

Анализ точности фотограмметрического метода

Согласно приказу Министерства экономического развития РФ от 1 марта 2016 г. № 90, существуют следующие методы, представленные на рисунке 3.13.

Геодезические методы (триангуляция, полигонометрия, трилатерция)
Метод спутниковых измерений
Фотограмметрический метод
Картометрический метод
Аналитический метод

Рисунок 1 – Методы определения координат характерных точек

Рассмотрим использование фотограмметрического метода при проведении съемки участка.

Фотограмметрический метод представляет собой использование беспилотных летательных аппаратов.

На первом этапе необходимо получить разрешение на взлет беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

После этого можно приступить к полевым работам. На начальном этапе необходимо изучить местность, выполнить рекогносцировку.

Создать опознавательные знаки, которые необходимо установить в местах с открытой видимостью для БПЛА, определив их координаты спутниковым приемником в режиме кинематика, с целью выполнения последующего координирования снимков в процессе камеральной обработки. Затем в Credo ГНСС проводим все уравнивания. Пример уравнивания методом

спутниковых измерений приведен в пункте 2.2.1.3. СКО опознавательных знаков представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Средние квадратические погрешности опознавательных знаков

Имя точки съемочного обоснования	N, м	E, м	СКО NE, м
OPZ1 (RP1)	2198509.6489	568753.7073	0.002
OPZ2 (RP2)	2198309.6489	568953.7073	0.003
OPZ3 (RP3)	2198009.6489	568953.7073	0.002
OPZ4 (RP4)	2198009.6489	569153.7073	0.003
OPZ5 (RP5)	2198009.6489	568953.7073	0.001

Пример опознавательных знаков для съемки границ земельных участков БПЛА представлен на рисунке 2.

Теперь после создания и определения координат опознавательных знаков, можно приступить к съемке земельных участков БПЛА, показанной на рисунке 3.15. Но перед этим необходимо задать в настройках полетного контроллера параметры полета.



Рисунок 2 – Опознавательный знак с известными координатами



Рисунок 3 – Съемка БПЛА земельных участков

После съемки приступаем к камеральной обработке результатов. Разберем данный вид работы поэтапно в программном комплексе Topposetter 2.0 PRO и Agisoft Metashape Professional.

1. Запускаем программу.
2. Указываем путь к фотографиям, выполненным в процессе съемки БПЛА (рисунок 4).



Рисунок 4 – Путь к фотографиям

3. Указываем путь к файлу антенны БПЛА (рисунок 5).

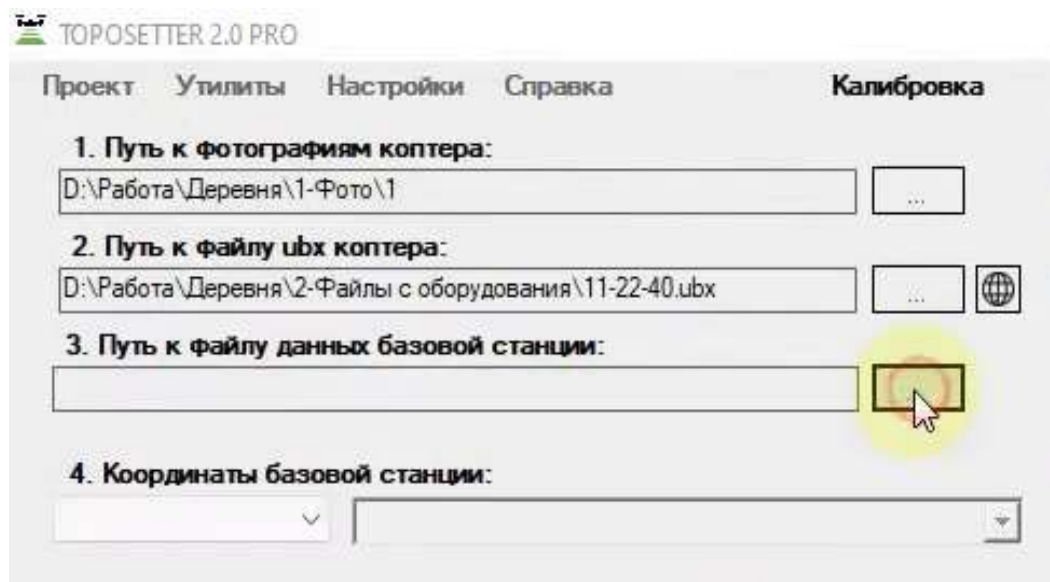


Рисунок 5 – Путь к файлу антенны БПЛА

4. Указываем путь к файлу данных базовой станции (рисунок 6).

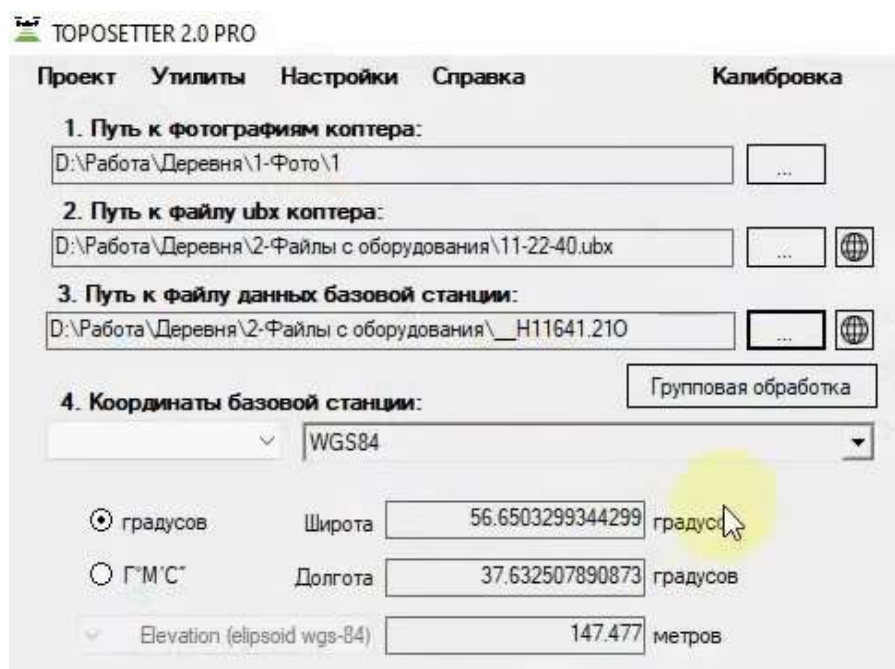


Рисунок 6 - Путь к файлу данных базовой станции

5. Выбираем корректную систему координат (рисунок 7).

