

УДК 621.316

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК СОЗДАНИЯ ТОПОПЛАНОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА

Потапов М.А., главный инженер (ООО «Кузбасспромэксперт»), старший преподаватель, научный сотрудник каф. МДиГ ГИ (КузГТУ),
Михайлова Т.В., к.т.н., доцент, зав. каф. МДиГ ГИ (КузГТУ)
г. Кемерово

При разработке карьера, нарушенные земли подлежат рекультивации по разработанному и согласованному проекту рекультивации нарушенных земель, разработанному в составе проектной документации на карьер. Согласование проектной документации (в том числе проекта рекультивации земель) осуществляется в установленном порядке.

Если проектная документация на карьер не включала в себя проект рекультивации земель, то при разработке проекта рекультивации нарушенных земель он будет подлежать согласованию в соответствующих инстанциях.

Пунктом 10 Правил проведения рекультивации и консервации земель утверждённых Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 июля 2018 г. № 800 [1] установлено, что проект рекультивации земель подготавливается в составе проектной документации на строительство, реконструкцию объекта капитального строительства, если такие строительство, реконструкция приведут к деградации земель и (или) снижению плодородия земель сельскохозяйственного назначения, или в виде отдельного документа в иных случаях.

Постановление [1] как и ГОСТ Р 59057-2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель» [2] не устанавливает отдельных специальных требований к средним квадратическим ошибкам пространственного положения объектов местности на топографических планах, лежащих в основе проектов рекультивации. Тогда, исходя из выше упомянутого п.10 [1], следует вывод о применении для таких планов только требований свода правил для инженерных изысканий для строительства СП 47.13330.2016 [3].

В рамках настоящей работы оцениваются две технологии создания планово-высотного обоснования цифровой аэрофотосъёмки (ЦАФС) с точки зрения получения координат опознаков.

Опознаки ЦАФС относятся к съёмочной сети и должны иметь в качестве исходных пунктов либо опорную сеть, либо сеть пунктов ГГС, согласно пп. 5.3.1 и 5.3.2 [3].

Согласно пункту 5.3.1.9 съёмочная сеть методом спутниковых геодезических определений создается сетевым методом в режиме статики и

быстрой статики, а также методом РТК при соблюдении требований руководства по эксплуатации к оборудованию и заявленных точностных характеристик.

В настоящей работе будут оценены два частично совпадающие плана, выполненные по результатам ЦАФС в 2022 и 2023 годах. Схема границ съёмки указаны на рисунке 1, а технические характеристики выполненных работ указаны в таблице 1. К сожалению, отсутствуют сведения о качестве фотограмметрического уравнивания, а именно остаточные ошибки на опознаках.

