Л.В. Петрикова, В.А. Одноворченко

ОБРАБОТКА ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЁМКИ С БПЛА В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ AGISOFT METASHAPE

Новосибирск
СГУГиТ
2026

Файл проверен

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
НОВОСИБИРСКИЙ ТЕХНИКУМ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(НТГиК СГУГиТ)

Л.В. Петрикова, В.А. Одноворченко

ОБРАБОТКА ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЁМКИ С БПЛА В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ AGISOFT METASHAPE

Методические указания по изучению междисциплинарного курса для обучающихся по специальности 21.02.20 Прикладная геодезия - направленность «Аэрофотогеодезия»
(по программе подготовки специалистов среднего звена)

Новосибирск
СГУГиТ
2026

Файл проверен

УДК ?
П ?

Рецензенты: преподаватель высшей квалификационной категории общепрофессиональных дисциплин НТГиК СГУГиТ ?

Петрикова Л.В., Одноворченко В.А.

П Обработка данных аэрофотосъёмки с БПЛА в программном обеспечении Agisoft Metashape [Текст]: метод. указания по изучению междисциплинарного курса / Л.В. Петрикова, В.А. Одноворченко – Новосибирск: СГУГиТ, 2026. – 55.

Методические указания подготовлены преподавателями общепрофессиональных дисциплин НТГиК СГУГиТ Л.В. Петриковой и В.А. Одноворченко.

В методических указаниях даны рекомендации по процессу обработки материалов аэрофотосъёмки полученных с БПЛА в программном обеспечении Agisoft Metashape, включая выравнивание снимков, построение плотного облака точек, создание цифровой модели местности (ЦММ), ортофотоплана, формирование отчёта о точности обработки и экспорт полученных результатов, а также по их дальнейшему применению в аэрофотопографическом производстве. Методические указания по выполнению практической работы рассматриваются как один из этапов освоения профессионального модуля ПМ 04. МДК.04.02 Стереотопографическая съемка» для обучающихся по специальности 21.02.20 Прикладная геодезия - направленность «Аэрофотогеодезия». Рекомендованы к изданию цикловой комиссией «Землеустройство и геодезия» НТГиК СГУГиТ.

Печатается по решению административно-методического совета НТГиК СГУГиТ.

Файл проверен

ISBN
© СГУГиТ, 2026

Файл проверен

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1.ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ 4
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 6
2.1. Создание проекта 6
2.1.1. Настройка программы 6
2.1.2. Создание нового проекта 13
2.2. Обработка аэрофотоснимков 13
2.2.1. Загрузка снимков 13
2.2.2. Удаление снимков не подходящих для обработки 14
2.2.3. Импорт элементов внешнего ориентирования 15
2.2.4. Калибровка камеры 19
2.2.5. Оптимизация камер 22
2.2.6. Выравнивание снимков 24
2.2.7. Создание облака точек 25
2.2.8. Удаление выбросов 28
2.2.9. Создание трёхмерной модели 29
2.2.10. Создание ортофотоплана 31
2.2.11. Создание Цифровой Модели Местности (ЦММ) 33
2.3. Подготовка выходных файлов для интеграции с другими программными продуктами 38
2.3.1. Выделение фрагмента области ортофотоплана 38
2.3.2. Создание отчёта об обработке 45
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 51

Файл проверен

ВВЕДЕНИЕ

С развитием технологий беспилотной авиации (БПЛА) возрастает необходимость в эффективных методах обработки данных аэрофотосъёмки, полученных с помощью этих систем. Аэрофотосъёмка с БПЛА является перспективным инструментом для различных отраслей, включая геодезию, топографию, лесное хозяйство и строительство. Однако, для получения точных и детализированных картографических данных, необходимы мощные программные инструменты для обработки и анализа полученных изображений.[1]

Программное обеспечение Agisoft Metashape является одной из наиболее популярных и эффективных систем для работы с данными аэрофотосъёмки с БПЛА. Agisoft Metashape позволяет создавать высокоточные трехмерные модели, ортофотопланы и цифровые карты местности на основе данных аэрофотосъёмки.

В данной работе будут представлены возможности применения программного обеспечения Agisoft Metashape для обработки данных аэрофотосъёмки с БПЛА.

Файл проверен

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Основные задачи программы Agisoft Metashape включают создание трехмерных моделей, ортофотопланов и цифровых карт местности (ЦММ). Процесс состоит из трёх стадий:

– Выравнивание: осуществляется фототриангуляция с помощью метода независимых связок, определение параметров камер и формирование облака связующих точек для оценки точности. Информация о положении камер используется в дальнейшем, а облако точек можно экспортировать.

– Создание поверхности: формируется полигональная трехмерная модель или ЦММ, с возможностью нанесения текстур и экспорта в CAD-программы. Также можно создавать тайловые модели для работы с крупными проектами. На основе данных о камерах и снимках строится облако точек, которое при необходимости объединяется с лазерными сканами или классифицируется для получения ЦММ или ЦМР.

– Производство ортофотоплана: происходит проецирование изображений на поверхность для получения географически привязанного снимка, пригодного для картографирования и анализа. В мультиспектральных проектах поддерживается визуализация индексов NDVI и других, а радиометрические показатели могут быть интерпретированы при правильной калибровке.

Работа в программе Metashape включает следующие ключевые шаги:

– загрузка данных (фотоснимков и лазерных сканов);

– предварительный просмотр и отбор снимков и сканов, удаление ненужных файлов;

Файл проверен

– выравнивание изображений и сканов;

– формирование облака точек;

– создание трехмерных моделей (полигональной или блочной);

– нанесение текстур на модели;

– создание тайловых моделей;

– построение цифровой модели рельефа (ЦММ);

– создание ортофотоплана;

– экспорт полученных данных.[3]

Файл проверен

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Создание проекта

2.1.1. Настройка программы

Для корректной обработки материалов перед началом работы необходимо выполнить настройки программы. Для этого в главном меню ПО Agisoft Metashape необходимо выбрать вкладку Инструменты, пункт – Настройки. В окне Настройки Metashape вкладка Основные нужно выставить желаемые параметры пользовательского интерфейса, пример настроек на (Рис. 1).

Файл проверен

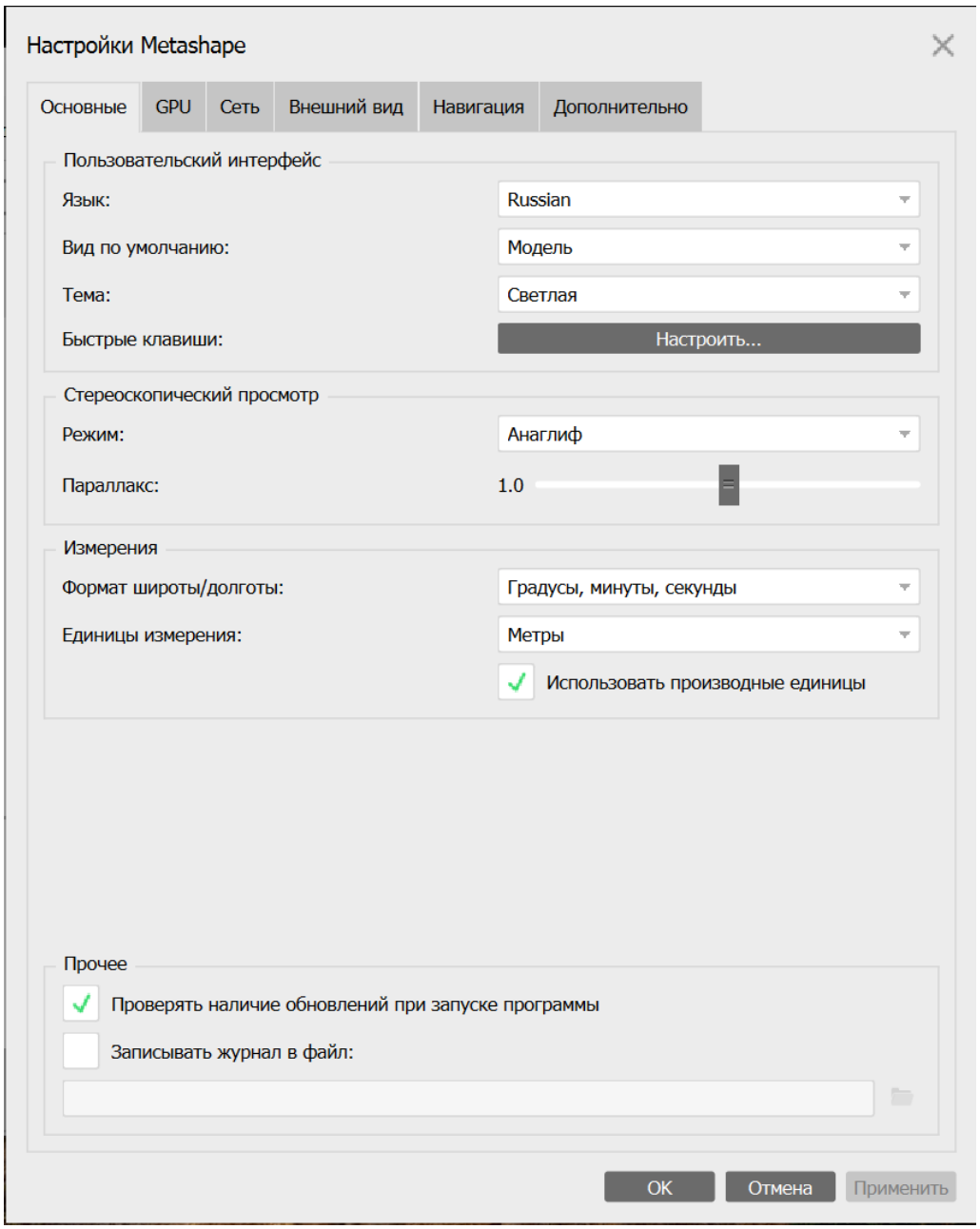


Рисунок 1 – Вкладка Основные

Вкладка ГПУ:

– Отображение и выбор графических карт для ускорения обработки.

– Возможность подключить ЦПУ для обработки.

– При использовании ГПУ рекомендуется отключать ЦПУ для ускорения. (Рис. 2).

Файл проверен

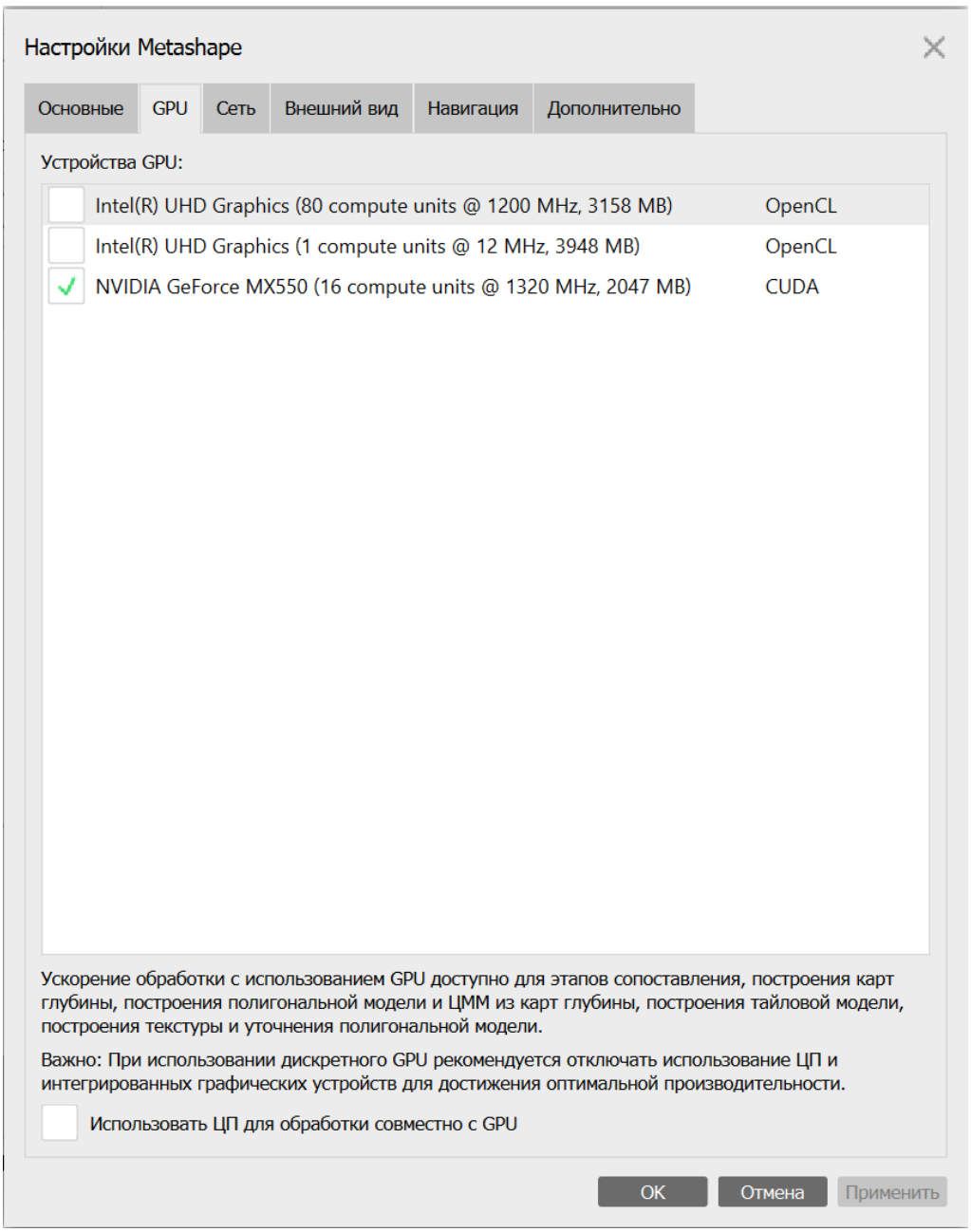


Рисунок 2 – Вкладка ГПУ

Вкладка Сеть:

– Настройка сетевой обработки и обработки в облаке (Agisoft Cloud). (Рис. 3).

Файл проверен

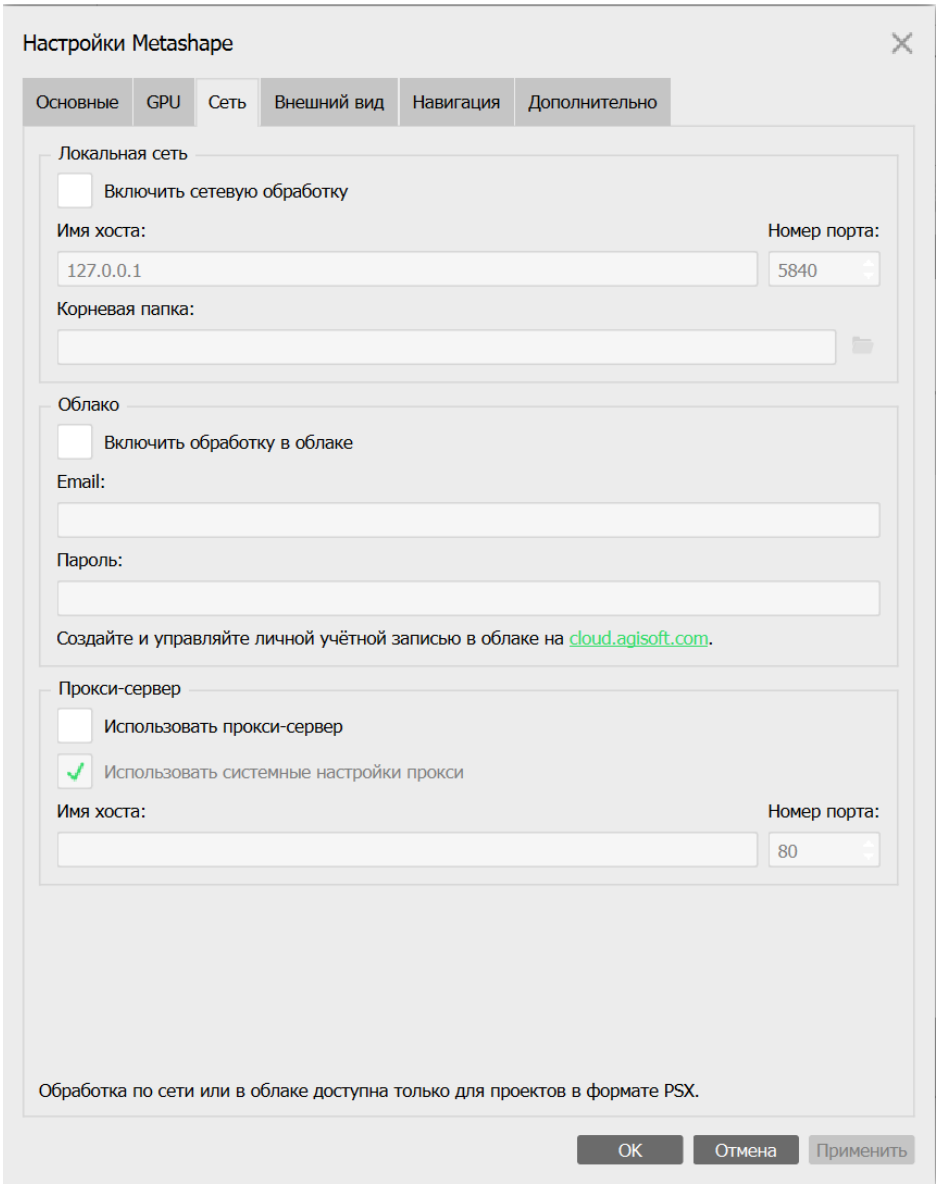


Рисунок 3 – Вкладка Сеть

Вкладка Внешний вид:

– Настройка цвета фона, линий, масок и других элементов интерфейса. (Рис. 4).