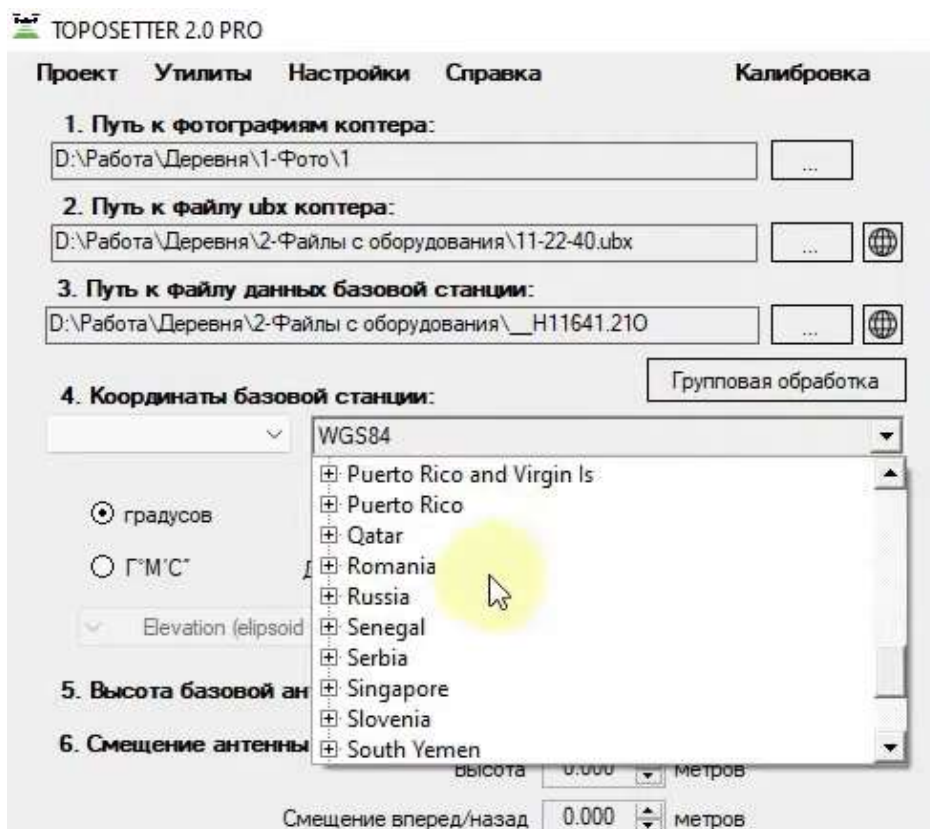


Рисунок 7 – Выбор системы координат

6. Задаем смещение антенны БПЛА (рисунок 8).

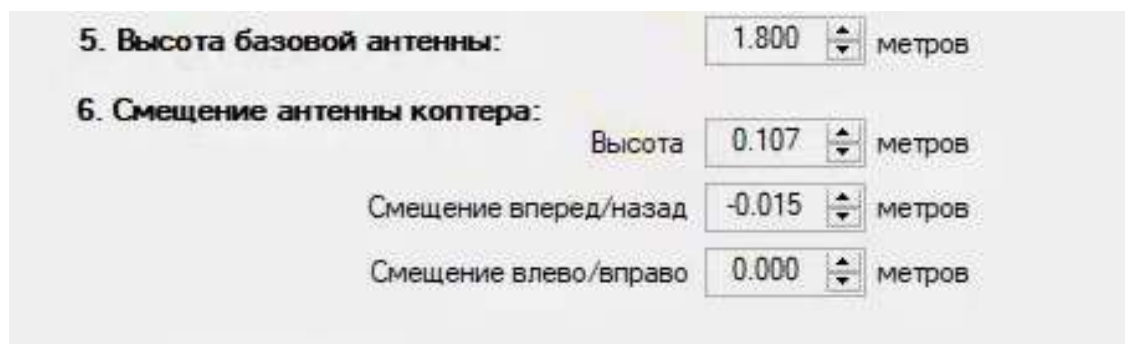


Рисунок 8 – Настройки смещения антенны БПЛА

7. Выполняем настройки предобработки и геопривязки изображений и обязательно сохраняем выполненные настройки (рисунок 9).