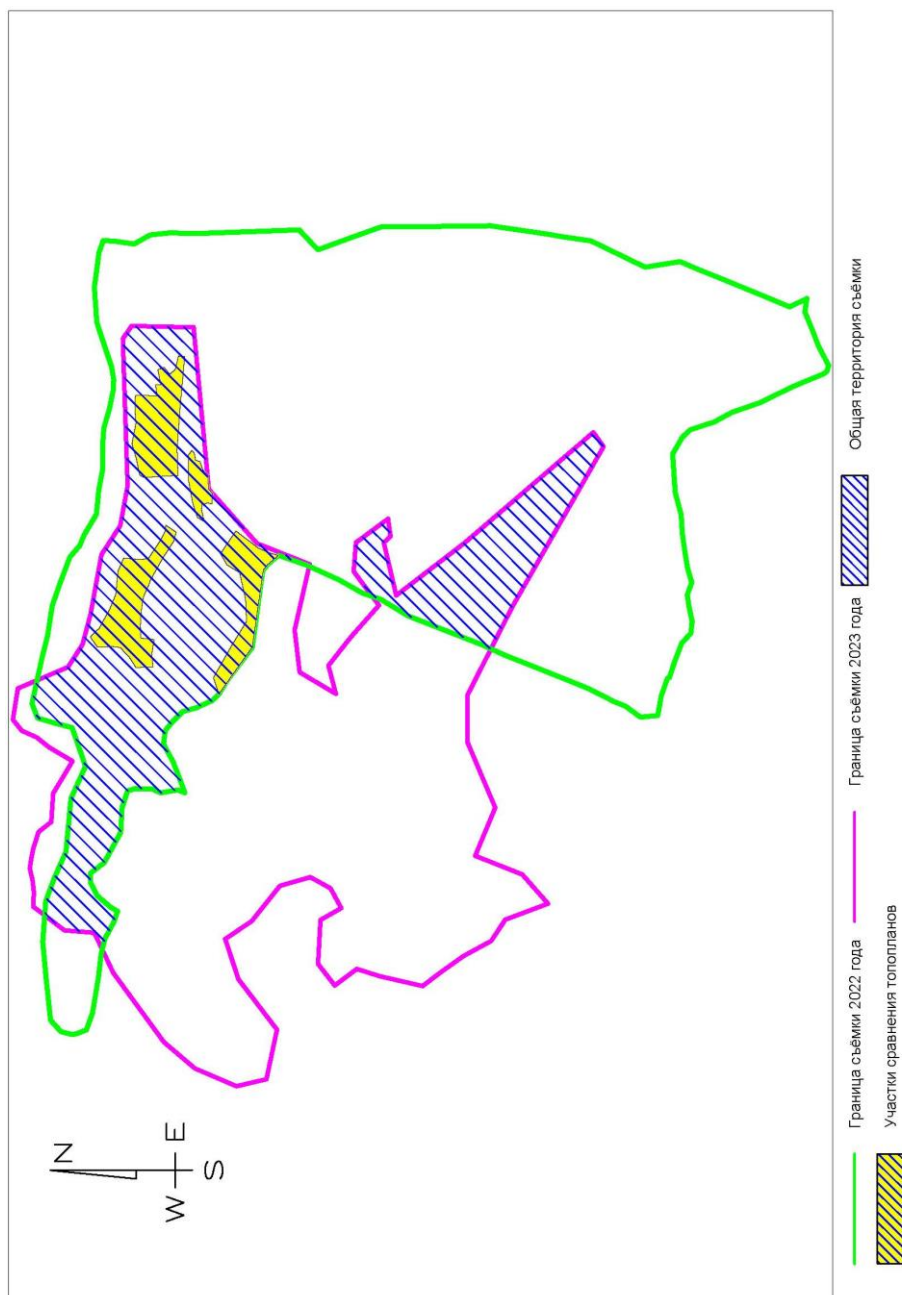


Рисунок 1. Схема расположения границ съёмок и участков сравнения топопланов

Как видно из рисунка выше, между съёмками есть общая часть площадью 64,4 га. Из-за активной работы по рекультивации нарушенной гор-

ными работами территории неизменными за период между съёмками осталось только 4 участка общей площадью 10,1 га

Таблица 1. Технические характеристики выполненных аэрофотосъёмочных работ

Показатель	Съёмка от 2022 года	Съёмка от 2023 года
Модель БПЛА	Геоскан 201	Геоскан 201
Фотокамера	SONY DSC-RX1RM2	SONY DSC-RX1RM2
Высота полёта, м	400	389
GSD, см/пиксель	6	5,33
Количество опознаков	13	8
Продольное перекрытие, %	70	70
Поперечное перекрытие, %	40	40
ПО для обработки ЦАФС	Metashape Professional	Metashape Professional

Согласно данным из таблицы 1 работы выполнялись одним и тем же типом БАС на базе БПЛА Геоскан 201, при схожих параметрах полёта, фотограмметрическая обработка, с целью получения ЦМР и ОФП, выполнена на одинаковом ПО.

На рисунках 2 и 3 представлены схемы определения координат опознаков. Пункты красного цвета на рисунках – это полётные базы, фиолетового цвета – пункты ГГС, чёрного цвета – опознаки.