Файл проверен

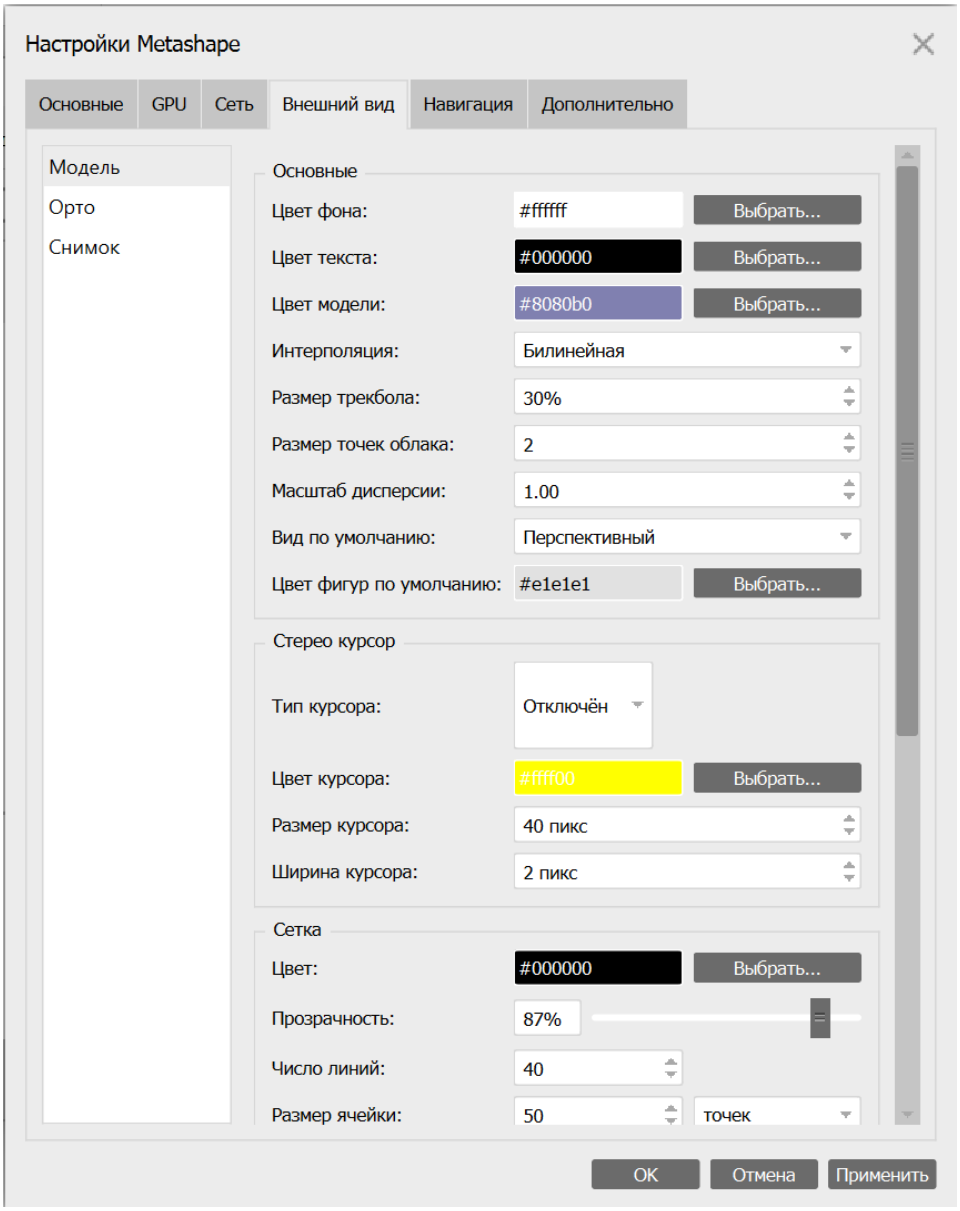


Рисунок 4 – Внешний вид

Вкладка Навигация:

– Настройка параметров 3D контроллера. (Рис. 5).

Файл проверен

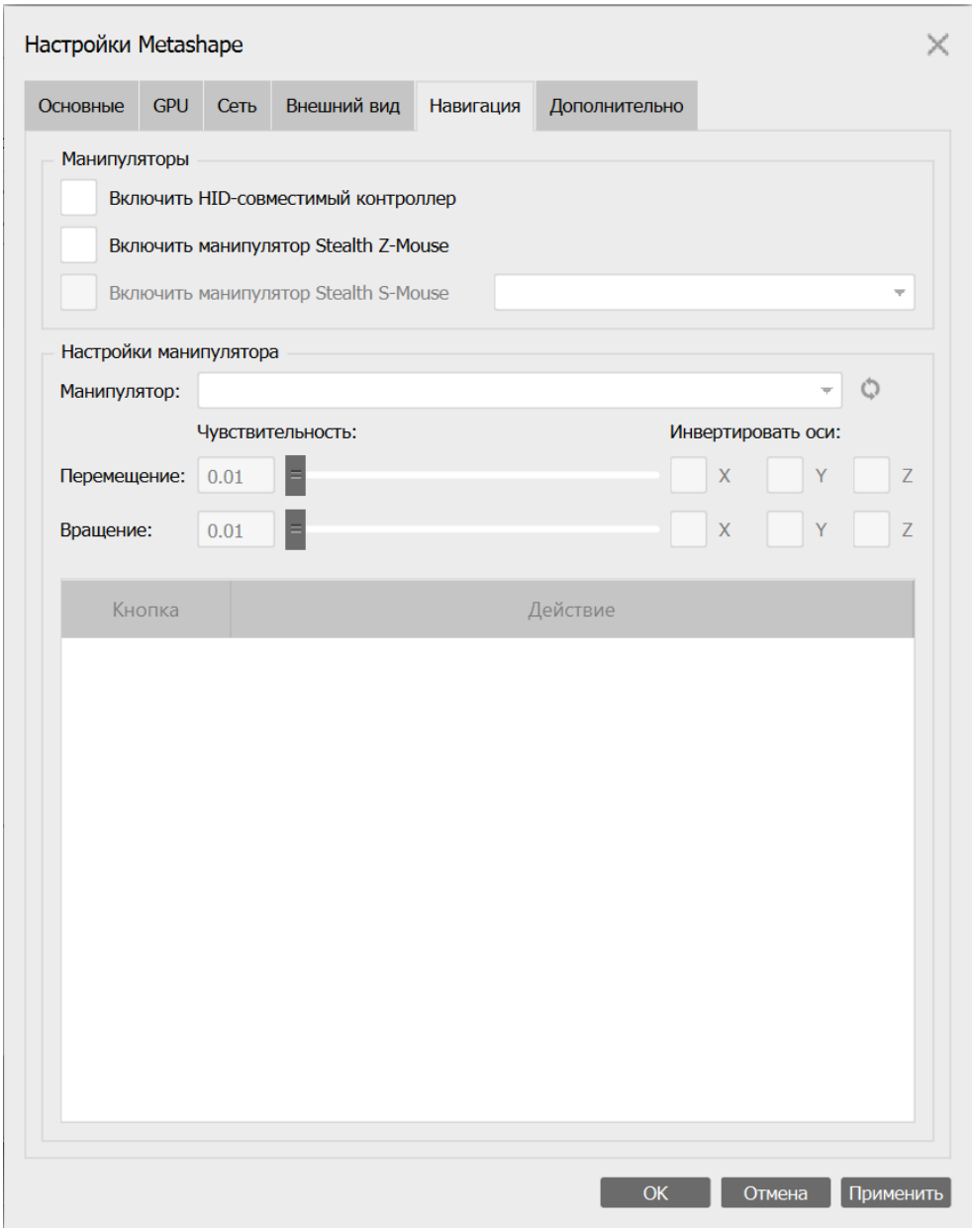


Рисунок 5 – Вкладка Навигация

Вкладка Дополнительно:

1) Включение расширенной консоли Python и загрузки метаданных камеры из XMP.
2) Включение функции сохранения карт глубины для ускорения построения облаков и моделей.
3) Использование тонкого разделения задач для обработки больших данных.

Файл проверен

4) Возможность добавлять снимки к уже выровненным без повторного выравнивания, при включенной опции «Сохранять особые точки».

Для проекта обработки данных аэрофотосъёмки полученной с БПЛА настройки вкладки Дополнительно будут выглядеть следующим образом. (Рис. 6).[2]

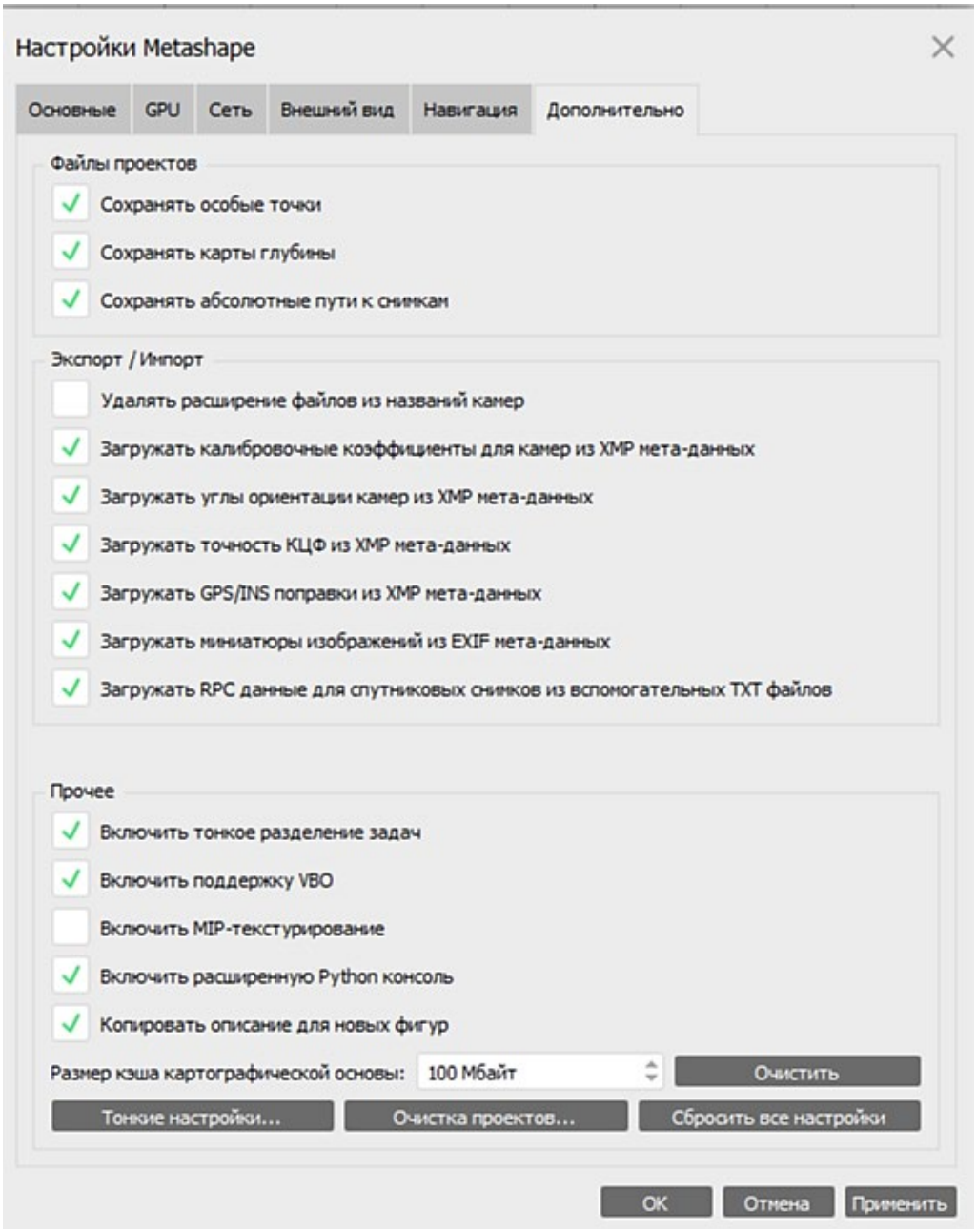


Рисунок 6 – Вкладка Дополнительно

Файл проверен

2.1.2. Создание нового проекта

Для начала работы необходимо создать новый проект. Для этого Вкладка ФАЙЛ – НОВЫЙ. Далее в предварительно созданную папку сохраняется созданный проект. ФАЙЛ – Сохранить как. Также в эту папку с сохранённым проектом необходимо скопировать снимки для обработки. (Рис. 7).

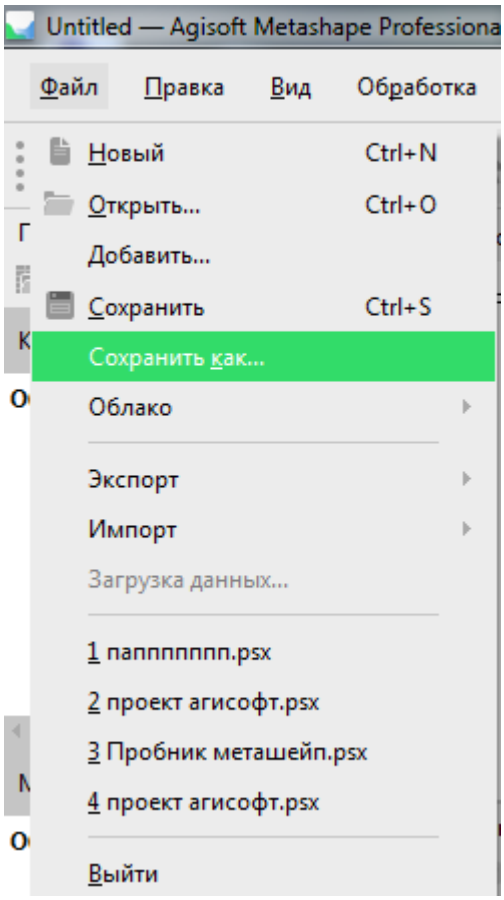


Рисунок 7 – Вкладка Файл

2.2. Обработка аэрофотоснимков

2.2.1. Загрузка снимков

Первым этапом обработки является загрузка снимков в проект. Вкладка: Обработка – Добавить снимки. (Рис. 8).

Примечание: Metashape поддерживает форматы JPEG, JPEG 2000, JPEG XL, TIFF, DNG, PNG, OpenEXR, BMP, TGA, PGM, PPM, Norpix,

Файл проверен

AscTec Thermal и JPEG Multi-Picture. Другие форматы требуют предварительной конвертации.

