

## УДК 621.316

Майданюк С.Е., участковый маркшейдер (ООО СП «Барзасское товарищество»)

Чижиков А.М., участковый маркшейдер (ООО СП «Барзасское товарищество»)  
г. Березовский

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ АО «СТРОЙСЕРВИС»**

Для группы предприятий АО «Стройсервис» 2022 год был годом цифровой трансформации производства. Цифровизация горного производства осуществляется за счет создания единого центра управления, обеспечивающего диспетчеризацию и оптимизацию выполняемых работ с использованием автономных буровых станков, выемочного и транспортного оборудования, в том числе с дистанционным управлением при полном позиционировании персонала и каждого мобильного рабочего места. При этом решение текущих технических задач уже сегодня может быть достигнуто применением таких основных средств, как: радарный контроль устойчивости бортов, беспроводные системы передачи данных, прогнозная аналитика и оптимизация управления режимом горных работ, а также техническим обслуживанием и ремонтом техники, дроны для построения 3D-модели, оперативной маркшейдерской съемки.

В рамках цифровой трансформации Группы предприятий АО «Стройсервис» для более эффективного маркшейдерско-геодезического сопровождения горных работ были приобретены комплексы БВС. Для контроля точности измерений, полученных в результате аэрофотосъемочных работ были проведены исследования с целью определения средней квадратической погрешности аэрофотосъемочных работ с использованием БВС в реальных условиях производства, не всегда совпадающих с рекомендуемыми требованиями к выполнению топографической АФС.

Рекомендуемые условия для выполнения топографической аэрофотосъемки согласно ГОСТ Р 59328-2021:

- Аэрофотосъемка объекта должна выполняться при отсутствии облачности или при верхней облачности, если высота фотографирования меньше высоты нижней кромки облаков.
- Высота Солнца над горизонтом должна быть не менее 15°, если аэрофотосъемка выполняется при отсутствии облачности. В условиях съемки при сплошной высокой облачности высота Солнца

может быть менее  $15^\circ$ , если аэрофотокамера имеет компенсацию продольного сдвига изображения и используется гиropлатформа, или при условии использования значений выдержки, обеспечивающих допустимый сдвиг изображения.

- Аэрофотосъемку следует выполнять при отсутствии снежного покрова и предпочтительно в безлиственный период. АФС городов и прочих населённых пунктов рекомендуется выполнять в утренние часы, когда тени наиболее «прозрачны» при высоте Солнца над горизонтом не менее  $15^\circ$ . Допускается аэросъемка при сплошной верхней облачности при условии, что высота фотографирования меньше высоты нижней кромки облаков («под зонтом»).
- Аэрофотосъемка с использованием БВС выполняется строго с учетом ограничений по скорости ветра, приведенных в документации для данного типа БВС и обеспечивающих требуемое качество материалов АФС.
- Пропуски, возникшие в процессе аэрофотосъемки, а также пропуски, обусловленные наличием аэрофотоснимков с изображением облачности, должны быть обеспечены аэрофотоснимками, полученными той же аэрофотосъемочной системой в течение ближайших съемочных дней.

Для обеспечения Группы предприятий АО «Стройсервис» актуальной горно-графической документацией проводятся цикличные съемки в границах горных работ ежемесячно. В таком режиме работ приходится пренебрегать некоторыми рекомендациями ГОСТа Р 59328-2021, а именно:

- Если долгое время выпадают осадки без прояснения производится съемка в условиях полёта среди облаков, что накладывает на снимки эффект дымки, либо же участки полностью закрытые облаком.
- В зимние месяцы короткий световой день, если участки горных работ находятся на большом расстоянии друг от друга производится съемка с недостаточным освещением.
- Также бывают полёты во время умеренных осадков, которые накладывают на снимки эффект зернистости.
- Производится съемка при сильном ветре, если есть возможность спроектировать полётное задание с минимальным движением против направления ветра. В таком случае полет проходит с постоянным боковым ветром, за счет раскачки борта снимки могут быть смазанными не смотря на механический затвор камеры.

Для определения среднеквадратической погрешности съемки были измерены координаты двух контрольных точек, для чего использовались выборочные аэрофотосъемки за период 2020-2022 год. Контрольные точки

расположены на уровне земной поверхности, для замера их координат использовались съемки без снежного покрова. В рамках исследования рассматривались съемки выполненные БВС Геоскан-201, Суперкам-250.

На основе полученных данных была рассчитана СКП в плане и по высоте для каждой точки. Т.к. контрольные точки расположены в разных районах Кемеровской области и для привязки использовались разные опорные пункты была рассчитана средневзвешенная среднеквадратичная погрешность, которая составила 30,9 мм в плане и 35,9 мм по высоте.

Согласно ГОСТу Р 59328-2021 (приложение Б) для создания плана масштаба 1:2000 рекомендуемый размер пикселя на местности составляет 20 см/рх. В таком случае даже при полетах в условиях, отличающихся от идеальных среднеквадратичная погрешность не превышает одно пикселя ортофотоплана.

На основе полученных значений можно вычислить критическое значение погрешности. Согласно нормальному закону распределения случайных погрешностей значение, превышающее тройную погрешность является грубой ошибкой. Следовательно, при погрешности съемки превышающей 9,27 см в плане, либо 10,77 см по высоте съемку нельзя использовать в дальнейшей работе и следует произвести повторный полет.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 59328-2021. Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования. Дата введения 01.06.2021
2. Математическая обработка результатов измерений в маркшейдерии. Электронное учебное пособие / С.П. Бахаева, Т.Б. Рогова. – Кемерово, 2015
3. Комплекс для аэрофотосъемки «Геоскан 201». Руководство по эксплуатации, Санкт-Петербург, 2017
4. Беспилотная авиационная система с беспилотным воздушным судном «Суперкам SX350». Руководство по летной эксплуатации, Ижевск, 2021
5. Комплекс с БЛА самолетного типа Supercam S250. Руководство по эксплуатации, Ижевск, 2017
6. Phantom 4 Pro/Pro+. Руководство пользователя, 2017

Информация об авторах:

Майданюк Семен Евгеньевич, участковый маркшейдер, ООО СП «Барзасское товарищество, 652421, г. Березовский ул Н. Барзас, дом 1В, [maidanuk.se@barzas.stroyservis.com](mailto:maidanuk.se@barzas.stroyservis.com)

Чижиков Александр Михайлович, участковый маркшейдер, ООО СП «Барзасское товарищество, 652421, г. Березовский ул Н. Барзас, дом 1В, [a.chizhikov@stroyservis.com](mailto:a.chizhikov@stroyservis.com)