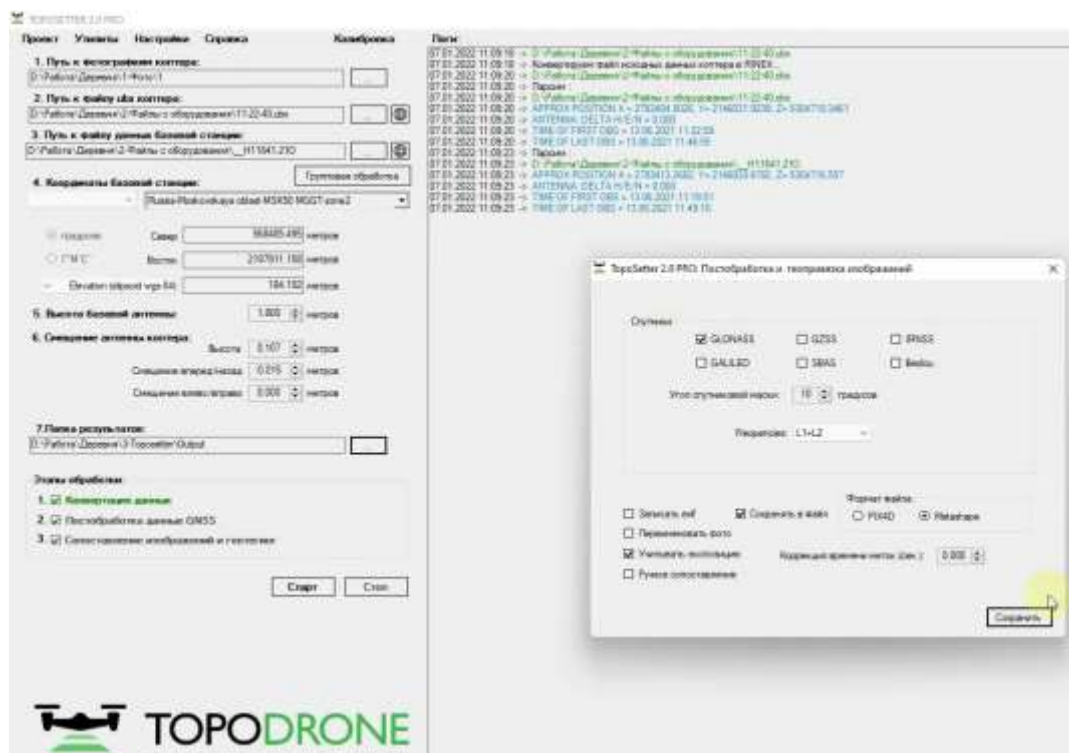


Рисунок 9 - Настройка предобработки и геопривязки

8. Нажимает Старт и получаем текстовый файл с географическими координатами (рисунок 10).



Рисунок 10– Старт

9. Сохраняем проект для дальнейшей обработки данных (рисунок 11).

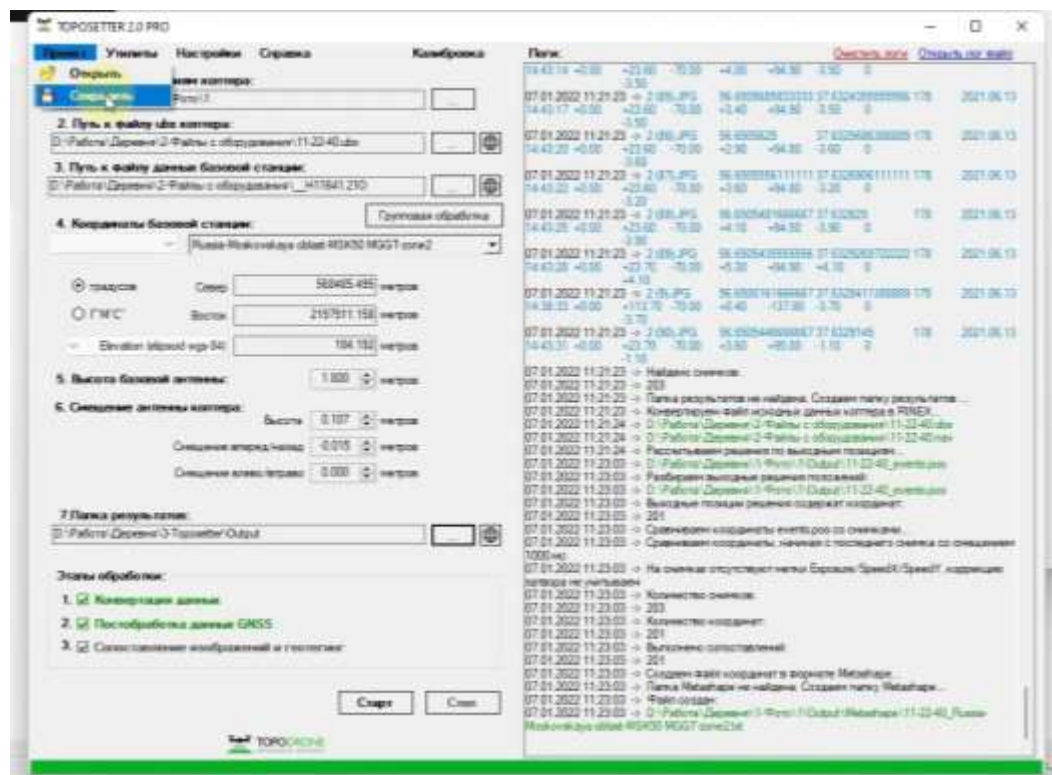


Рисунок 11 – Сохранение проекта

10. Открываем программный комплекс Agisoft Metashape Professional и добавляем снимки, полученные в результате съемки (рисунок 12).

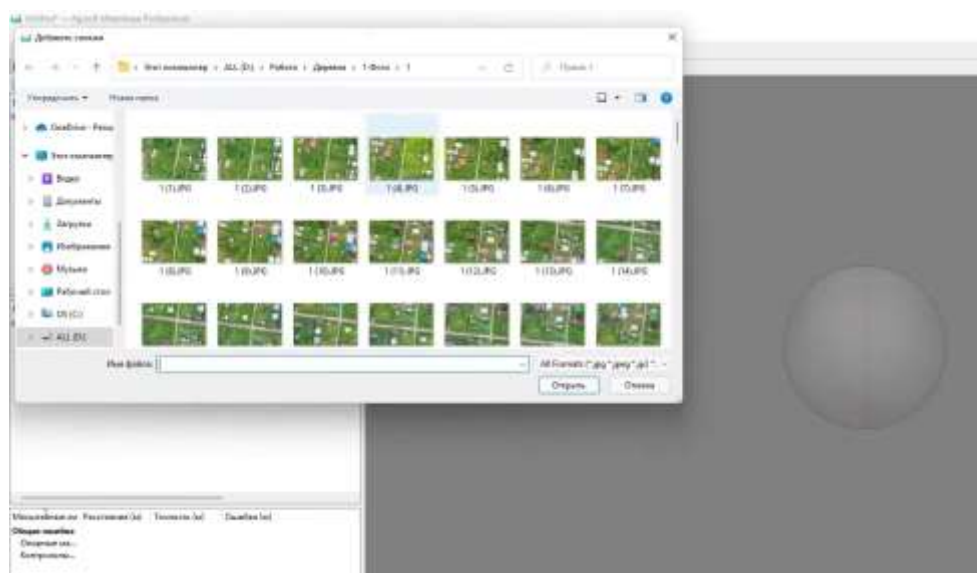


Рисунок 12 – Добавление в программный комплекс Agisoft Metashape Professional снимков

11. Выполняем настройки калибровки камеры и выставяем фокусное расстояние (13).