Как видно из рисунка 2 в 2022 году опознаки определены от одной полётной базы Air1, координаты которой получены сетевым методом в режиме статика с СКО планового положения 2,3 см, высотного - 0,7 см. Определение опознаков выполнено в режиме RTK. Таким образом СКО планового положения опознака относительно полётной базы не превышает 1,1 см в плане и 1,8 см по высоте относительно полётной базы.

В 2023 году (рисунок 3) все опознаки и две полётные базы определены от всех пунктов ГГС без создания опорной сети. СКО планового положения опознака составили в среднем 3,4 см, высотного 0,8 см, что в тоже время соответствует требованиям и опорной сети согласно таблице 5.1 [4]. Способ прямого определения опознаков от пунктов ГГС описан в п. 5.3.1.2 [4].

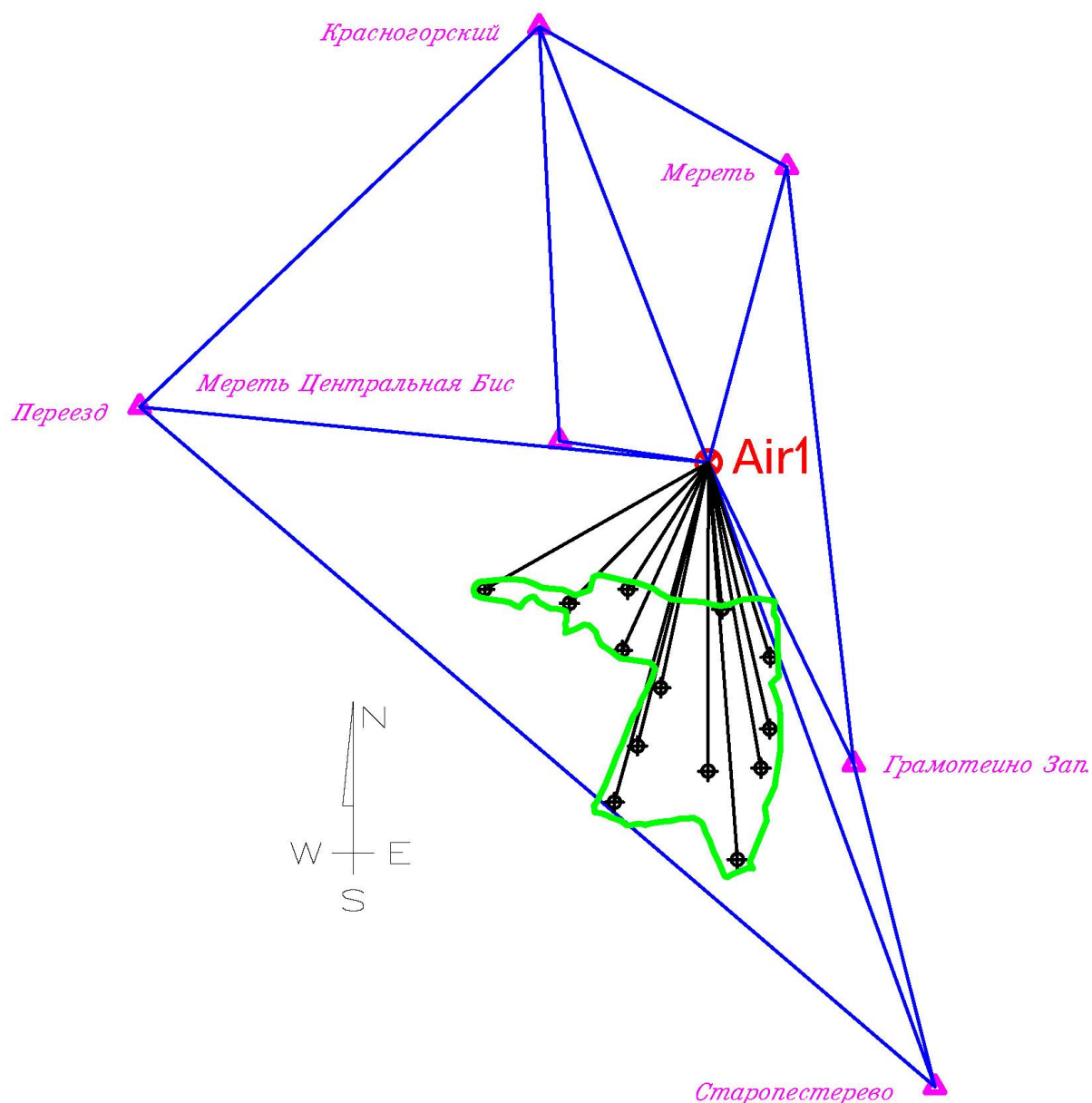


Рисунок 2. Схема определения координат опознаков и полётной базы в 2022 году

Очевидно, что при координировании опознаков в 2022 было нарушено требование п. 5.3.1.9 [4] о 5 исходных пунктах по высоте и 4 в плане, тем не менее СКО их пространственного положения соответствует требованиям таблиц 5.5 и 5.7 [4] для плана М 1:2000, т.е. не превышает 25 и 12 см соответственно.

Для изучения влияния методики координирования опознаков при прочих равных, на конечный инженерно-топографический план М 1:2000, было принято решение сравнить полученные топопланы за 2022 и 2023 год.

Согласно п. 5.1.17 [3] с точки зрения высотного положения средние погрешности не должны превышать $1/3$ от принятой высоты сечения и углах наклона поверхности от 2° до 6° для планов в масштабах 1:5000 и

1:2000. Таким образом для плана этого масштаба ошибки высотного положения для сечения 1,0 м составят 0,33 м.

В таблице 2 указаны результаты сравнения только высотного положения, поскольку «жесткие» контуры местности отсутствуют на четырех участках сравнения.

