# Руководство пользователя Agisoft Metashape

## Professional Edition, версия 1.7

# Руководство пользователя Agisoft Metashape: Professional Edition, версия 1.7

дата публикации 2021
Авторские права © 2021 Agisoft LLC

# Содержание


Обзор ... v
- Как работает Metashape ... v
- О руководстве ... vi

1. Установка и активация ... 1
- Системные требования ... 1
- Ускорение вычислений за счет GPU ... 1
- Установка программы ... 3
- Использование демо-версии и 30-ти дневной пробной версии ... 3
- Процедура активации ... 4
- Плавающие лицензии ... 6

2. Сценарии съемки ... 9
- Оборудование ... 9
- Настройки камеры ... 9
- Основные правила ... 9
- Обработка снимков ... 10
- Сценарии съемки ... 10
- Ограничения ... 11
- Калибровка объектива ... 12
- Планирование маршрута ... 15
- Уменьшение перекрытия ... 18

3. Основные этапы работы ... 20
- Настройка программы ... 20
- Загрузка снимков ... 21
- Выравнивание снимков ... 31
- Построение плотного облака точек ... 37
- Построение трехмерной полигональной модели ... 41
- Построение текстуры модели ... 44
- Построение тайловой модели ... 49
- Построение ЦММ ... 51
- Построение ортофотоплана ... 55
- Сохранение промежуточных результатов ... 60
- Экспорт результатов ... 61
- Создание трека камеры и видеообзора модели (эффект fly through) ... 79

4. Привязка модели ... 81
- Калибровка камеры ... 81
- Задание системы координат ... 86
- Оптимизация ... 99
- Значение ошибок на панели Привязка ... 103
- Работа с кодированными и некодированными марками ... 105

5. Проведение измерений ... 107
- Проведение измерений на модели ... 107
- Проведение измерений на ЦММ ... 109
- Расчет индексов растительности ... 112
- Автоматическое распознавание линий электропередач ... 117
- Работа в стереоскопическом режиме и векторизация ... 118

6. Редактирование ... 121
- Использование масок ... 121
- Редактирование облака точек ... 128
- Классификация точек плотного облака ... 134
- Редактирование геометрии модели ... 137
- Фигуры ... 143

Редактирование линий пореза ортофотоплана ... 145
Редактирование текстуры ... 146
7. Автоматизация ... 148
Использование блоков ... 148
4D обработка ... 155
Сценарии на Python ... 157
Использование Java API ... 158
8. Распределенная обработка ... 160
Сетевая обработка ... 160
Обработка в облаке ... 166
A. Графический интерфейс ... 170
Окно приложения ... 170
Команды меню ... 176
Элементы панели инструментов ... 188
Горячие клавиши ... 192
B. Поддерживаемые форматы ... 195
Снимки ... 195
Калибровка камеры ... 195
Журнал полета ... 195
Положение опорных точек (GCP) ... 196
Элементы внутреннего и внешнего ориентирования камеры ... 196
Связующие точки ... 196
Разреженное/Плотное облако точек ... 197
Полигональная модель ... 197
Текстура ... 198
Ортофотоплан ... 198
Цифровая модель местности/рельефа (ЦММ/ЦМР) ... 198
Тайловая модель ... 199
Данные лазерного сканирования ... 199
Фигуры и контуры ... 199
Видео ... 200
C. Модели дисторсии камеры ... 201
Кадровая камера ... 202
Камера "рыбий глаз" ... 202
Сферическая камера (равнопромежуточная проекция) ... 202
Сферическая камера (цилиндрическая проекция) ... 203
D. Значение некоторых сообщений об ошибках в Metashape ... 204

# Обзор

В программе Agisoft Metashape реализована современная технология создания трехмерных моделей высокого качества на основе цифровых снимков (аэросъемка, наземная съемка , спутниковые снимки). Полученные данные могут быть использованы в приложениях GIS, в качестве документации культурного наследия, для производства визуальных эффектов, а также для непрямых измерений объектов различных масштабов.