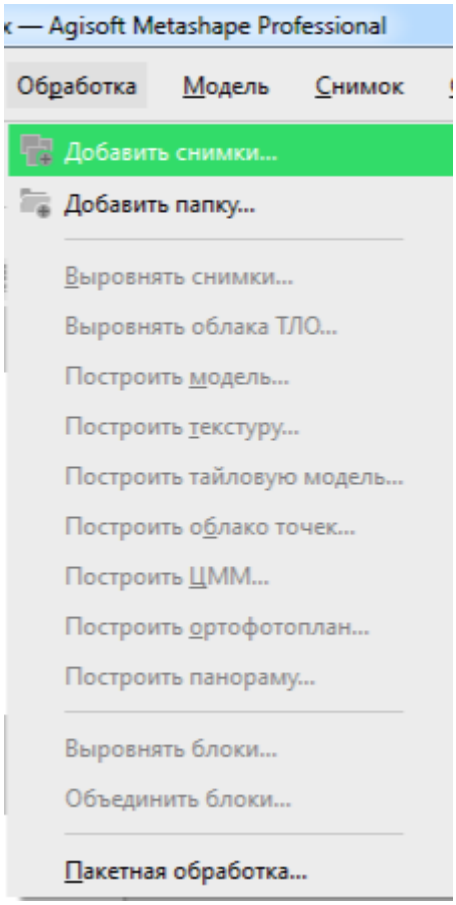


Рисунок 8 – Добавление снимков

2.2.2. Удаление снимков не подходящих для обработки

Следующим этапом является удаление снимков не подходящих для обработки. К ним относятся : ошибочные, не содержащие метаданные, а также снимки выполненные в ходе предполетной подготовки. Для этого в нижней вкладке Снимки выберите снимки, которые необходимо удалить, ЛКМ выберите необходимый снимок и нажмите кнопку УДАЛИТЬ в панели инструментов. (Рис. 9).

Файл проверен

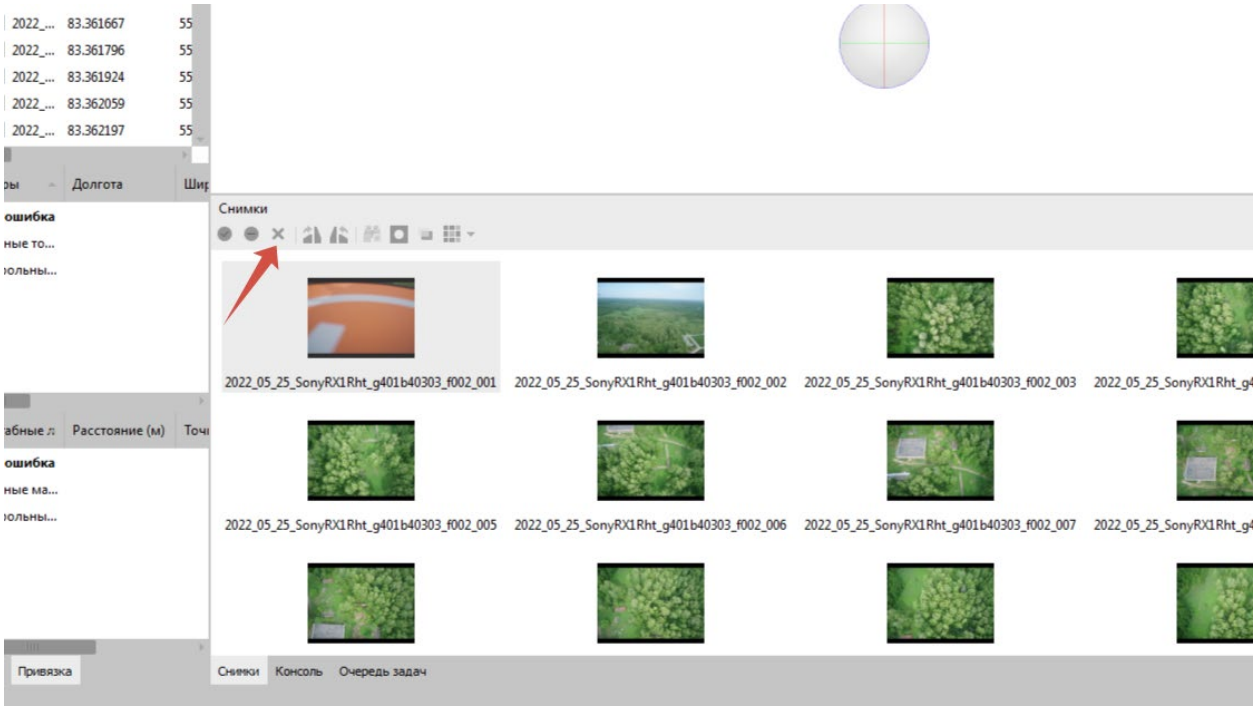


Рисунок 9 – Удаление ненужных снимков

2.2.3. Импорт элементов внешнего ориентирования

Далее необходимо произвести импорт элементов внешнего ориентирования, для этого на панели Привязка, необходимо выбрать кнопку Импорт привязки как на (Рис. 10).

Файл проверен

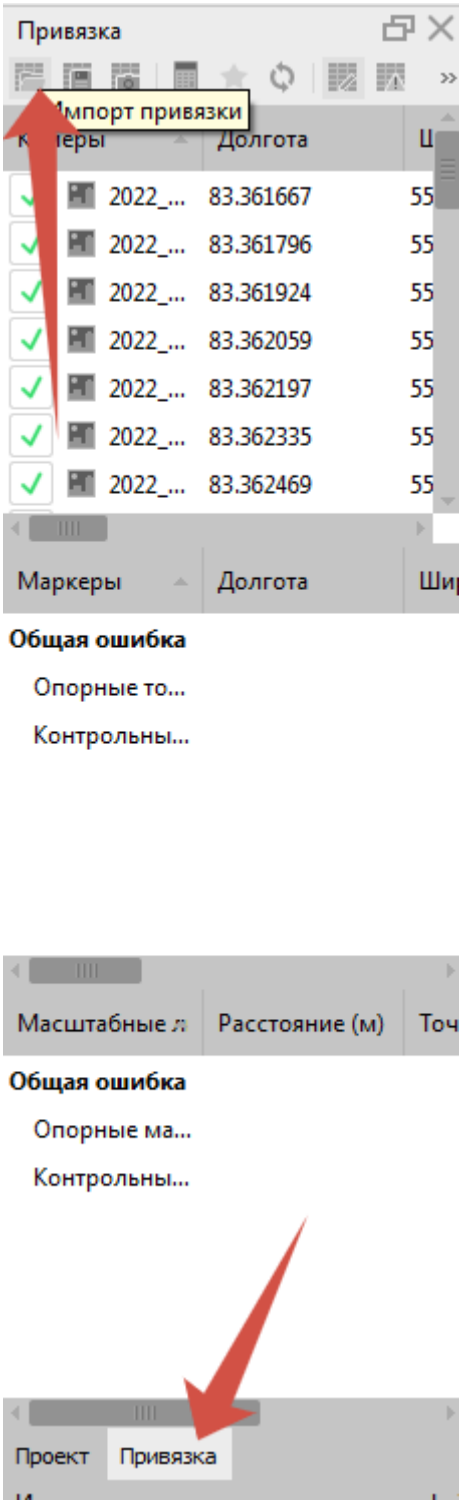


Рисунок 10 – Окно привязки

Далее выбираем файл с привязкой (рис.11)

Файл проверен

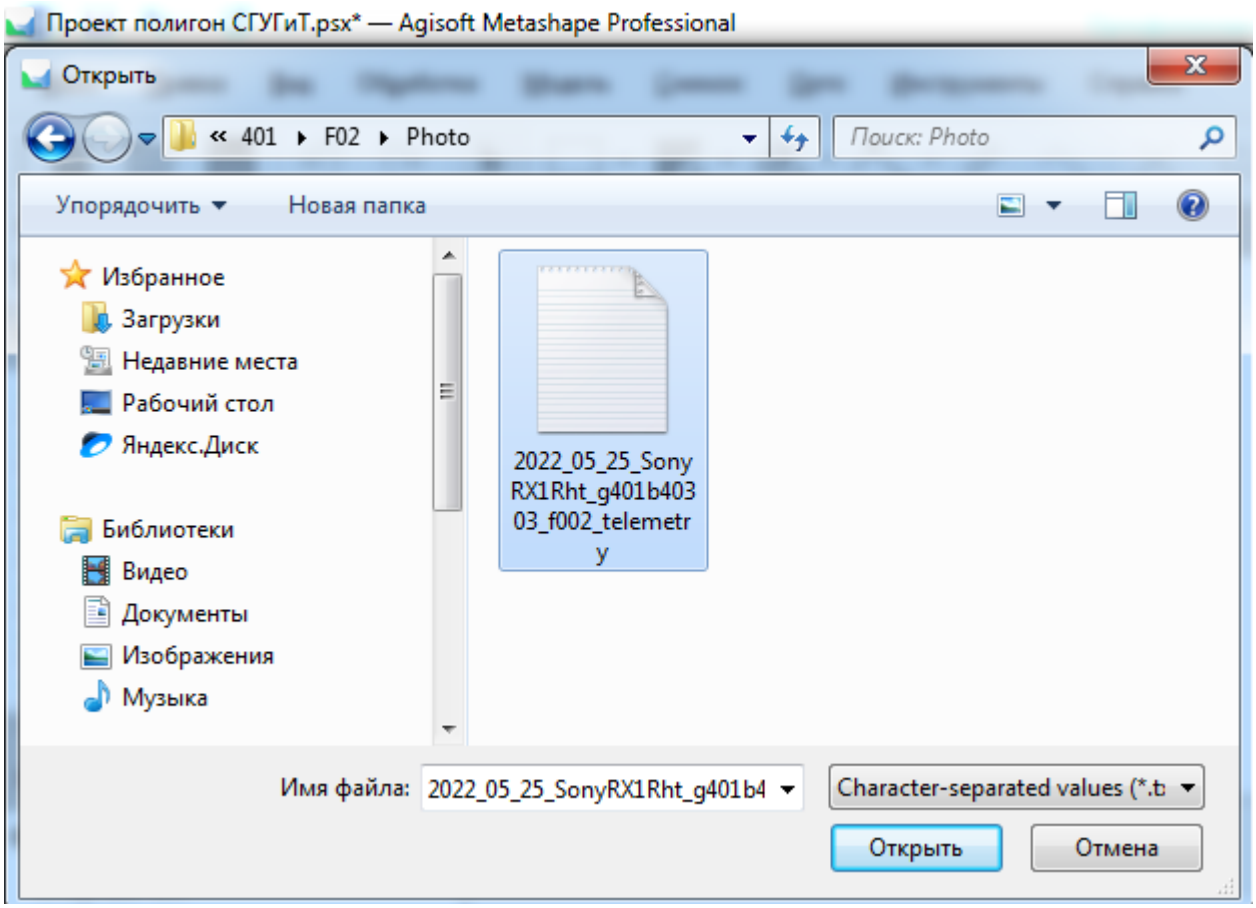


Рисунок 11 – Файл привязки

Затем выполняется проверка правильности всех параметров в файле привязки: система координат, с какой строки импортируются данные, название столбцов (обязательно проверить широту, долготу, крен, тангаж и курс) Pitch – тангаж, Roll – крен, Yaw – курс (Рисунок 15).

При необходимости задайте предполагаемую точность определения координат.

Нажмите кнопку OK. (рис.12)

Файл проверен

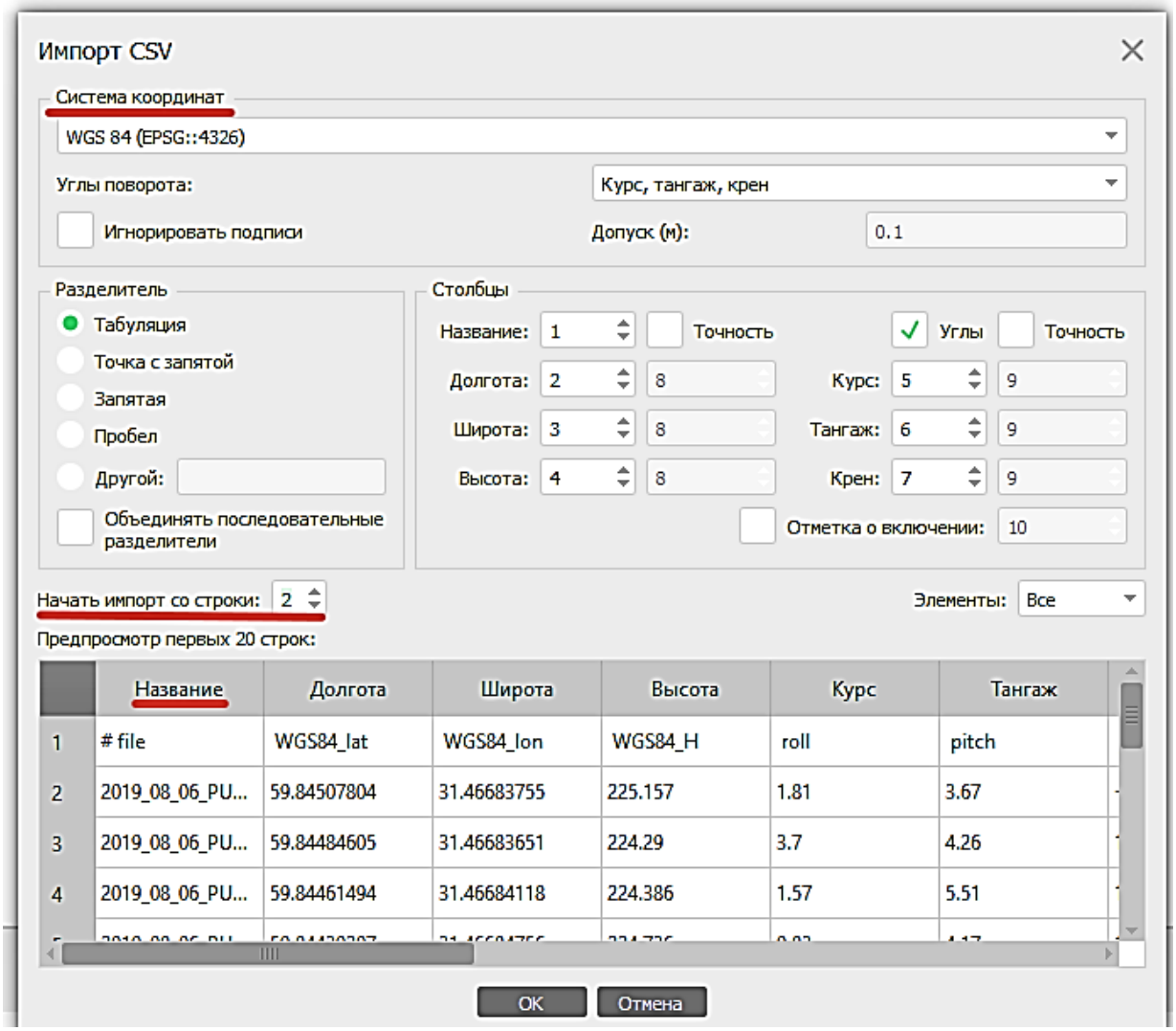


Рисунок 12 – Настройка импорта CSV

В MetaShape поддерживается импорт данных о внутренней и внешней ориентации камеры, а также калибровочных параметров. Точные сведения можно загружать вместе с изображениями для последующего формирования 3D-модели.

Для этого выполняются следующие шаги: выбирается пункт «Импорт камер» в меню «Файл», указывается формат файла, затем выбирается нужный файл и подтверждается его открытие.

Импортированные данные отображаются в проекте во вкладках «Уточненная» и «Просмотр».

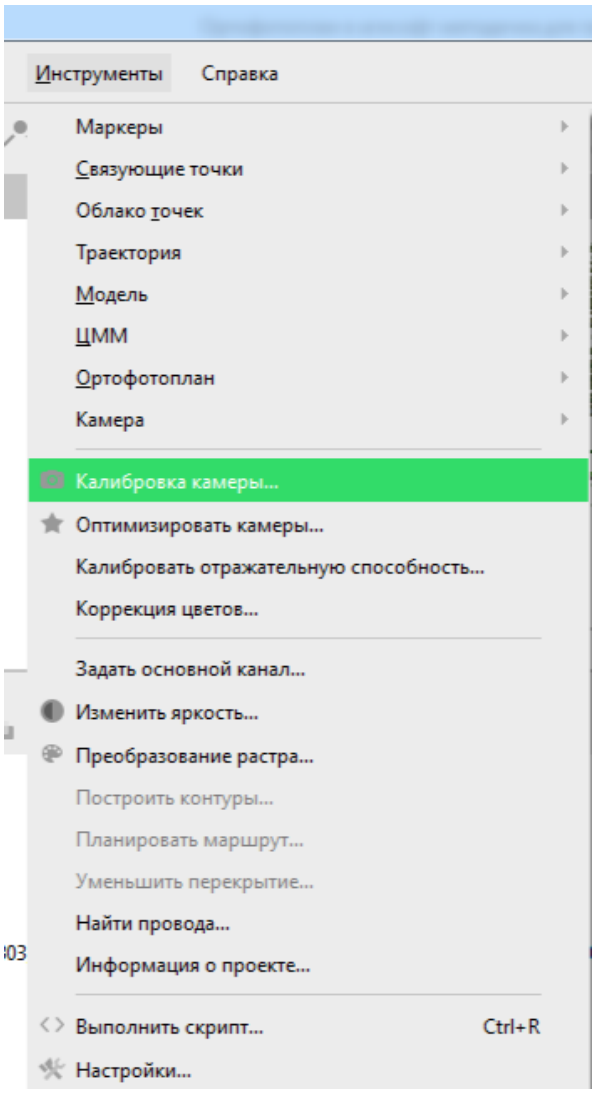
Файл проверен

Поддерживаются форматы файлов: *.xml, *.ori, *.dat, *.prj, *.out, *.rzml, *.nvm, *.abc, *.fbx, *.txt.