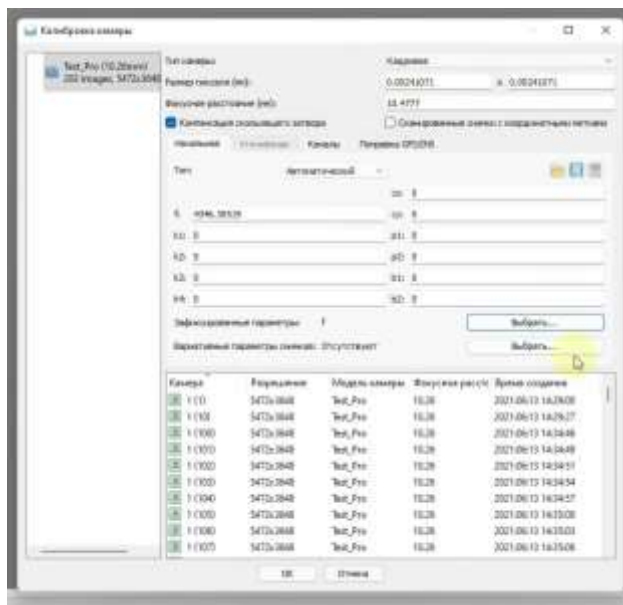


Рисунок 13 – Настройки калибровки

12. Импортируем ранее созданную привязку в программном комплексе Topposetter 2.0 PRO (рисунок 14).

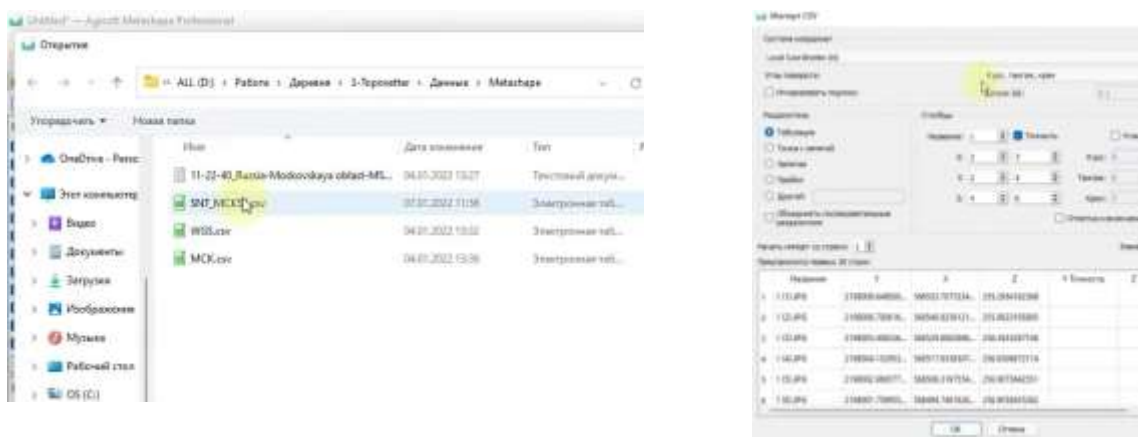


Рисунок 14 – Импорт формата CSV

13. Выполняем обработку уравнивания снимков (рисунок 14).

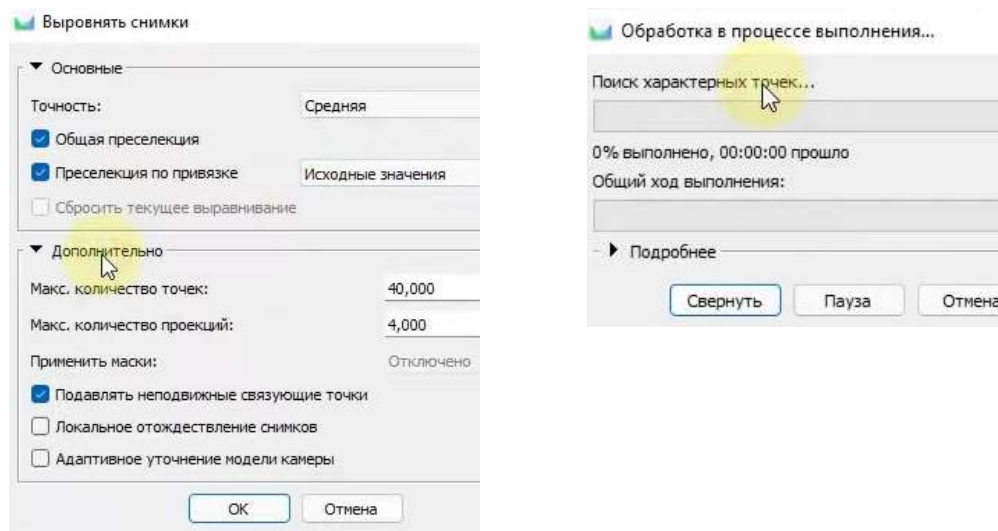


Рисунок 14 – Обработка результатов

14. Получаем предварительно уравненные снимки со связующими точками (рисунок 15).