Metashape позволяет обрабатывать изображения в видимом диапазоне RGB, термальные и мультиспектральные снимки, включая снимки с многокамерных систем. Результаты обработки представляют собой различные типы пространственных данных: плотные облака точек, текстурированные полигональные модели, ортофотопланы и цифровые модели местности (ЦММ). Инструменты дополнительной постобработки позволяют убрать тени и другие артефакты на текстуре моделей, рассчитать индексы растительности, экспортировать данные для автоматизированного управления сельскохозяйственной техникой, автоматически классифицировать плотные облака точек, и т. д. Благодаря возможности распределенных вычислений на локальном кластере Metashape позволяет обрабатывать проекты, включающие 50 000 и более снимков. Тогда как возможность обработки данных загруженных в облако позволяет минимизировать затраты на аппаратные мощности. Объединение методов цифровой фотограмметриии и технологий компьютерного зрения создает автоматизированную систему, которая, с одной стороны, легко управляется (даже при отсутствии навыков в области фотограмметрии), а с другой, предлагает расширенные инструменты оценки (такие как стереорежим) и контроля точности результатов (доступен экспорт полного отчета об обработке), которые позволяют специалистам добиваться требуемого высокого качества экспортируемых данных.

# Как работает Metashape

Основные задачи, решаемые пользователями при помощи программы Metashape - построение модели, ортофотоплана и ЦММ. Работа с проектом осуществляется в три этапа:

1. Первый этап называется выравнивание и представляет собой блочную фототриангуляцию методом независимых связок. На этом этапе Metashape находит общие точки снимков и по ним определяет все параметры камер: положение, ориентацию, внутреннюю геометрию (фокусное расстояние, параметры дисторсии и т.п.). Результатами являются разреженное облако общих точек в 3D пространстве модели и данные о положении и ориентации камер.

   В Metashape разреженное облако точек не используется на дальнейших стадиях обработки (кроме режима построения модели на основе разреженного облака точек) и служит только для визуальной оценки качества выравнивания снимков. Стоит отметить, что на этапе построения разреженного облака точек рассчитываются карты глубины для пар изображений (стереопар). Разреженное облако точек может быть экспортировано для дальнейшего использования во внешних программах.

   Данные о положении и ориентации камер используется на дальнейших стадиях обработки.

2. На втором этапе Metashape выполняет построение поверхности: полигональной 3D модели и/или Цифровой модели местности (ЦММ) 2.5D. Полигональная модель может быть текстурирована для фотореалистичного отображения объекта съемки, а

в последствии экспортирована в различных форматах, совместимых с приложениями CAD и средами для трехмерного моделирования.

Metashape позволяет создавать тайловые модели для быстрого отображения и удобной навигации, в случае работы над очень большими проектами (например, моделирование целого города). Система иерархических тайлов позволяет сохранить исходное разрешение снимков, на основе которых построена текстура модели. Тайловые форматы совместимы с автономными приложениями для просмотра и с аналогичными интернет-приложениями.

На основании положений камер, рассчитанных на первом этапе обработки, и используемых снимков Metashape может построить Плотное облако точек. Созданное таким образом фотограмметрическое облако точек может быть объединено с облаком точек LIDAR или автоматически классифицировано в соответствии с целями проекта.

На основании плотного облака точек может быть построена цифровая модель местности (ЦММ), включающая как точки поверхности земли, так и различные объекты (деревья, здания и другие антропогенные объекты); при построении цифровой модели рельефа (ЦМР) в качестве исходных данных используются только точки на поверхности земли. Для построения ЦМР плотное облако точек необходимо предварительно классифицировать.

3. На третьем этапе в Metashape доступно построение ортофотоплана, который может быть соответствующим образом географически привязан и использоваться в качестве подложки для различных карт. Кроме того Ортофотоплан может быть экспортирован для последующего анализа и векторизации. При создании ортофотоплана исходные снимки проецируется на поверхность, указанную пользователем (ЦММ/ЦМР, полигональная модель) в соответствии с рассчитанными элементами внутреннего и внешнего ориентирования камеры.