2.2.4. Калибровка камеры

Фотограмметрическая калибровка камеры позволяет определить параметры внутренней ориентации и нелинейных искажений объектива. В случае неправильных расчетов элементов ориентирования камеры возможно вручную задать параметры калибровки.

Для выполнения калибровки камеры в главном меню выбирается вкладка «Инструменты» и активируется функция «Калибровка камеры». (рис.13)



Файл проверен

Рисунок 13 – Вкладка Инструменты

Для внесения корректировок или уточнений параметров калибровки камеры следуют следующим этапам: во вкладке «Инструменты» выбирается пункт «Калибровка камеры...».

В левой части диалогового окна «Калибровка камеры» производится выбор группы калибровки, параметры которой необходимо обновить.

На вкладке «Начальная» вводятся новые значения соответствующих параметров в предназначенные для этого поля.

Задается значение «Калиброванный» для параметра «Тип».

В разделе «Фиксированные параметры» отмечаются те параметры, которые должны оставаться без изменений в процессе дальнейшей обработки.

Далее повторяется описанная процедура для всех групп калибровки, требующих обновления.

Для применения внесенных изменений нажимается кнопка «OK». (рис.14)

Список параметров калибровки камеры включает:

f — фокусное расстояние (в пикселях);

cx, cy — координаты главной точки (пересечения оптической оси с сенсором);

b1, b2 — коэффициенты аффинности и скоса;

k1, k2, k3, k4 — коэффициенты радиальной дисторсии;

p1, p2 — коэффициенты тангенциальной дисторсии.

Файл проверен

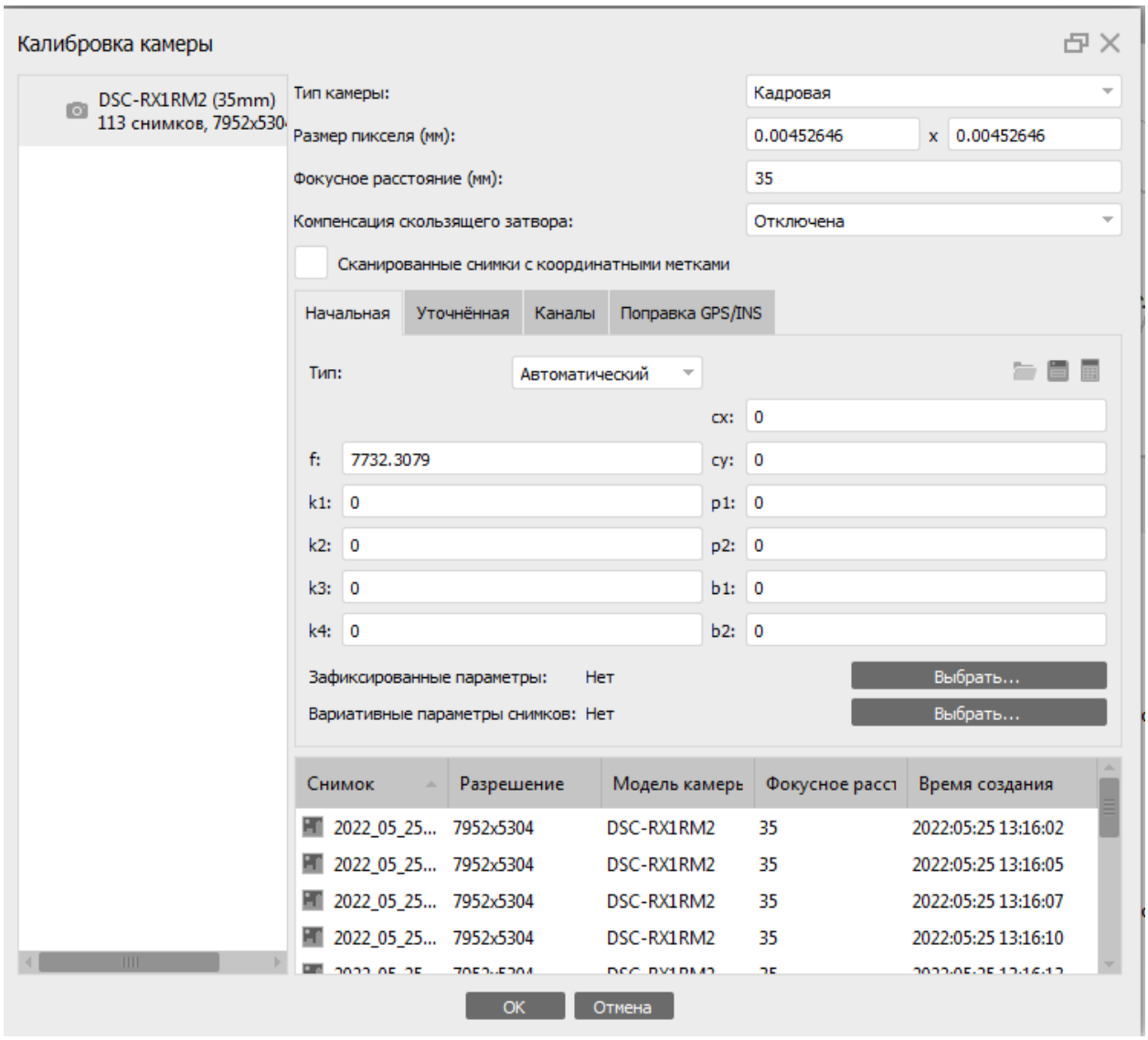


Рисунок 14 – Настройка калибровки камеры

В разделе «Поправка GPS» требуется задать правильные офсеты, которые можно найти на сайте производителя или в технической документации (рис. 15). Офсеты представляют собой корректировки положения встроенного GPS-модуля и предназначены для устранения ошибок, возникающих вследствие смещения центра приемника относительно камеры, например, внутри корпуса беспилотника.

Файл проверен

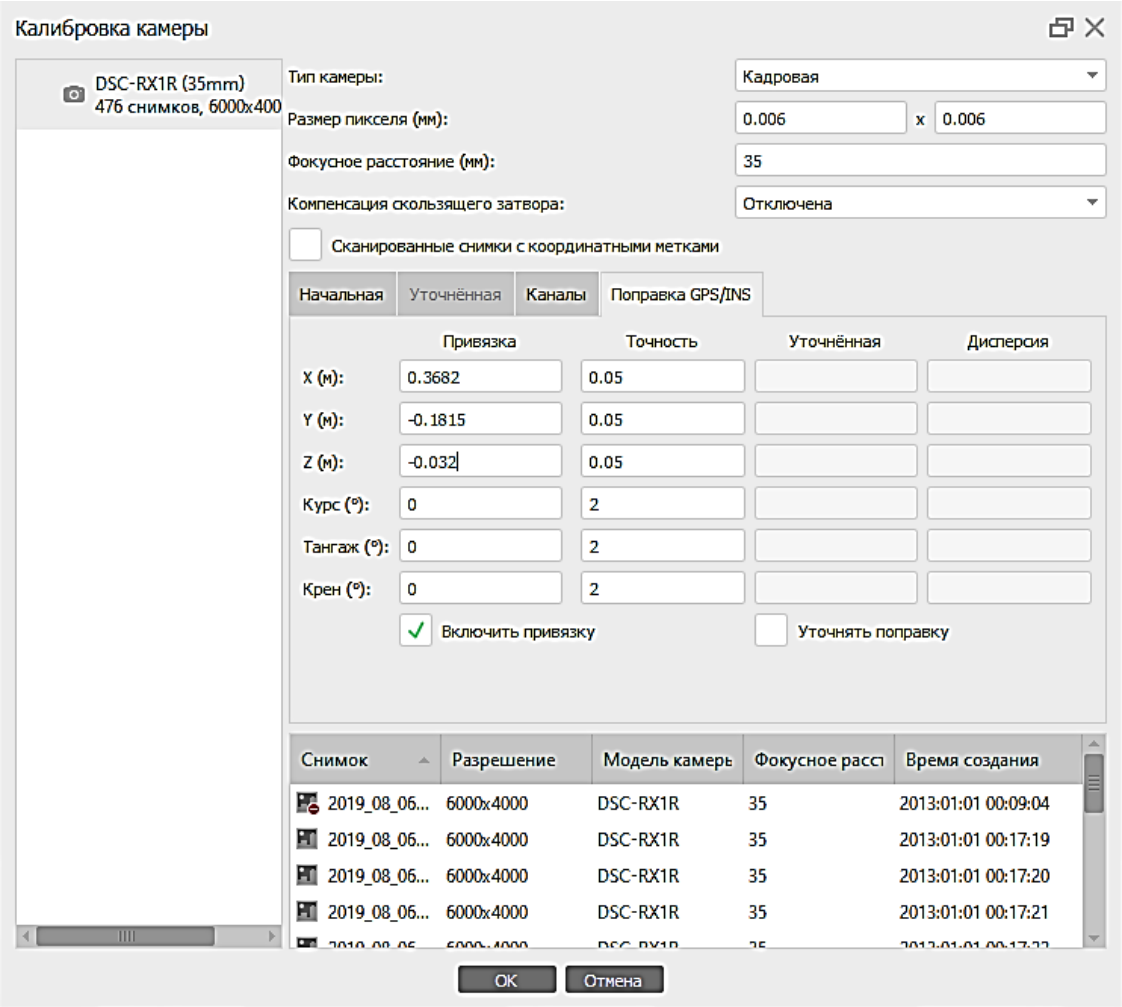


Рисунок 15 – Поправка GPS

2.2.5. Оптимизация камер

Процесс фототриангуляции с использованием метода независимых связок для выровненного блока запускается командой «Оптимизация камер». В ходе данного этапа происходит уточнение параметров внутренней и внешней ориентации, а также вычисление координат связывающих точек. В работу включаются все доступные измерения с учетом их точности, включая проекции связующих точек и маркеров, координаты центров съемки (например, на основе GPS), координаты опорных точек, длины масштабных линеек и другие соответствующие

Файл проверен

данные. В окне Привязка инструмент Оптимизировать камеры. (рис.16). Окно настройки оптимизации камер на (рис.17)

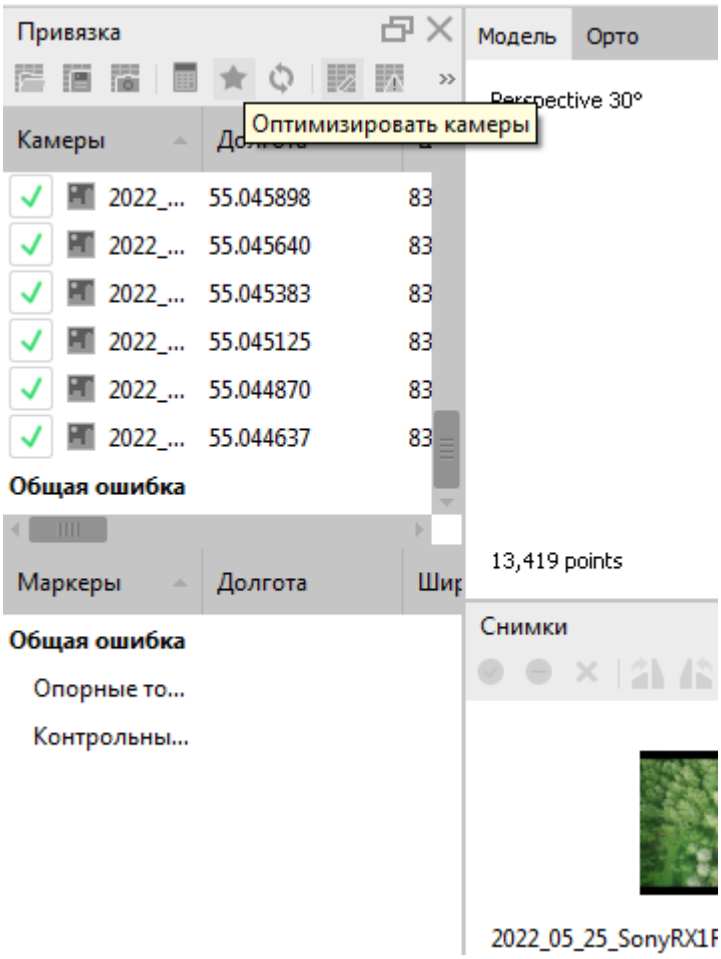


Рисунок 16 – Кнопка Оптимизация камер

Файл проверен

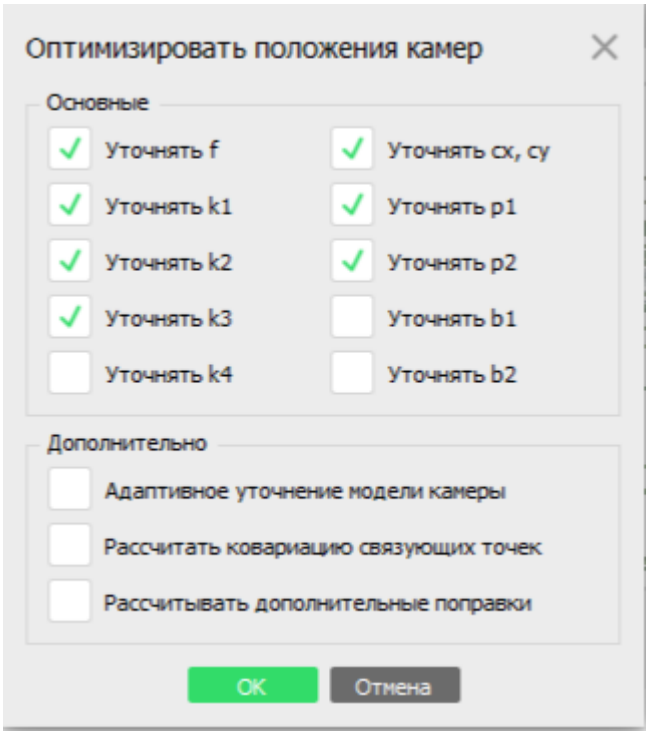


Рисунок 17 – Настройка оптимизации камер

2.2.6. Выравнивание снимков

После выполнения привязки следует перейти к этапу выравнивания камер, который осуществляется через раздел «Обработка» — «Выровнять снимки». В процессе настройки необходимо активировать общую преселекцию и преселекцию по привязке, а также выбрать высокую точность выравнивания. Метод выравнивания основывается на блоковой фототриангуляции с использованием метода независимых связок. На этом этапе программное обеспечение ищет совпадающие точки на снимках и по ним определяет параметры внешней и внутренней ориентации камер, а также их расположение, ориентацию и внутреннюю геометрию. В результате формируется разреженное облако общих точек и определяется расположение камер.(рис.18), (рис.19)