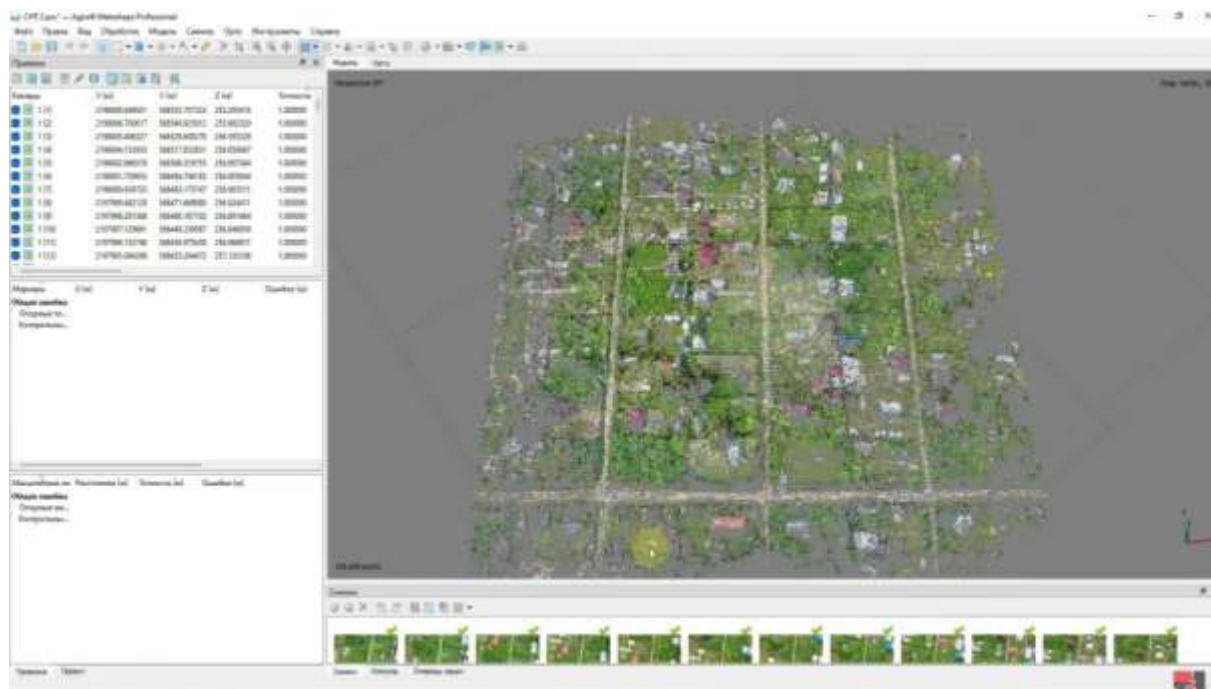


Рисунок 15 – Предварительно уравненные снимки

15. Добавляем текстовый файл с координатами опознавательных знаков (рисунок 16).

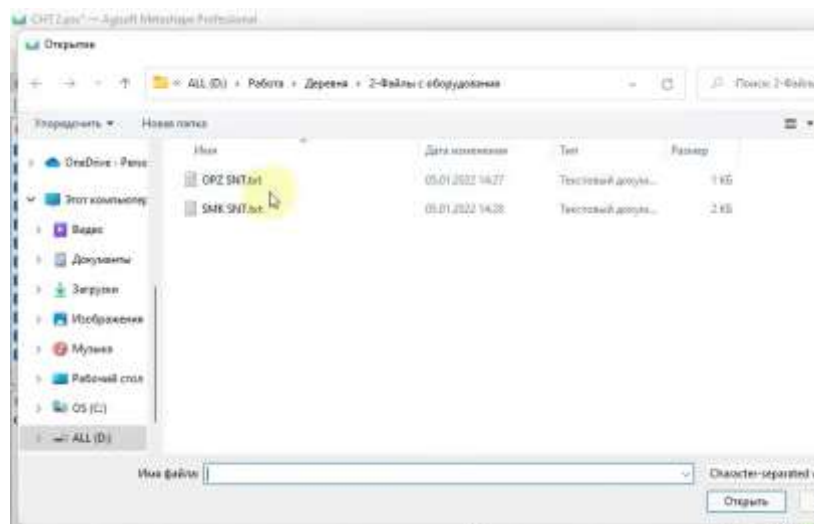


Рисунок 16 – Импорт в проект опознавательных знаков с координатами

16. Совмещаем опознавательные знаки со знаками на фотографиях (рисунок 17).



Рисунок 17 - Совмещение опознавательных знаков со знаками на фотографиях

17. Выполняем оптимизацию положения камер и уравнивание измерений (18).



Рисунок 18 – Оптимизация положения камер

18. После уравнивания измерений можем посмотреть СКО опознавательных знаков (рисунок 19).

SHT 2.pro* — Agisoft Metashape Professional

Файл Правка Вид Обработка Модели Снимок Орто Инструменты Спр

Привязка

Камеры	Ошибка, X (м)	Ошибка, Y (м)	Ошибка, Z (м)	Точность
2 (80)	-0.008499	0.021953	0.111004	1.000000
2 (81)	-0.031246	0.024183	0.099373	1.000000
2 (82)	-0.023352	0.023101	0.099595	1.000000
2 (83)	-0.021478	0.020953	0.100844	1.000000
2 (84)	-0.015069	0.019622	0.101371	1.000000
2 (85)	-0.005026	0.022782	0.103472	1.000000
2 (86)	0.009897	0.023063	0.105591	1.000000
2 (87)	0.011092	0.012527	0.099527	1.000000
2 (88)	0.016848	0.008871	0.095538	1.000000
2 (89)	0.027090	0.008658	0.093873	1.000000
2 (90)	0.023561	0.007446	0.093419	1.000000
Общая ошибка	0.049252	0.051570	0.142000	

Маркеры	Ошибка, X (м)	Ошибка, Y (м)	Ошибка, Z (м)	Ошибка (м)
OP25	0.007131	0.008351	-0.000920	0.011019
OP24	0.024699	-0.002324	-0.001856	0.024877
OP23	-0.016216	0.003299	-0.002193	0.016693
OP22	0.005079	-0.032166	0.008793	0.033731
OP21	-0.019699	0.016038	0.001042	0.025423
Общая ошибка				
Опорные то...	0.018110	0.009283	0.001596	0.020404
Контрольны...	0.005079	0.032166	0.008793	0.033731

19. Создаем облако точек и выполняем дешифрирование (рисунок 20).