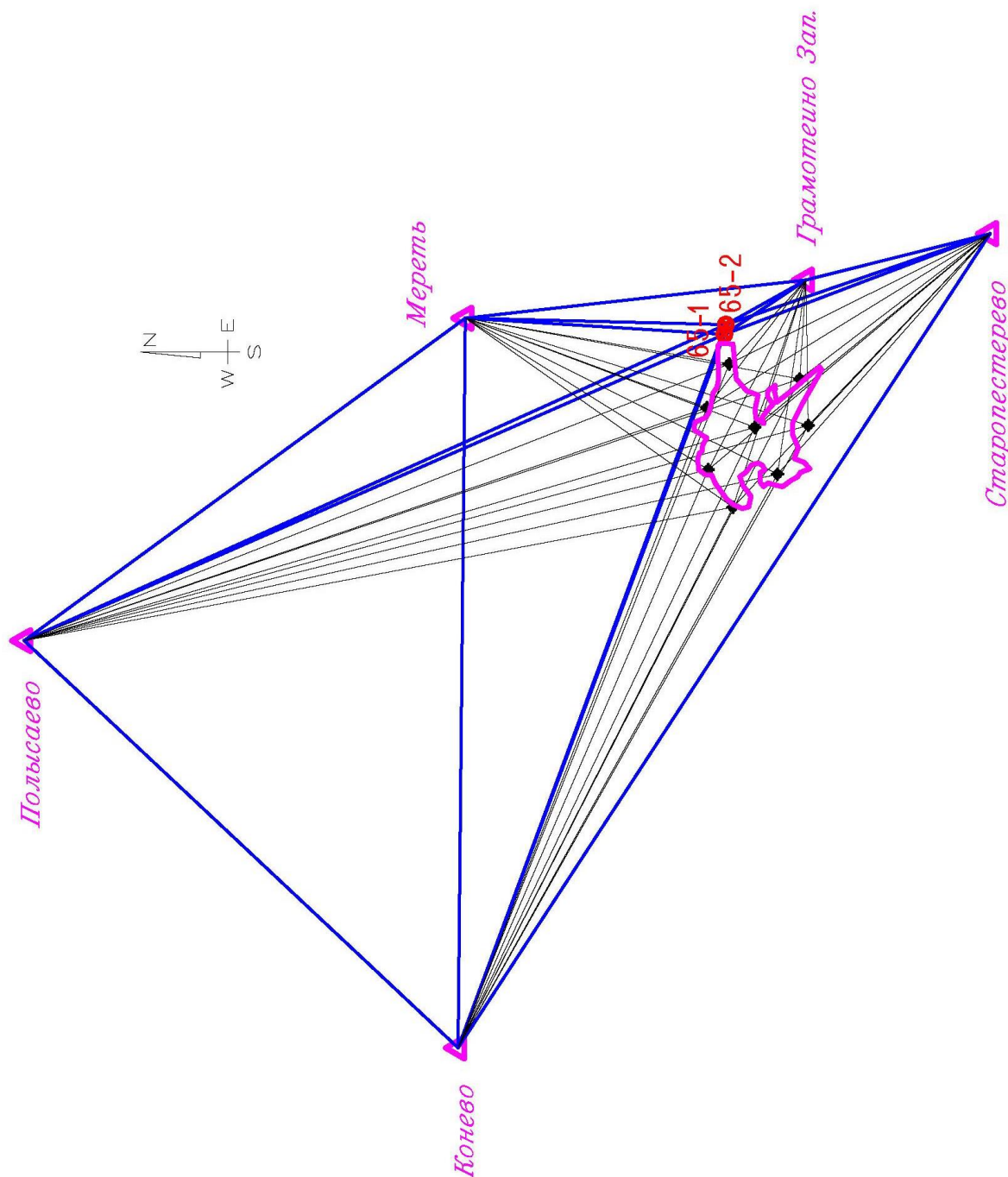


Рисунок 3. Схема определения координат опознаков и полётных баз
в 2023 году

Таблица 2. Сравнение высотных отметок местности за 2022 и 2023

Участок	сравне- ния	Количество точек	Средняя погрешность меж- ду съёмкой 2023 и 2022 го- да, см
1		13	27
2		14	41
3		4	535
4		9	53

По данным из таблицы 2 видно, что в допуске расхождения только на первом участке, на третьем участке расхождения в 16 раз превышают допуск. На 2 и 4 участке расхождения также вне допуска. Вероятной причиной является неудачный выбор участков для сравнения.

Предварительно можно сказать, что попадание точек первого участка в допустимое расхождение, говорит о применимости метода RTK для координирования опознаков.

Проведение дальнейших исследований позволит сделать окончательный вывод о применении метода RTK для определения координат опознаков при ЦАФС от одной полётной базы в т.ч. и с использованием виртуальной базовой станции. Требуется выполнить идентичные контрольные залёты на 100% совпадающую территорию, где опознаки будут определены сетевым статическим методом и методом RTK от одной закреплённой на местности полётной базы и виртуальной базы. Виртуальную базовую станцию можно создать, используя, например, сеть ДГС «Кузбасс» от ФГБОУ ВО «КемГУ» [5]. Контроль полученных топопланов необходимо проводить независимыми наземными инструментальными методами.

Список литературы:

1. Постановление Правительства РФ от 10 июля 2018 г. N 800 "О проведении рекультивации и консервации земель" (с изменениями и дополнениями) Собрание законодательства Российской Федерации от 16 июля 2018 г. N 29 ст. 4441
2. ГОСТ Р 59057-2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель» (утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2020 г. № 709-ст)
3. СП 47.13330.2016. «Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Общие положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1033/пр) (в ред. Изменения N 1, утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 909/пр от 30.12.2020)
4. СП 317.1325800.2017. Свод правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 22.12.2017 N 1702/пр) (ред. от 30.05.2022)
5. <https://sgs42.ru/> сервис сети дифференциальных базовых станций «Кузбасс» на базе ФГБОУ ВО «КемГУ»

Информация об авторах:

Потапов М.А., научный сотрудник кафедры МДиГ ГИ КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, главный инженер ООО «Кузбасспромэксперт», 650071, Россия, Кемеровская область - Кузбасс, г. Кемерово, пр. Весенний, д.6- кв.60, m2000potapov@gmail.com

Михайлова Т.В., к.т.н., доцент, заведующая кафедры МДиГ ГИ КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, mdg@kuzstu.ru