Файл проверен

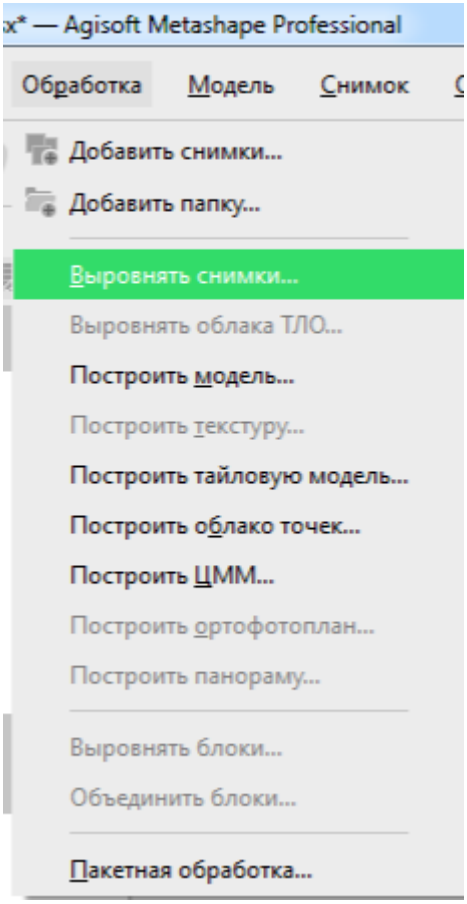


Рисунок 18 – Меню Обработка

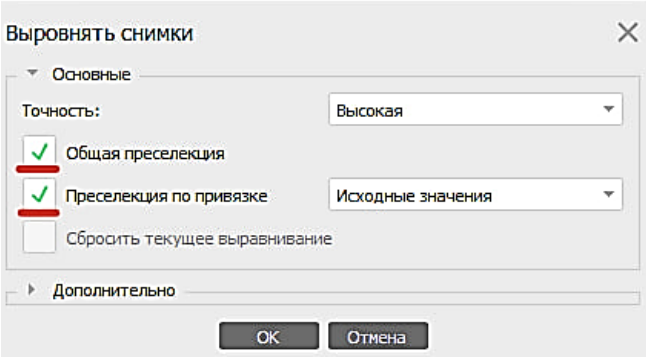


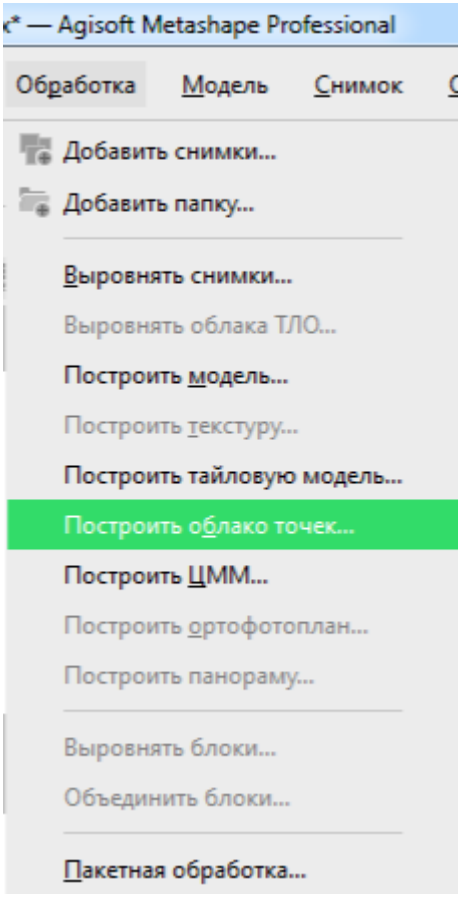
Рисунок 19 – Выравнивание снимков

2.2.7. Создание облака точек

В процессе работы программа Metashape формирует такое облако, исходя из внутренних и внешних параметров камеры. Облако точек представляет собой совокупность точек в трехмерном пространстве,

Файл проверен

каждую из которых характеризуют координаты и, зачастую, цветовую информацию. Оно служит основой для создания трехмерных моделей объектов и сцен, а также используется для анализа формы, размеров и расположения элементов в пространстве. Этот процесс начинается с построения карт глубины на базе плотной стереореконструкции и фототриангуляции для каждого изображения, что позволяет определить ориентацию камеры и вычислить глубины. Каждое изображение пересекается с несколькими соседними, что дает возможность объединить отдельные карты глубины в единое итоговое облако, которое дополнительно очищается от ошибок. Облако состоит из частичных облаков, с нормализацией по плоскости и добавлением цветовой информации. Надежность каждой точки отображается меткой, которая может использоваться для фильтрации низкокачественных данных. Вкладка Обработка → Построить облако точек. (рис.20)



Файл проверен

Рисунок 20 – Меню Обработка

Задаём параметры построения облака точек. Качество выбираем в зависимости от желаемого качества модели. При выборе параметра «Низкое» скорость обработки уменьшается, вместе с этим теряется качество обработки. (рис.21)

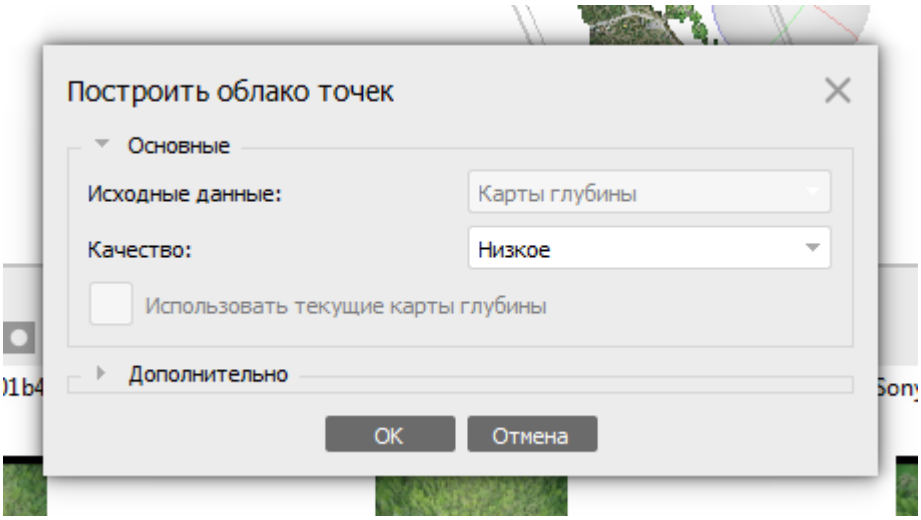


Рисунок 21 – Настройка параметров окна облака точек

Результат построения облака точек представлен на (рис.22).

Файл проверен

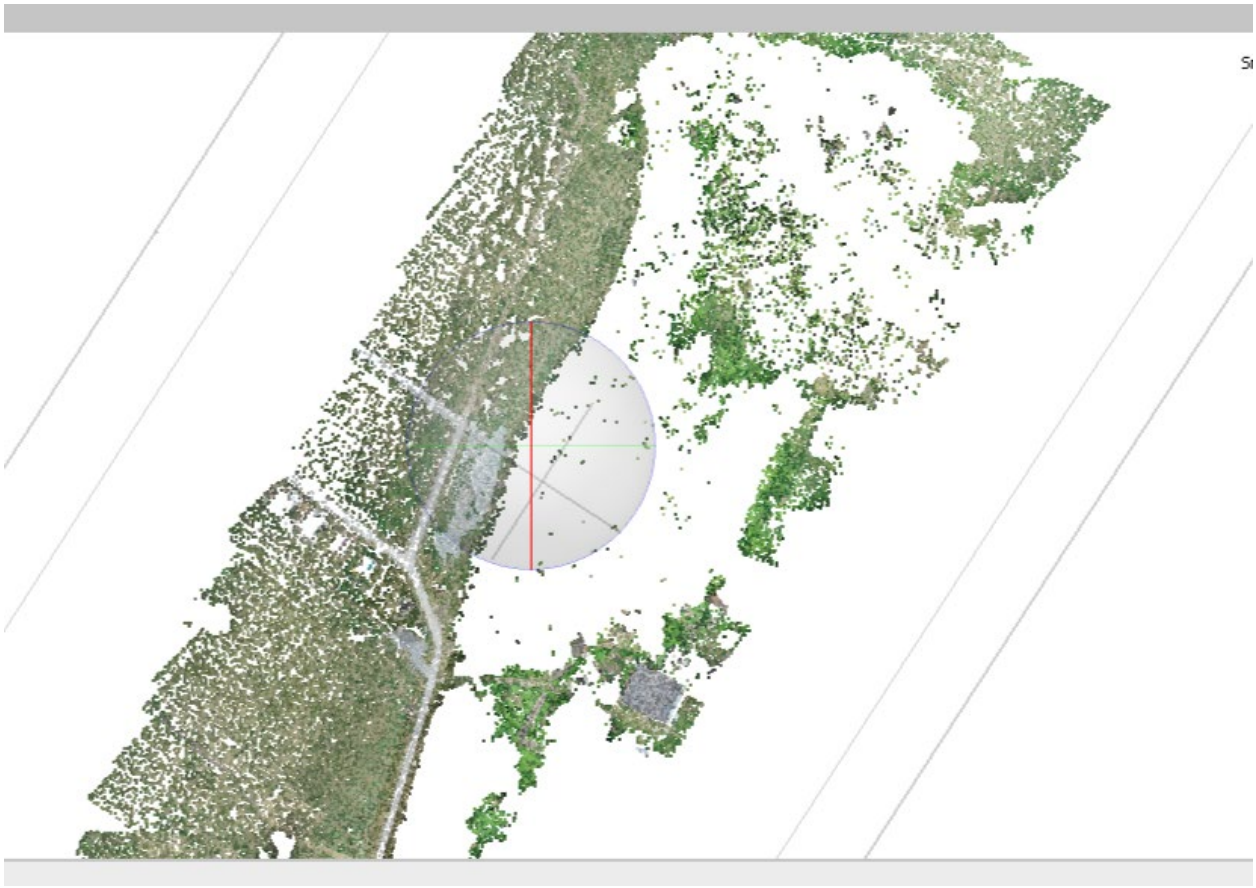


Рисунок 22 – Результат

2.2.8. Удаление выбросов

После создания облака точек необходимо удалить выбросы (ошибочно измеренная высота объектов не относящаяся к рельефу местности). Для этого необходимо выбрать инструмент Выделение произвольной области, выделить точку и нажать клавишу DELET. (рис.23)

Файл проверен

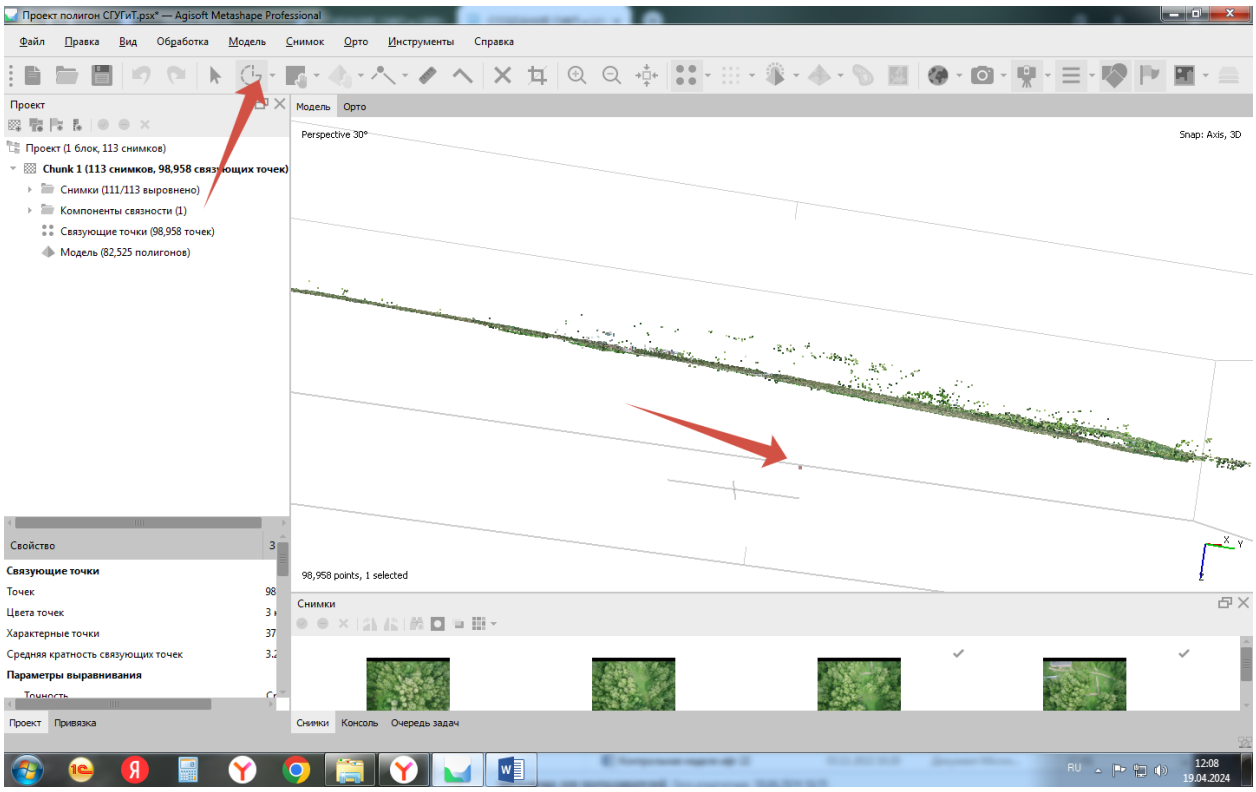


Рисунок 23 – Удаление выбросов

2.2.9. Создание трёхмерной модели

Облако точек служит основой для создания трехмерных моделей: по результатам обработки можно получить полигональную модель, основанную на облаке точек. Модель в трехмерной реконструкции служит для представления и анализа объектов или сцен в удобной и понятной форме. Она позволяет визуализировать реальные объекты с различными уровнями детализации. В случае работы с облаком точек и результатами фотограмметрии, модель помогает преобразовать необработанные данные в структурированное и легко интерпретируемое представление окружающего пространства или объекта. Для построения модели в главном меню вкладка Обработка выбрать команду Построить модель. (рис.24)

Файл проверен

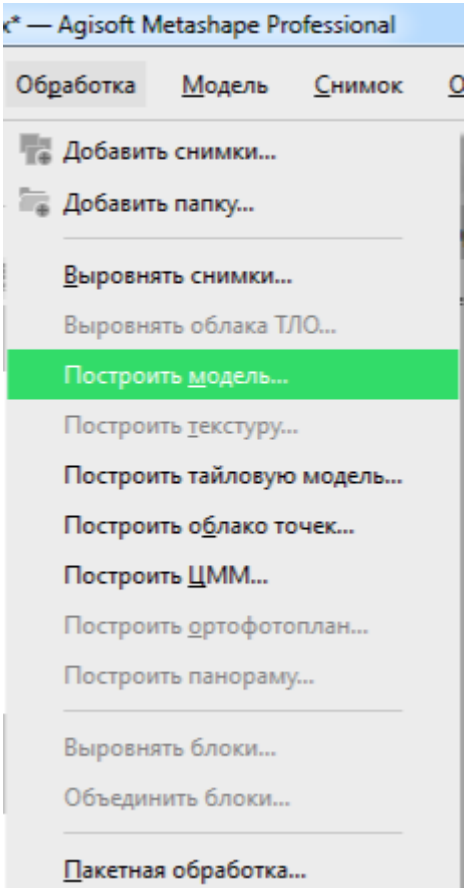


Рисунок 24 – Обработка построить модель

В окне построения модели необходимо задать исходные данные, пример выполненных настроек на (рис.25). Результат построения представлен на (рис.26).