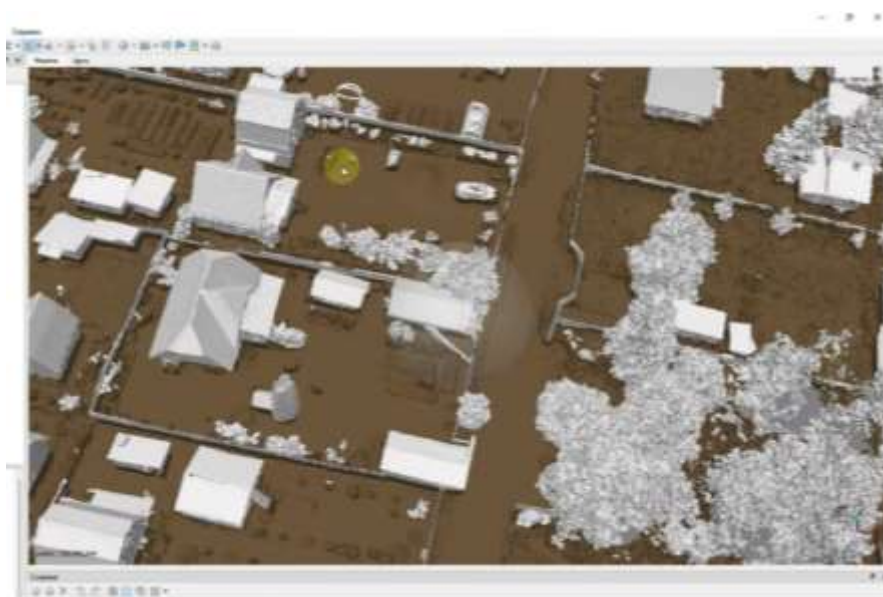


Рисунок 20 – Полученное облако точек

20. Выполняем построение цифровой модели (рисунок 21).

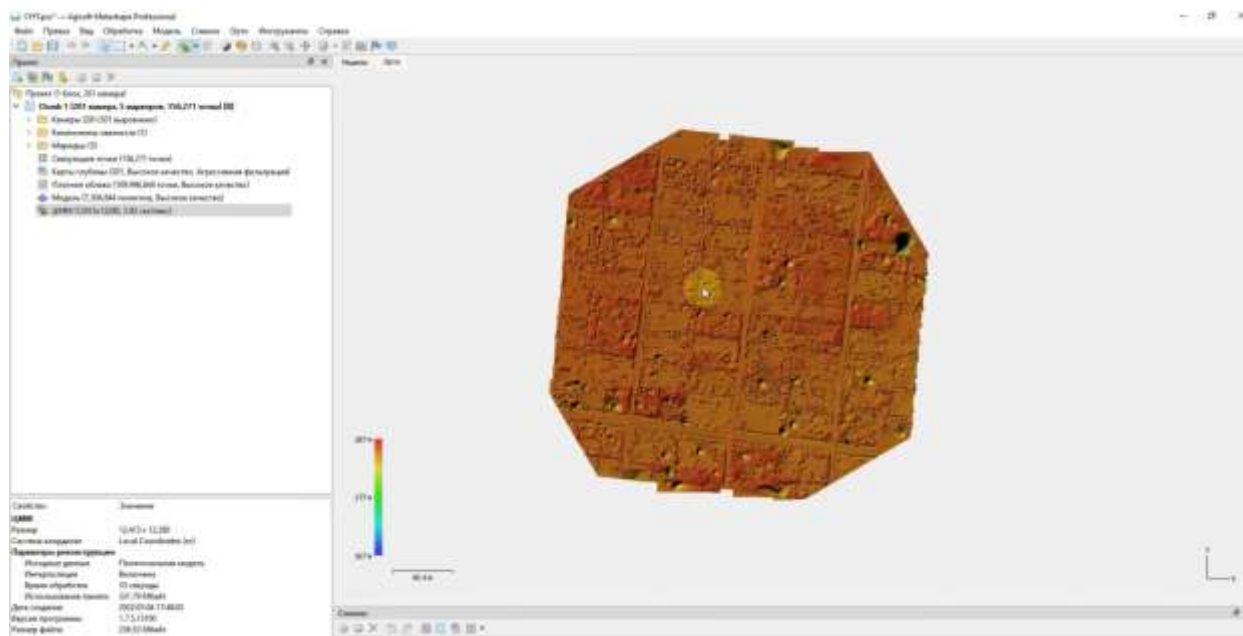


Рисунок 21 – Цифровая модель местности

21. Выполняем построение ортофотоплана (рисунок 22).



Рисунок 22 - Ортофотоплан

22. Выполняем экспорт для программного комплекса AutoCAD (рисунок 23).

