, 311/
2. Taddia¹, Y., Stecchi, F., Pellegrinelli, A. (2019) Using DJI Phantom 4 RTK drone for topographic mapping of coastal areas. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Geospatial Week 2019, 10–14 June 2019, Enschede, The Netherlands XLII-2/W13*, 625-630.
3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ОНТА) 02-...03 Мн., БЕЛНИЦЗЕМ, 2003 – 78 с.