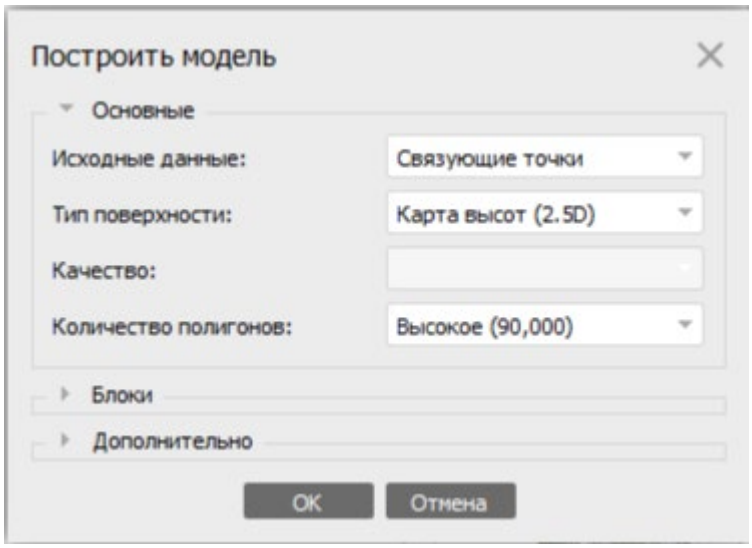


Рисунок 25 – Настройка окна Построение Модели

Файл проверен

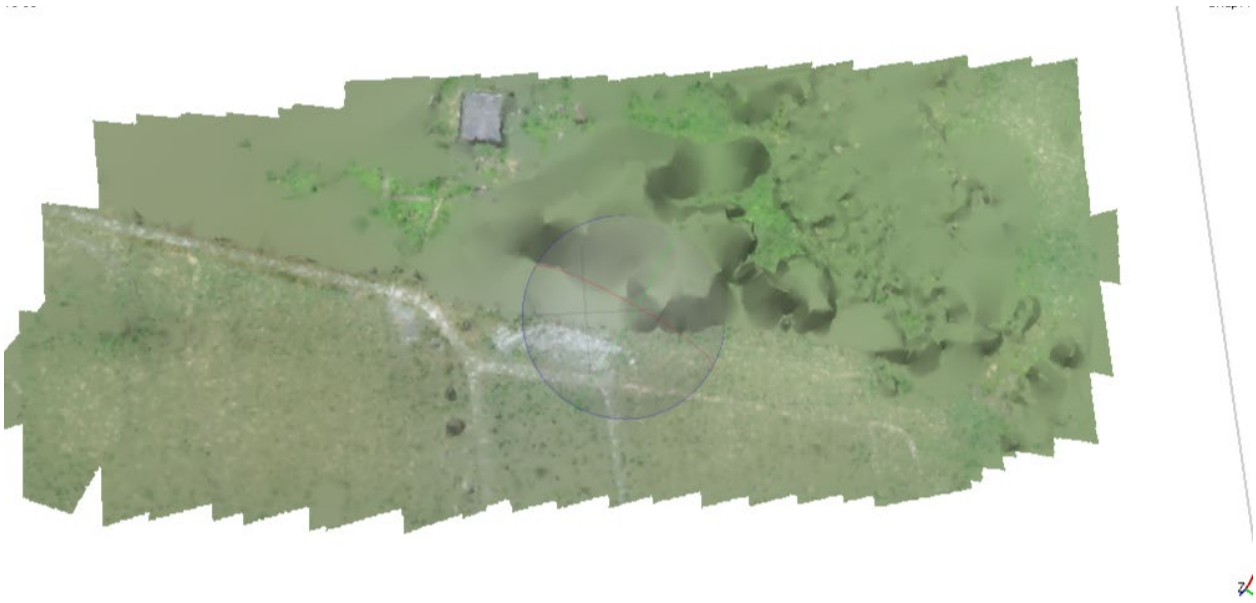


Рисунок 26 – Результат построения модели

2.2.10. Создание ортофотоплана

Для создания ортофотоплана исходные фотографии проецируются на поверхность полигональной модели или цифровой модели местности (ЦММ). В зависимости от выбранного метода проекции эти изображения преобразуются в двухмерное представление объекта съемки. Использование исходных снимков обеспечивает получение финального изображения с высоким разрешением. Обычно ортофотоплан является основным результатом обработки аэрофотосъемки и используется для создания геопривязанных двумерных карт, которые сохраняют реальные размеры и формы объектов, что позволяет проводить точные измерения, планировочные работы и картографические анализы. Также ортофотоплан обеспечивает базу для геодезической съемки, планирования строительных и инженерных проектов. Обработка → Построить ортофотоплан (рис. 27).[1]

Файл проверен

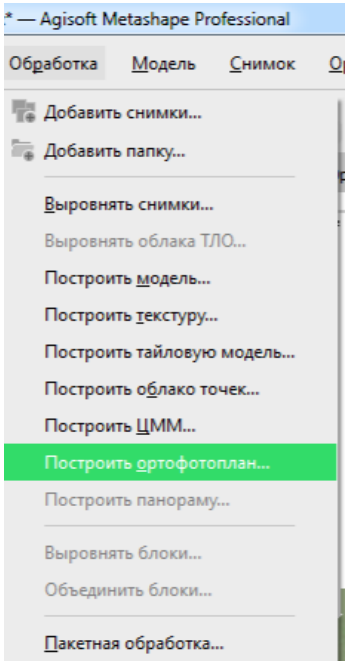


Рисунок 27 – Вкладка Обработка

Результат построения представлен на (рис.28).

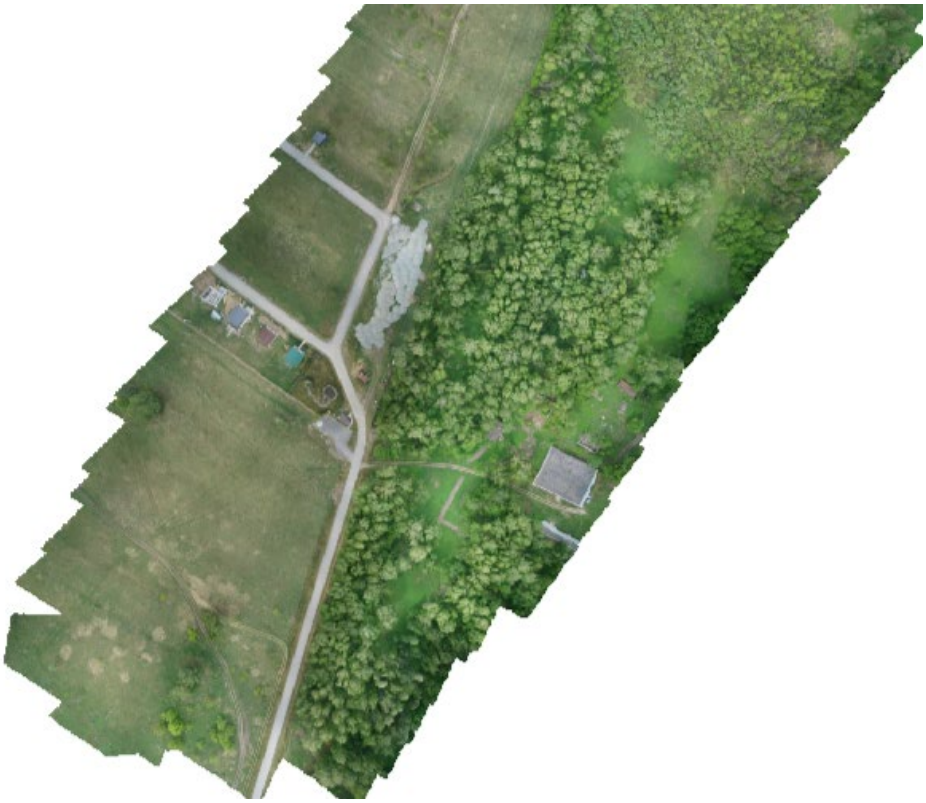


Рисунок 28 – Результат построенного ортофотоплана

Файл проверен

2.2.11. Создание Цифровой Модели Местности (ЦММ)

ЦММ, или Цифровая Модель Местности (англ. DTM — Digital Terrain Model), представляет собой модель поверхности в виде регулярной сетки значений высот. Этот продукт является одним из основных результатов обработки аэрофотоснимков в программе Metashape. Модель может быть создана на основе плотного или разреженного облака точек, карт глубины или полигональной модели. Наиболее предпочтительным является использование плотного облака точек, поскольку это обеспечивает более высокую точность и исключает необходимость построения полигональной модели, что сокращает время обработки. Возможность выполнения различных измерений на базе ЦММ предоставляется в Agisoft Metashape Professional, что особенно полезно при мониторинге строительных площадок или участков добычи полезных ископаемых. Для формирования ЦММ в главном меню выбирается вкладка «Обработка» → «Построить ЦММ» (рис.29)[1]

Файл проверен

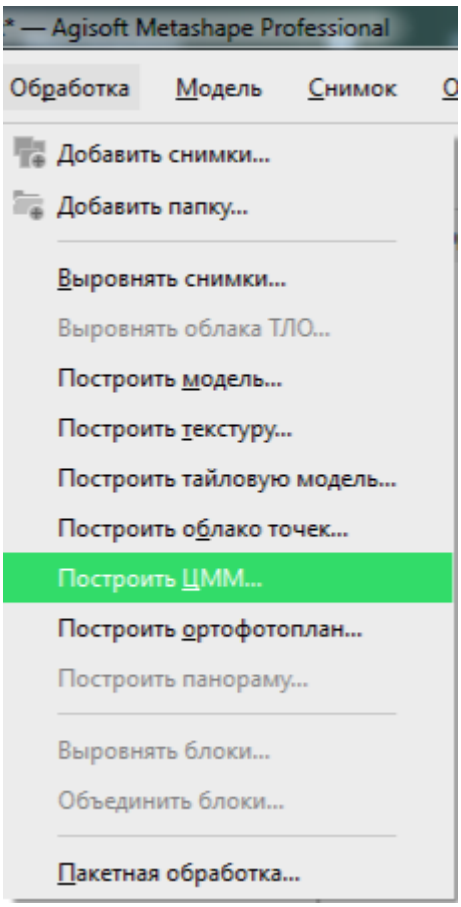


Рисунок 29 - Вкладка Обработка

Выставляем параметры для построения ЦММ. В качестве исходных данных используем связующие точки. (рис.30)

Файл проверен

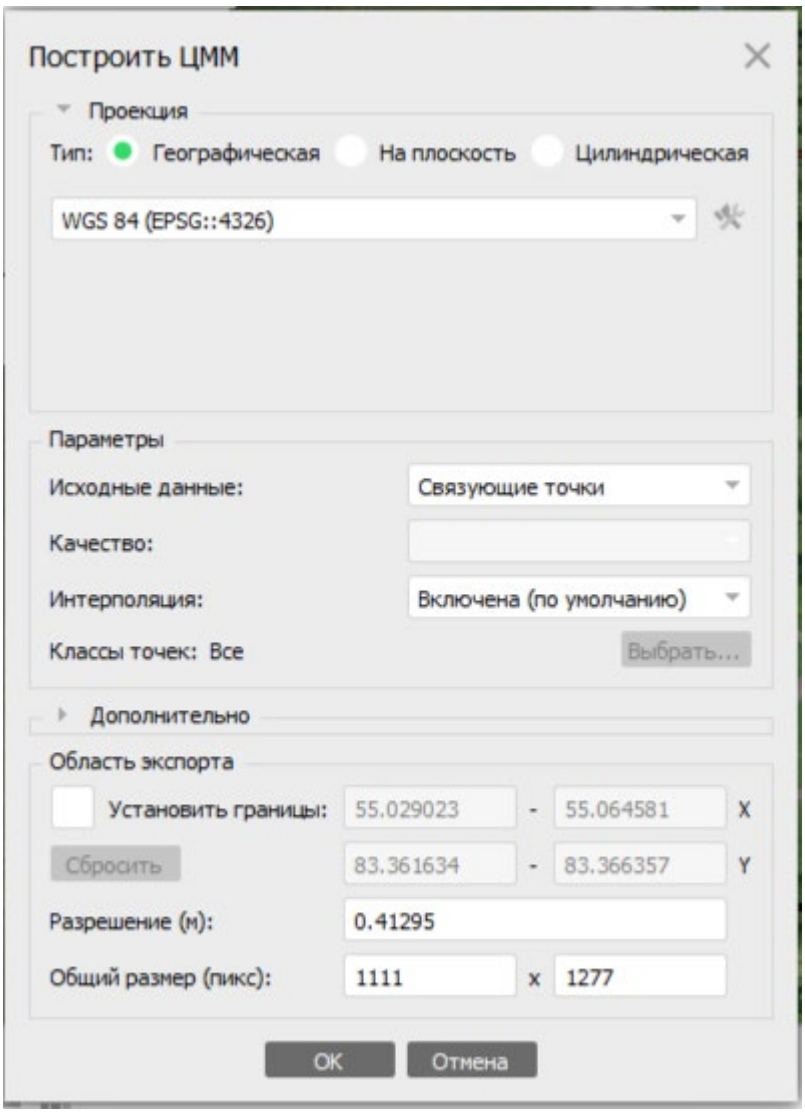


Рисунок 30 – Окно Построения ЦММ

Результат готового ЦММ представлен на (рис.31).

Файл проверен

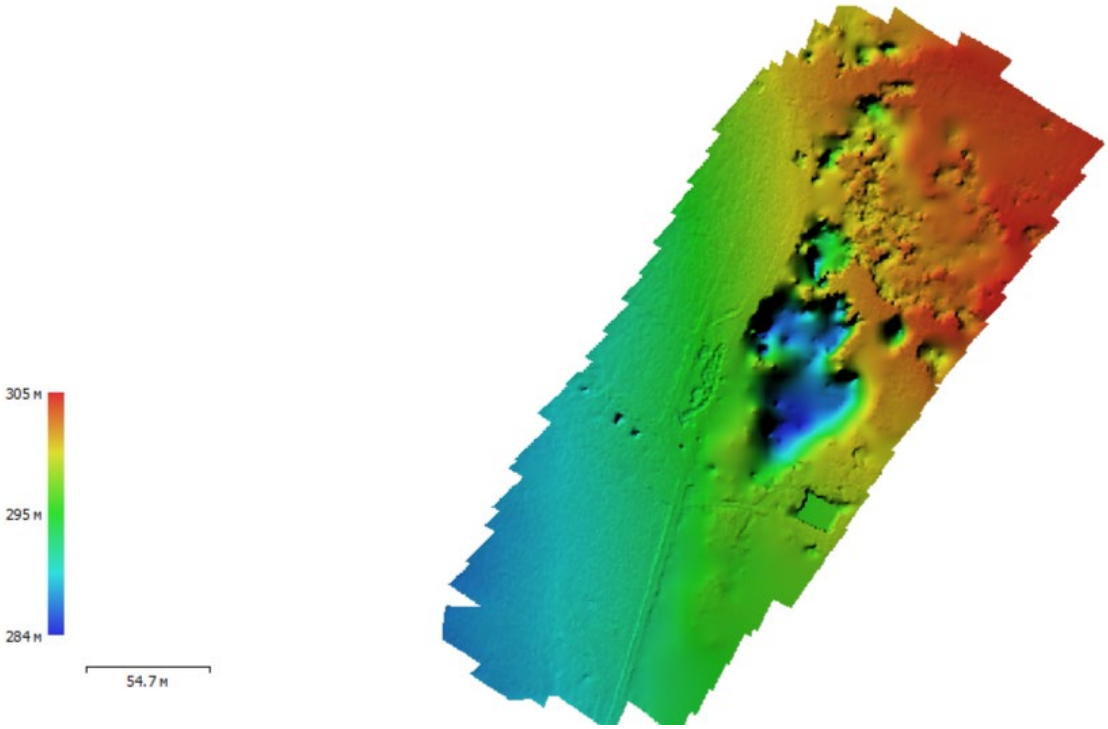


Рисунок 31 – Построенная ЦММ

Для интеграции в другие ПО экспорт ЦММ можно выполнить следующим образом. ФАЙЛ → Экспорт → Экспорт ЦММ. В окне экспорта настройки оставляем по умолчанию как на (рис.32).

Файл проверен

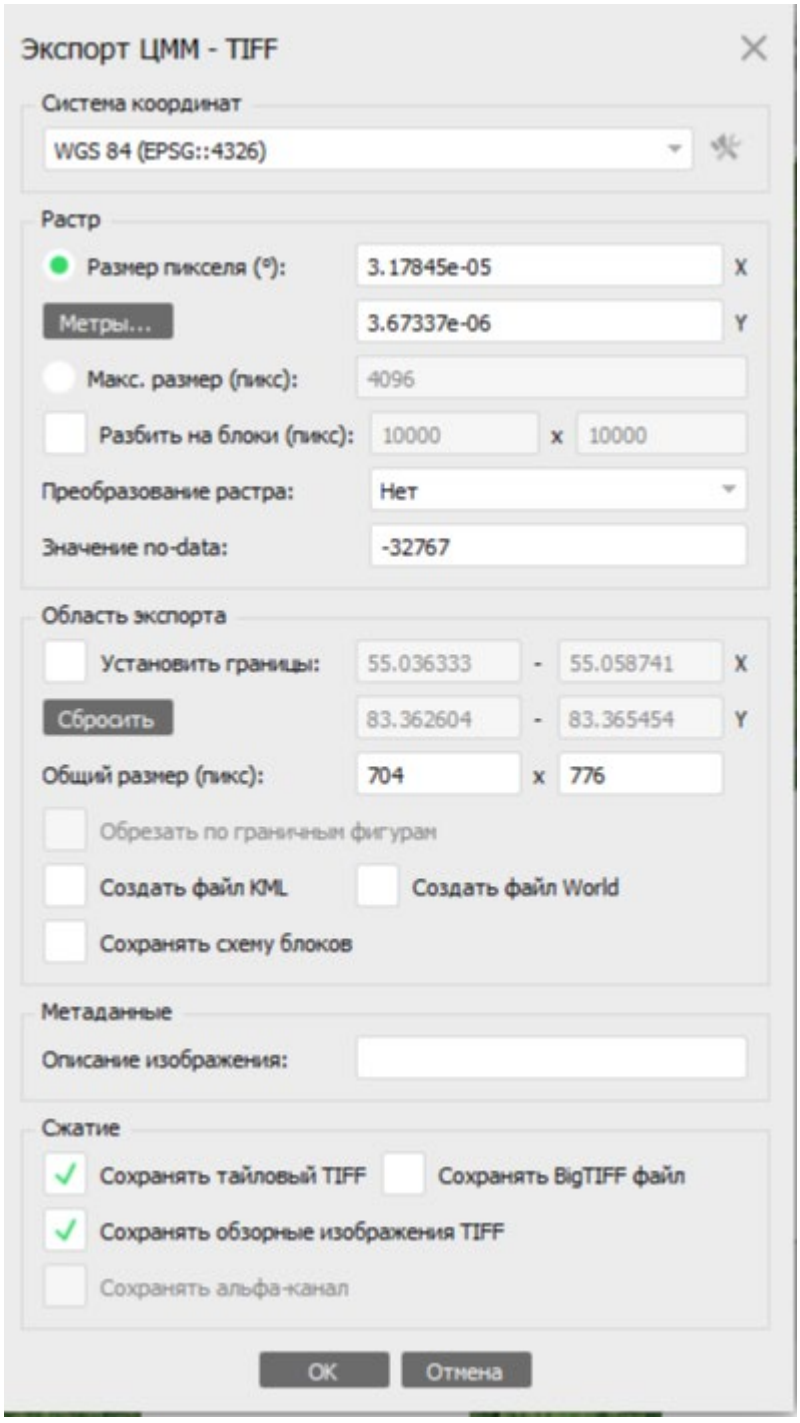


Рисунок 32 - Экспорт ЦММ

Файл проверен

2.3. Подготовка выходных файлов для интеграции с другими программными продуктами

2.3.1. Выделение фрагмента области ортофотоплана

Выделение фрагмента области ортофотоплана осуществляется для получения детальной и точной картографической информации именно по интересующей области.