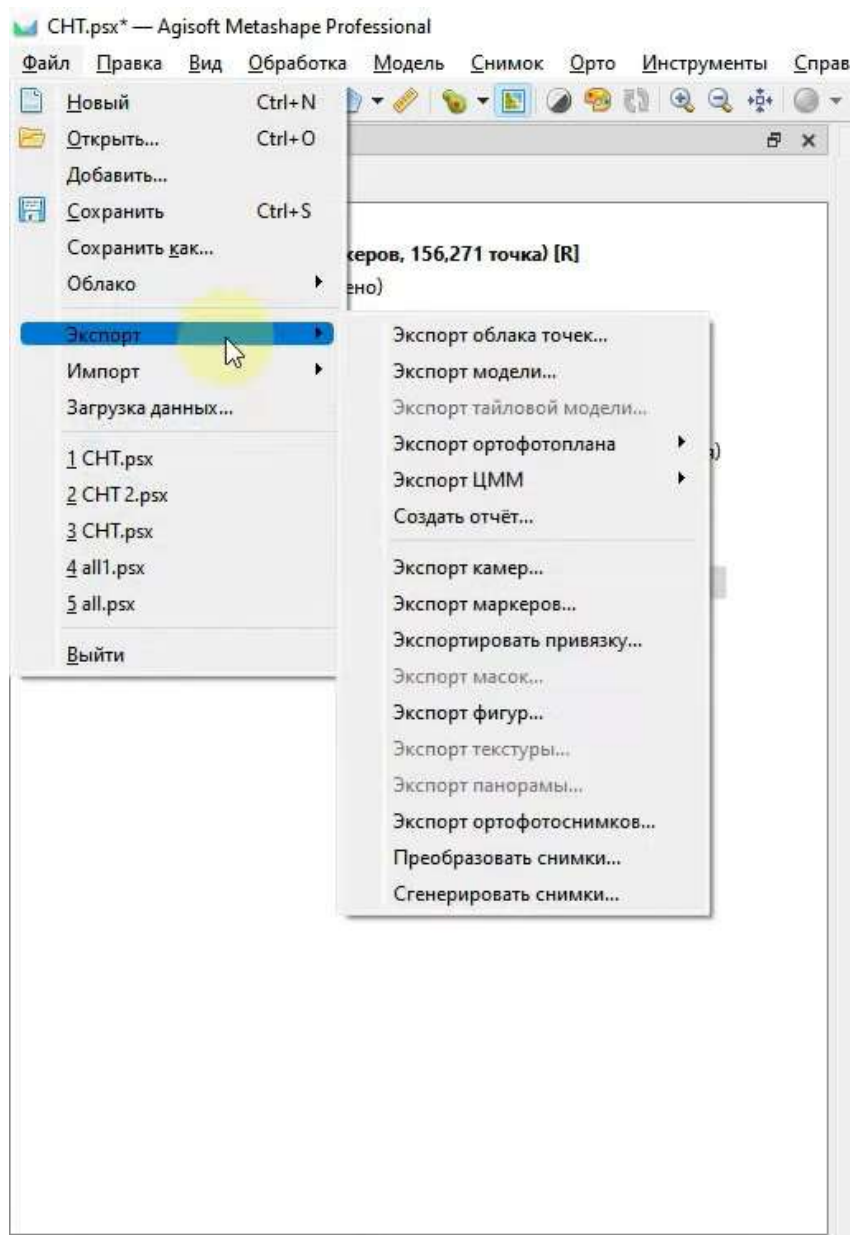


Рисунок 23 – Экспорт

23. Выполняем обрисовку границ и объектов земельных участков в программном комплексе AutoCAD с последующим экспортом их координат (рисунок 24).

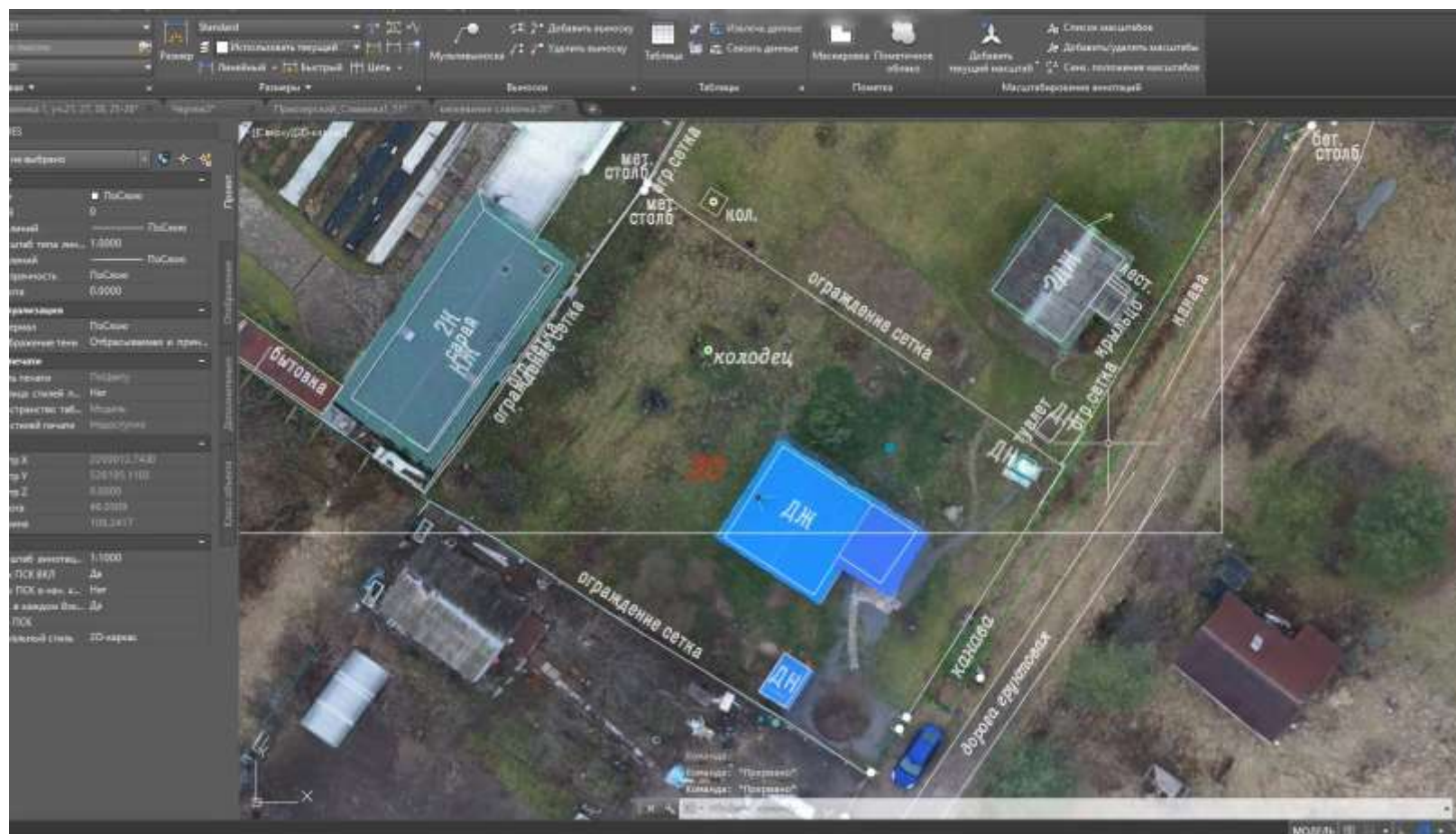


Рисунок 24 – Обрисовка границ и объектов земельных участков программном комплексе AutoCAD

После выполнения камеральной обработки составляем экспертное заключение.