Для выбора необходимого фрагмента ортофотоплана с целью создания карты в панели инструментов выберите команду «Нарисовать прямоугольник» (рис. 33).

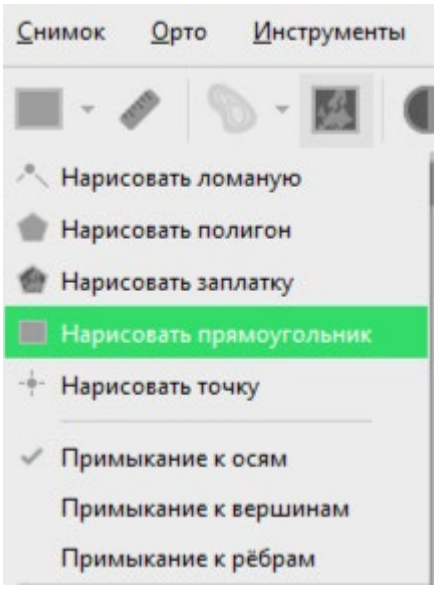


Рисунок 33 – Инструмент прямоугольник

Далее зажимая ЛКМ необходимо выделить необходимый фрагмент на ортофотоплане. (рис.34)

Файл проверен



Рисунок 34 – Фрагмент ортофотоплана

Чтобы фрагмент был сохранён верно, необходимо указать тип границы полигона. Для этого ПКМ по границе полигона и выбрать Тип границы → Внешняя граница. (рис.35)

Файл проверен

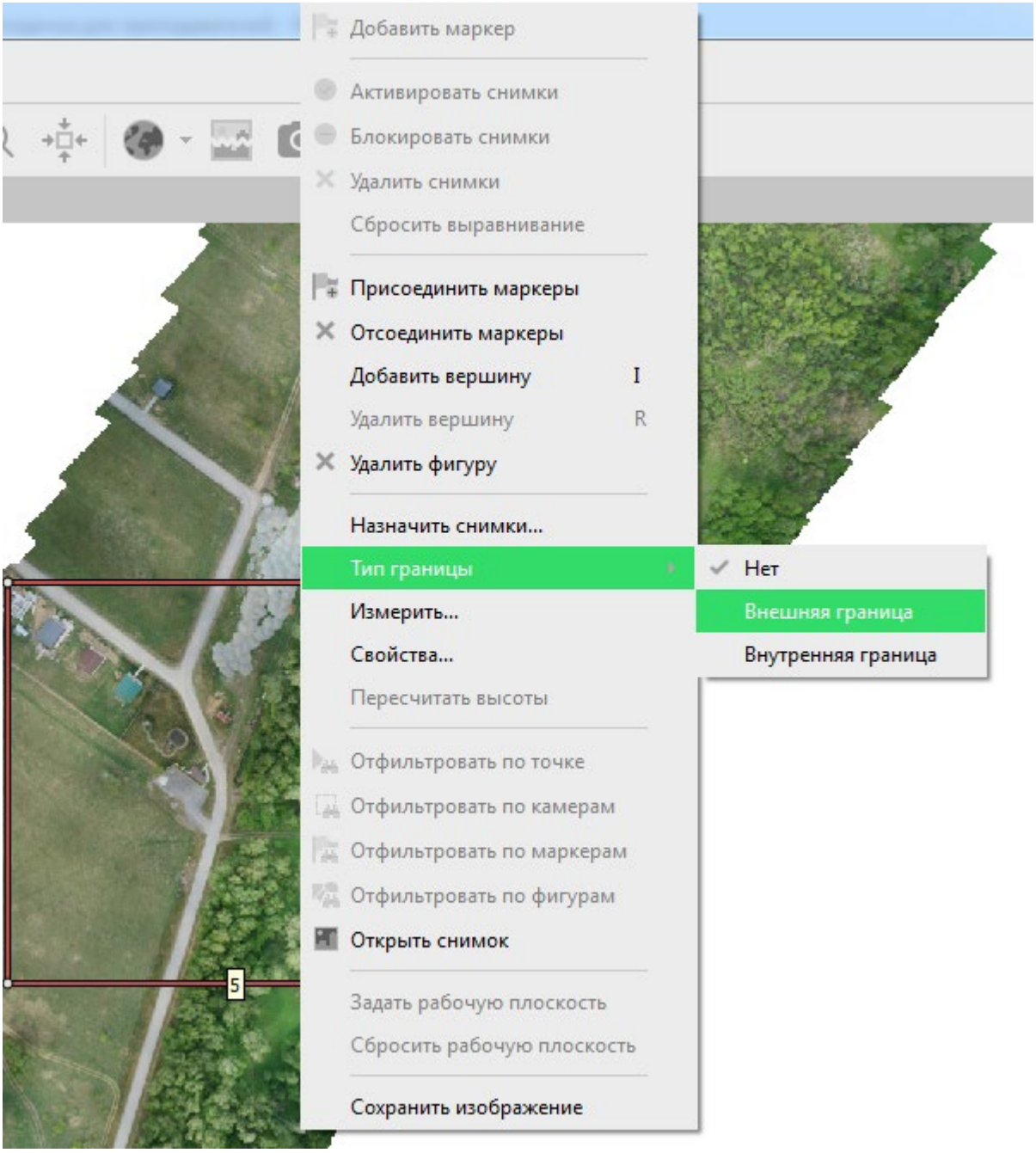


Рисунок 35 - Назначение типа границы

Для экспорта области внутри созданного полигона необходимо нажать ПКМ по его ребру, в результате получается выделенный фрагмент ортофотоплана. (Рисунок 36).

Файл проверен



Рисунок 36 – Выделенный фрагмент ортофотоплана

Далее производим сохранение отчётной документации. Для этого в главном меню вкладка ФАЙЛ → Экспорт → Экспорт ортофотоплана. (Рисунок 37).

Файл проверен

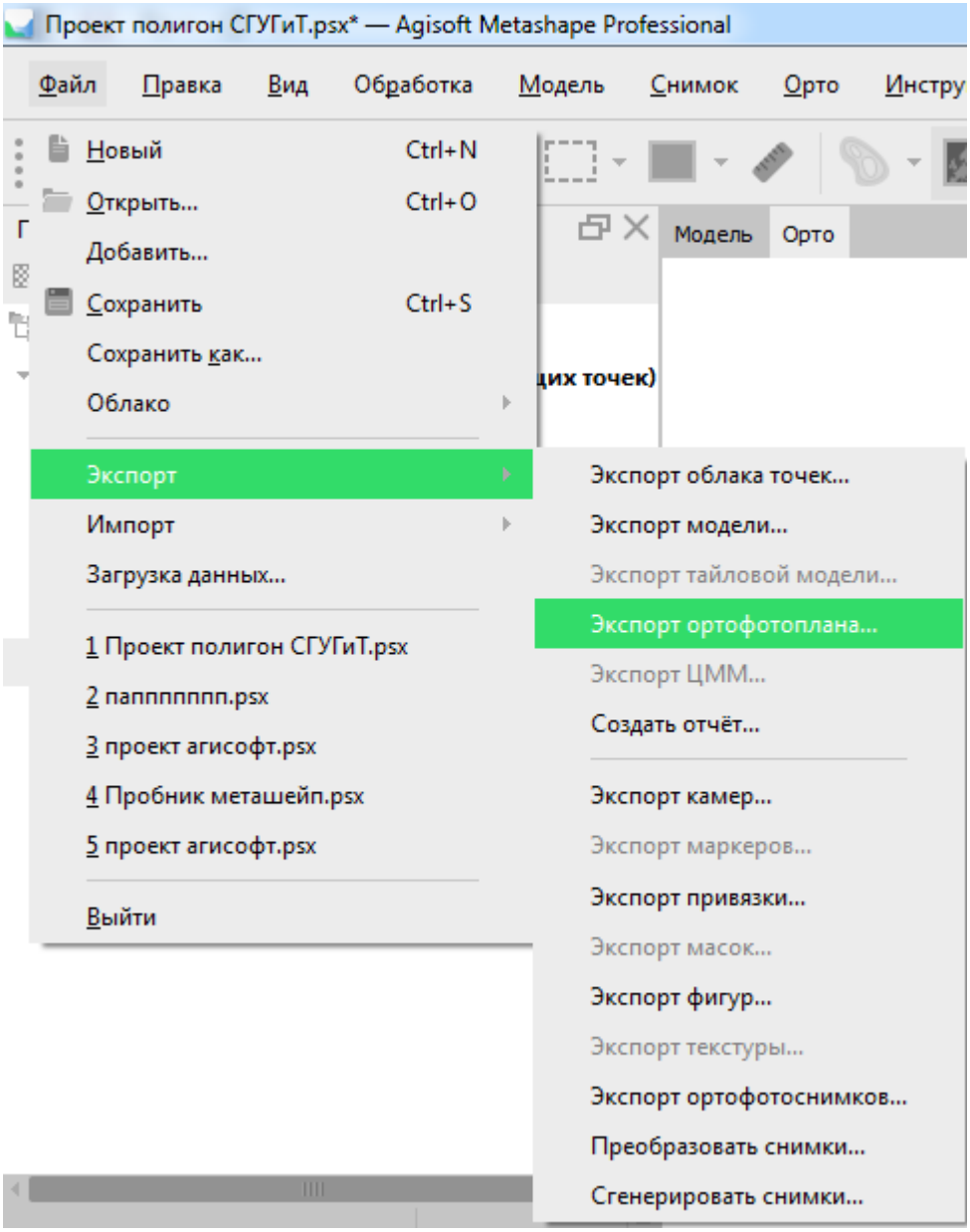


Рисунок 37 – Вкладка ФАЙЛ

Далее указывается тип файла и его имя. (рис.38)

Файл проверен

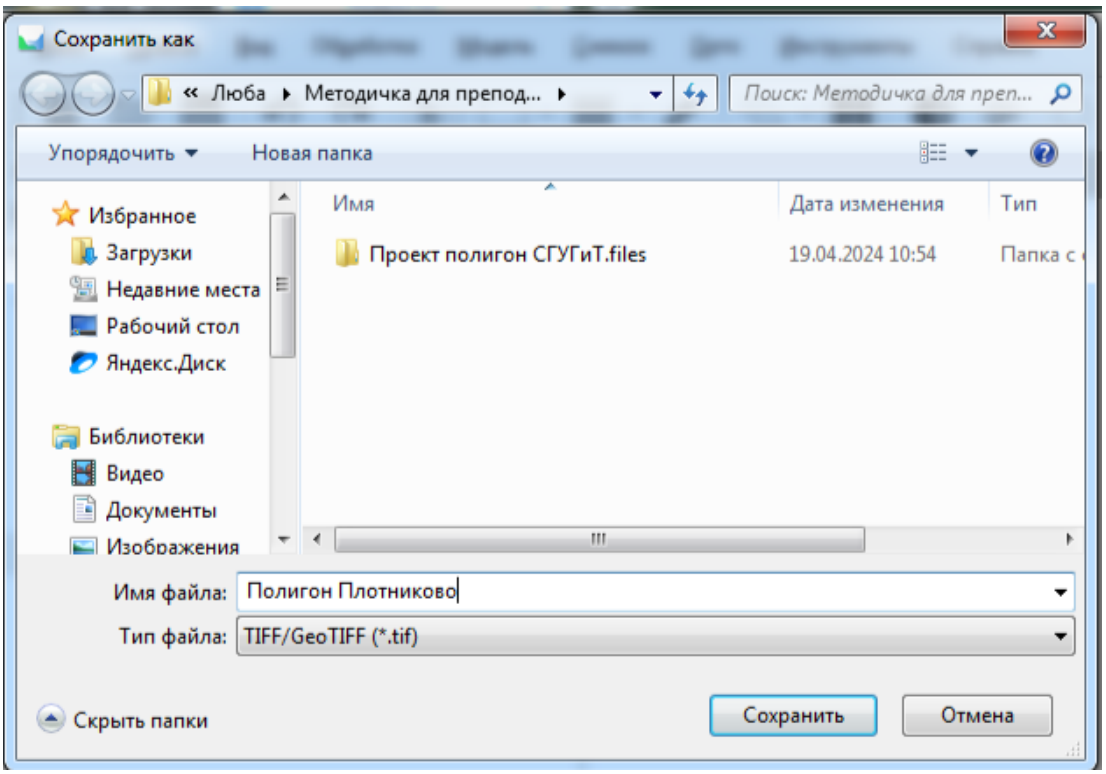


Рисунок 38 – Окно Сохранить как

Далее необходимо выполнить настройки экспорта фрагмента ортофотоплана. Для этого обязательно поставить галочки на Установить границы, создать файл KML, остальные настройки выбираем в соответствии с (рис.39).

Файл проверен

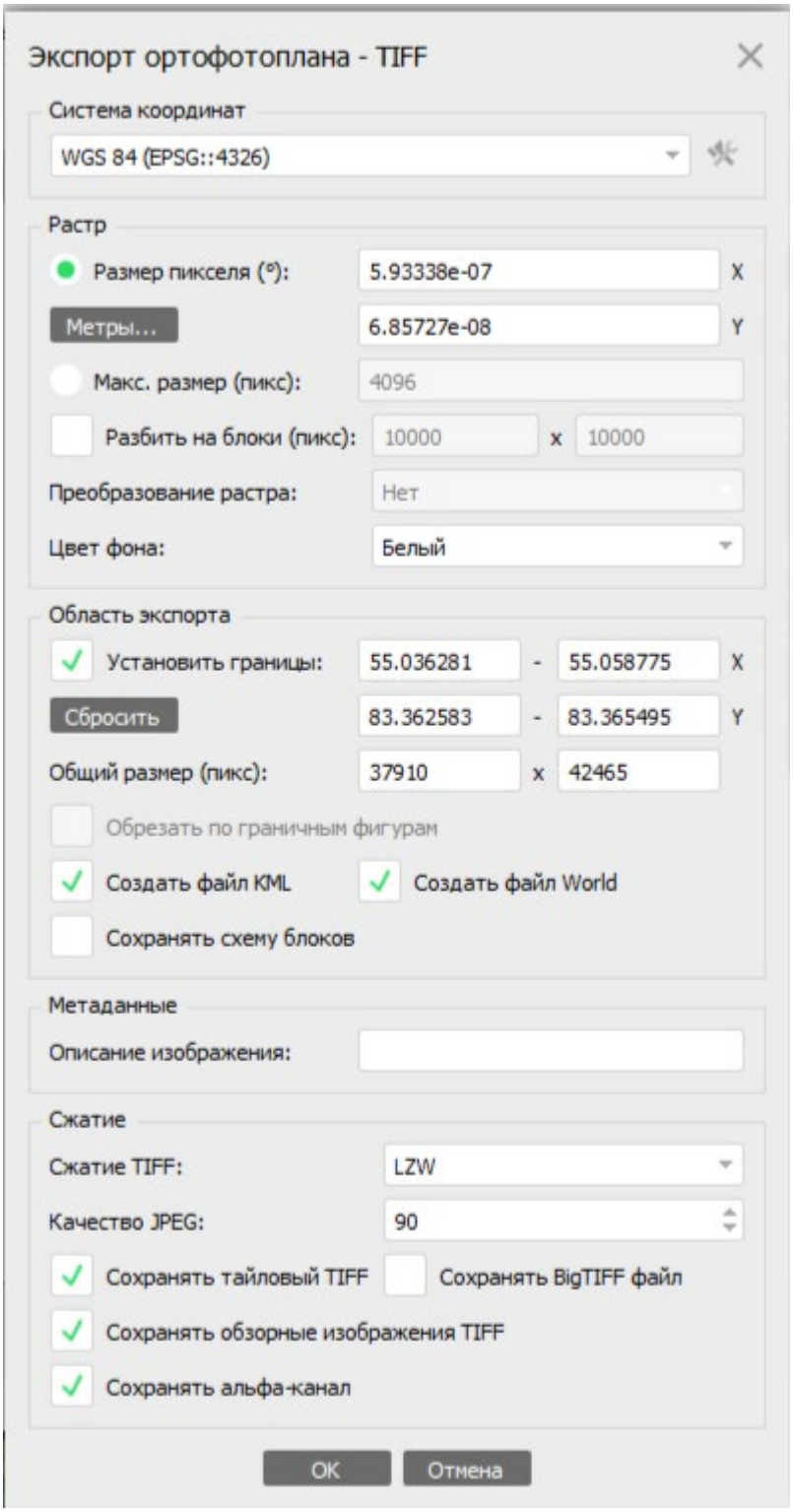


Рисунок 39 – Настройки экспорта фрагмента ортофотоплана

В результате сохранения в папке с проектом появится фрагмент экспортированного ортофотоплана. При экспорте в формате TIFF с геопривязкой координаты углов рамки (левого верхнего и правого нижнего) фиксируются в метаданных файла, что позволяет легко

Файл проверен

определить границы изображения и выполнить его привязку в другом программном обеспечении. (рис.40)

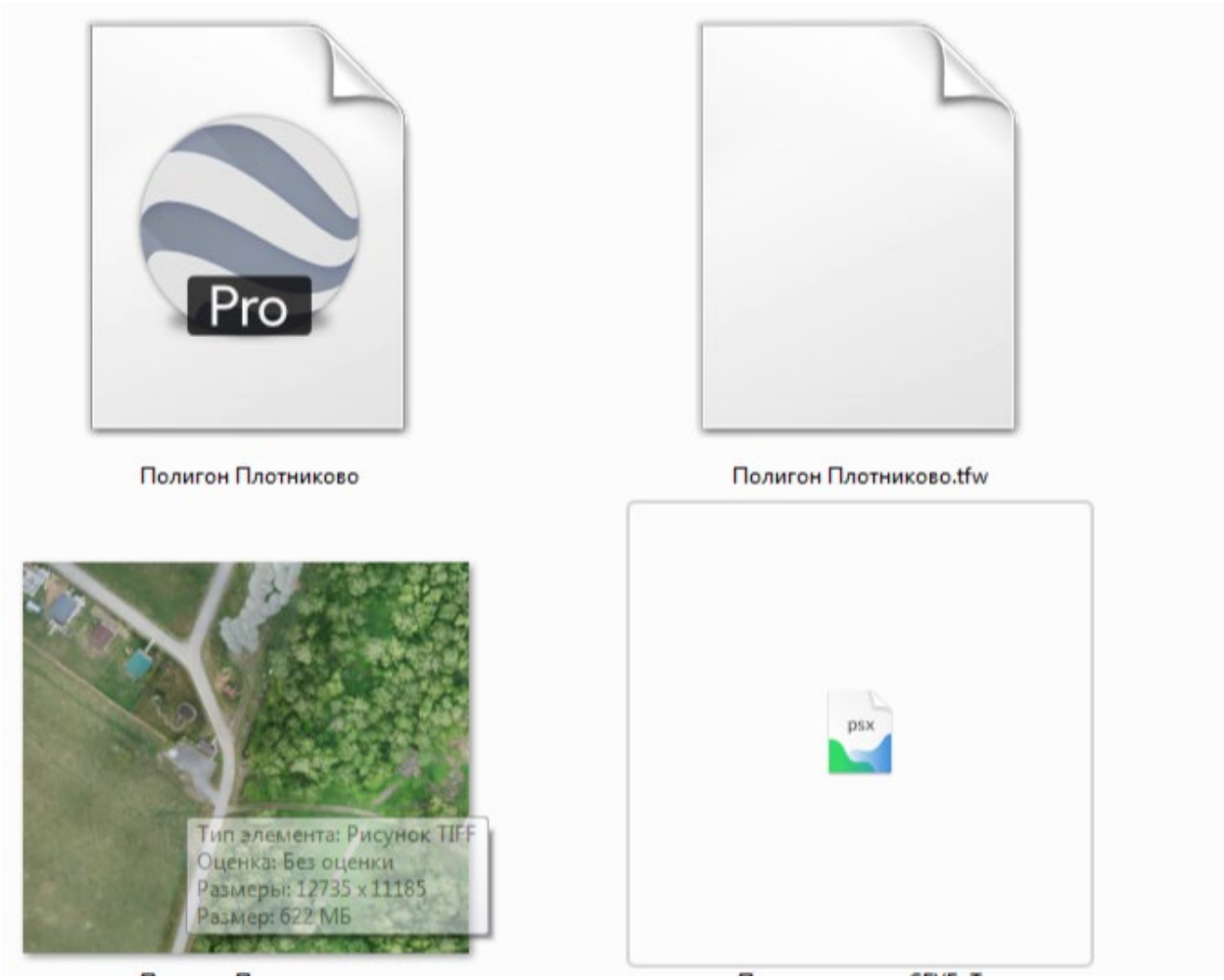


Рисунок 40 – Сохранённые файлы

2.3.2. Создание отчёта об обработке

Конечным результатом обработки аэрофотоснимков является формирование отчёта, который содержит подробную информацию о выполненной работе.

Отчёт включает в себя:

– параметры камер — их положение, ориентацию, внутреннюю геометрию (фокусное расстояние, параметры дисторсии). На этом этапе программа Metashape идентифицирует

Файл проверен

общие точки на снимках и по ним рассчитывает все параметры камер: их расположение, ориентацию и внутреннюю геометрию.

– схему расположения снимков — карта покрытия территории.

– оценку точности выравнивания — количество связующих точек, ошибки при репроекции.

– информацию об опорных точках — их координаты и остаточные ошибки, а также ошибки по координатам в процессе обработки, что позволяет определить степень точности привязки.

Указываются параметры проекта: выбранная система координат, масштаб, разрешение цифровых моделей или ортофотоплана.

Этот отчёт позволяет специалисту определить, какие снимки не были хорошо выровнены или вызвали сложности, а также оценить уровень остаточных ошибок на опорных точках и выявить проблемные участки в покрытии территории.

Для создания отчёта необходимо перейти в главном меню в раздел «Файл» → «Экспорт» → «Создать отчёт» (рис.41).

Файл проверен

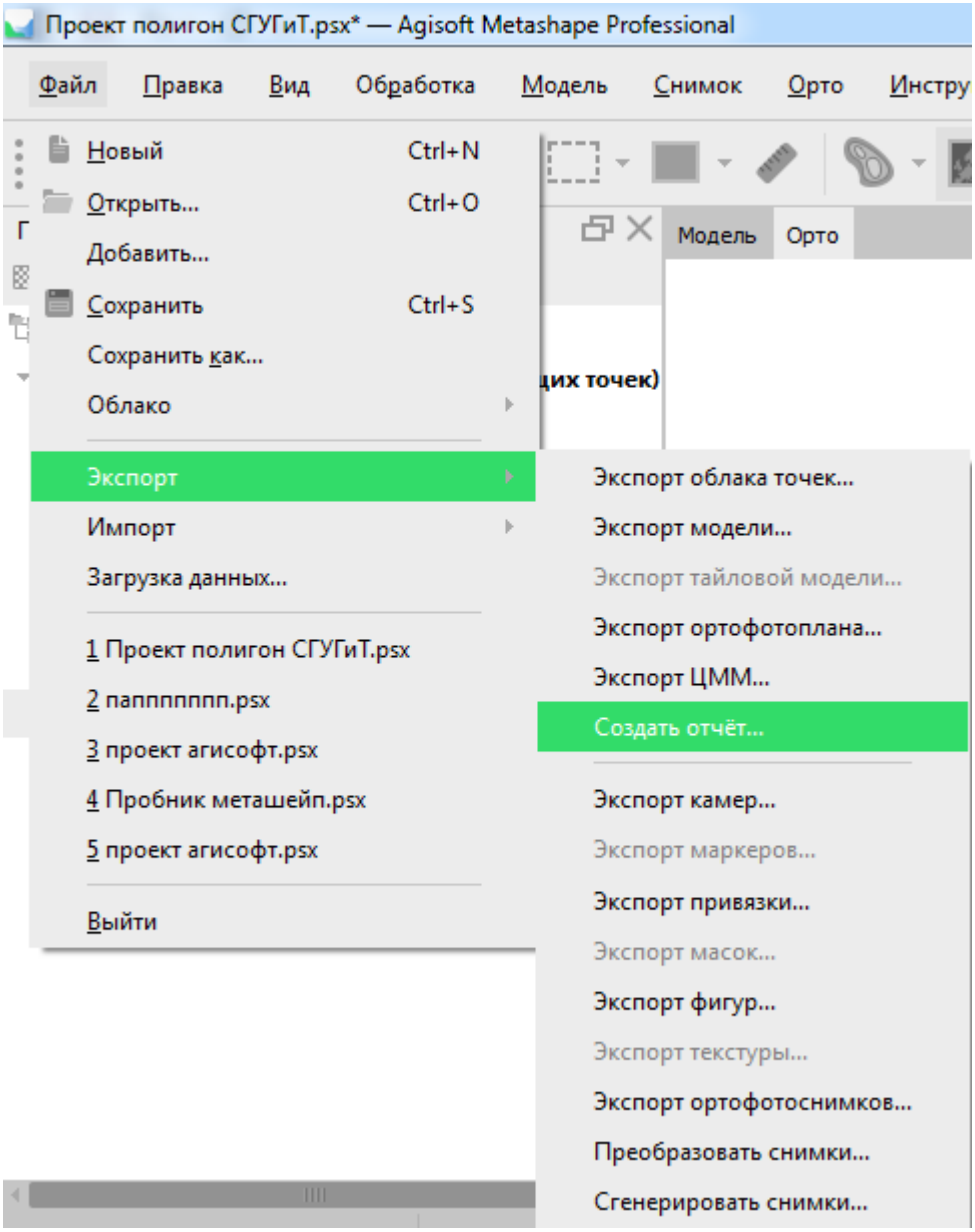


Рисунок 41 – Вкладка ФАЙЛ создание отчёта

В окне Создать отчёт, задаём наименование, описание и размер шрифта. (рис.42)

Файл проверен

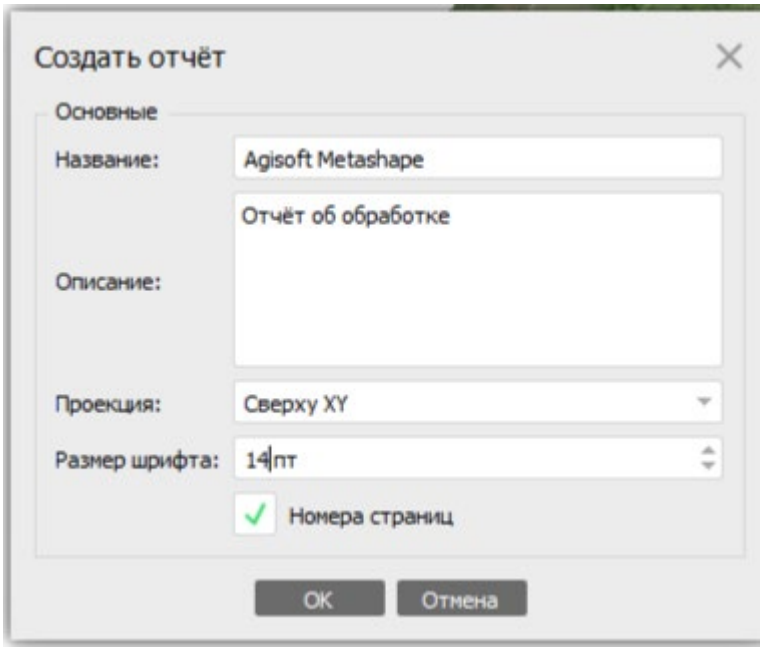


Рисунок 42 – Окно Создать отчёт

После создания отчёт откроется автоматически. Фрагмент отчёта представлен на (рис. 43)

Файл проверен

Исходные данные

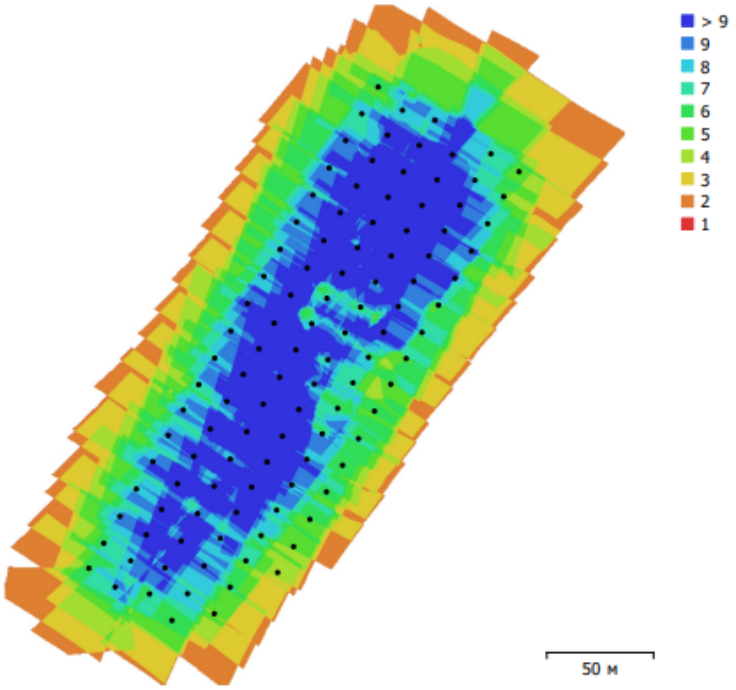


Рис. 1. Положение центров фотографирования и перекрытие снимков.

Всего снимков:	113	Позиций съёмки:	111
Высота полёта:	57.4 м	Связующих точек:	98,957
Разрешение съёмки:	7.66 мм/пикс	Проекций:	313,803
Площадь покрытия:	0.0445 км²	Ошибка репр-я:	1.07 пикс

Модель камеры	Разрешение	Фокусное р-е	Размер пикселя	Калибровка
DSC-RX1RM2 (3...	7952 x 5304	35 мм	4.53 x 4.53 мкм	Нет

Таблица 1. Камеры.

Рисунок 43 – Фрагмент отчёта об обработке проекта

Файл проверен

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие форматы файлов поддерживаются программой Metashape для загрузки снимков?
2. Как называется этап, на котором осуществляется выравнивание изображений и определение параметров внутренней и внешней ориентации камер?
3. Что такое облако точек и как оно используется в процессе обработки данных?
4. Какие параметры входят в состав отчёта об обработке проекта в Metashape?
5. Какая стадия обработки позволяет определить расположение камер и параметры их ориентации?
6. Что такое калибровка камеры и зачем она необходима?
7. Что такое метод независимых связок и как он используется при фототриангуляции?
8. Какие данные используются для построения ЦММ и почему предпочтительно использовать плотное облако точек?

Файл проверен

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы был подробно рассмотрен процесс обработки данных аэрофотосъёмки, полученной с беспилотного летательного аппарата, в программном обеспечении Agisoft Metashape. Данный программный продукт обладает широким функционалом, позволяющим создавать высокоточные трехмерные модели, ортофотопланы и цифровые модели местности на основе аэрофотоснимков.

Практическое применение методов, описанных в данных методических указаниях, подтвердило эффективность и надежность программного обеспечения при обработке данных, что делает его ценным инструментом для специалистов в области геодезии, картографии и других смежных областях.

Использование Agisoft Metashape способствует повышению точности, ускорению процессов обработки и увеличению качества получаемых геопространственных данных, что важно для современных задач анализа и мониторинга территорий с помощью беспилотных систем.[4]

Файл проверен

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебное пособие по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» / Е.П. Тюкленкова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 112 с.
2. Agisoft Metashape Professional Edition Руководство Пользователя [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_1_ru.pdf
3. GEOSCAN //Софт/ Agisoft Metashape Professional [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.geoscan.ru/ru/software/agisoft/metashape_pro
4. GEOSCAN //Применение/БПЛА для геодезии применение беспилотников для геодезических работ [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.geoscan.ru/ru/application/geodesy

Файл проверен