Исходя из проведенных исследований предлагается следующая методика геодезического обеспечения при проведении судебной землеустроительной экспертизы с использованием комбинированного метода, представленная на рисунке 25.

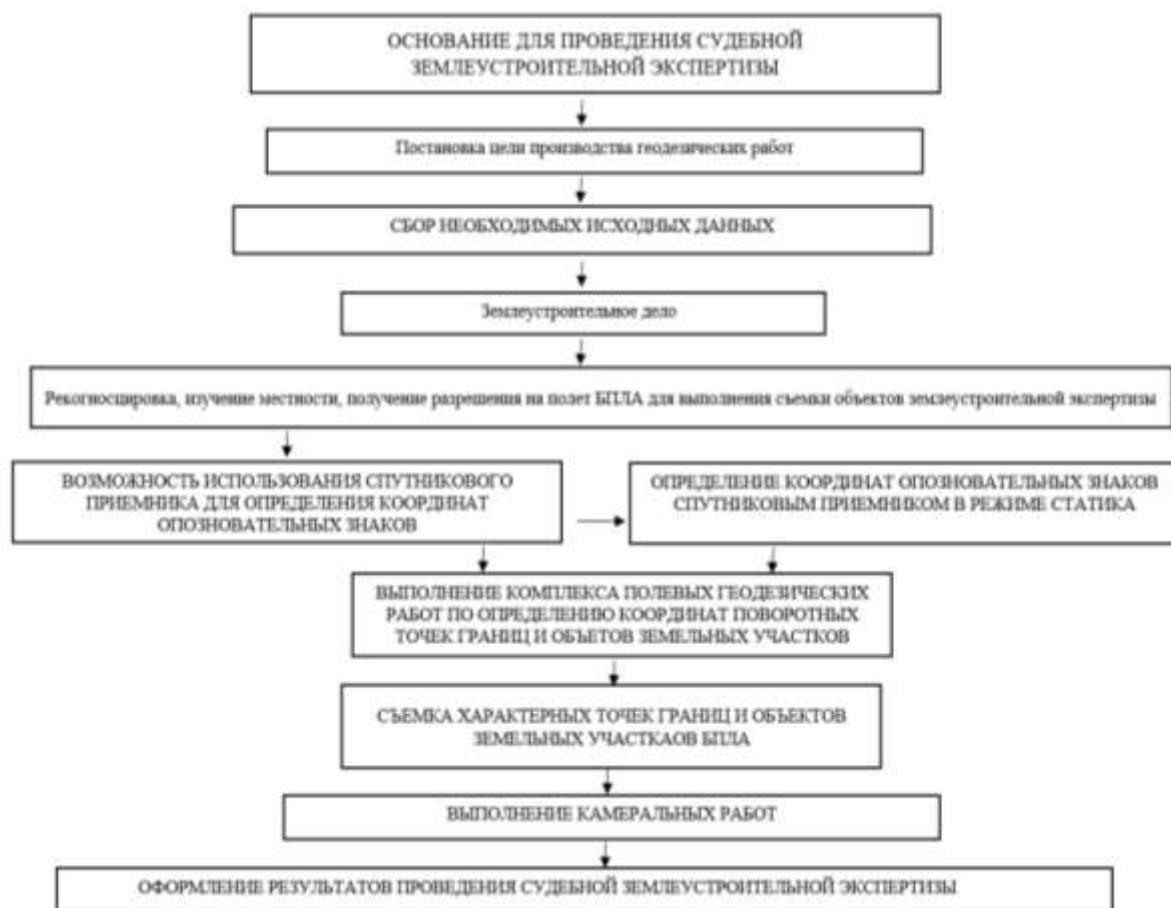


Рисунок 25 - Технологическая схема выполнения фотограмметрическим методом при проведении судебной землеустроительной экспертизы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян, В. В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В. В. Авакян. – Москва : «Амалданик», 2012. – 330 с. – Текст : непосредственный.
2. Алябьев, А. А. Фотограмметрический метод в кадастровых работах: цифровые стереомодели и ортофотопланы / А. А. Алябьев, К.А. Литвинцев Е.А. Кобзева. – Текст : непосредственный // Геопрофи. - 2018. - № 2. – С. 4-8.
3. Антонович, К. М. Использование спутниковых навигационных систем в геодезии. В двух томах. Т. 1, 2. – Москва : Картгеоцентр, 2006. – Текст : непосредственный.
4. Волков, С. Н. Землеустройство : учебник / С. Н. Волков. – Москва ГУЗ, 2013. – 992 с. – Текст : непосредственный.
5. Большаков, В. Д. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам : учебник для вузов / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, Г. В. Багратуни [и др.]. – Москва : «Недра», 1980. – 781 с. - Текст : непосредственный.
6. Булгаков, С. Н. Система экспертиз и оценка объектов недвижимости / С. Н. Булгаков, И. Х. Наназашвили, А. С. Мирошниченко. – Москва : Архитектура-С, 2007. - Текст : непосредственный.
7. Бутырин, А. Ю. Теория и практика судебной строительно-технической экспертизы : учебное пособие / А. Ю. Бутырин. - Москва : ОАО «Издательский Дом «Городец», 2006. – 224 с. - Текст : непосредственный.
8. Генике, А. А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии : учебное пособие / А. А Генике, Г. Г. Побединский. – Москва : Картгеоцентр. – 2004. – 355 с. – Текст : непосредственный.
9. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. Технические

требования : введена впервые : дата введения 2002-03-01 / разработана М. О. Ашурковым, А. Н. Минченко / под общ. ред. Л. В. Неверова. – Москва : ЦНИИГАиК, 2002. – 70 с. – URL: <https://mooml.com/d/otraslevye-ivedomstvennyye-normativno-metodicheskie-dokumenty/prochiedokumenty/14511/> (дата обращения: 19.01.2022). – Текст электронный.