   В проектах, использующих мультиспектральные изображения в качестве исходных данных, на ортофотоплане могут быть представлены NDVI и другие индексы растительности. Радиометрические изображения также могут быть корректно интерпретированы в Metashape при условии, что для набора верно выбрана калибровочная панель и/или данные с сенсора освещенности доступны в метаданных снимков.

# О руководстве

Как правило, описанная выше последовательность действий позволяет получить конечный результат. Все операции выполняются автоматически, в соответствии с заданными пользователем параметрами. Глава 3, *Основные этапы работы* настоящего руководства содержит инструкции по выполнению операций и описание параметров, влияющих на выполнение каждого этапа.

В некоторых случаях для достижения желаемого результата требуется выполнение дополнительных действий. Нежелательные области на исходных изображениях могут быть закрыты масками и, таким образом, исключены из последующей обработки. Подробнее о применении масок и возможности редактирования проекта в Metashape см. Глава 6, *Редактирование*. Подробная информация о калибровке камеры, оптимизации выравнивания снимков, задании системы координат представлена в Глава 4, *Привязка модели*. Модель (как полигональная модель так и ЦММ) привязанная в системе координат может быть использована для проведения измерений. Процедуры измерения площади и объема, отображения профиля разреза и расчета индексов растительности описаны

в Глава 5, *Проведение измерений*. Возможности автоматизации обработки описаны в Глава 7, *Автоматизация* тогда как раздел «Сетевая обработка» содержит инструкции по организации вычислений на нескольких узлах в составе кластера.

Построение трехмерной модели может занять продолжительное время. Metashape позволяет сохранить результаты каждой стадии в файл-проект. Краткое описание концепции проектов приведено в конце Глава 3, *Основные этапы работы*.

Наконец, в руководстве приведены инструкции по установке программы Metashape и набор простых правил для получения «хороших» снимков, т.е. изображений, позволяющих достичь наилучшего результата при построении трехмерной модели. Подробная информация представлена в Глава 1, *Установка и активация* и Глава 2, *Сценарии съемки*.

# Глава 1. Установка и активация

## Системные требования

### Минимальная конфигурация

- ОС Windows XP или более поздняя версия (64 бит), Windows Server 2008 R2 или более поздняя версия (64 бит), macOS High Sierra или более поздняя версия, Debian/Ubuntu с GLIBC 2.19+ (64 бит)
- Процессор Intel Core 2 Duo или более мощный
- 4 Гб оперативной памяти

### Рекомендуемая конфигурация

- ОС Windows 7 SP 1 или более поздняя версия (64 бит), Windows Server 2008 R2 или более поздняя версия (64 бит), macOS Mojave или более поздняя Debian/Ubuntu с GLIBC 2.19+ (64 bit)
- Процессор Intel Core i7 или AMD Ryzen 7
- Дискретная видеокарта NVIDIA или AMD (4+ Гб видеопамяти)
- 32 Гб оперативной памяти

Количество фотографий, которое может обработать Metashape, зависит от объема доступной оперативной памяти. При разрешении одной фотографии порядка 10 МПикс, 4 Гб памяти достаточно для обработки 30-50 фотографий. 16 Гб позволит обработать 300-400 фотографий.

## Ускорение вычислений за счет GPU

Metashape поддерживает вычисления на графических процессорах (GPU), ускоряющих работу программы на этапах отождествления, построения карт глубины и уточнения полигональной модели с учетом деталей на фотографиях. Поддерживаемые устройства:

**NVIDIA**
: GeForce GTX серии 7xx и более поздних с поддержкой CUDA

**AMD**
: Radeon HD серии R9 и более поздних с поддержкой OpenCL 1.2

Metashape, скорее всего, будет использовать вычислительные мощности любого устройства с поддержкой CUDA 3.0 и выше или OpenCL 1.2 и выше, поддерживающие SPIR, и при условии, что драйвер для такого CUDA/OpenCL устройства установлен корректно. Однако, в связи с большим числом возможных комбинаций видеоадаптеров, версий драйверов и операционных систем, Agisoft не может протестировать и гарантировать полную совместимость с Metashape любого устройства на любой платформе.

Производительность графического процессора NVIDIA в основном связана с количеством ядер CUDA, а видеокарт AMD и Intel - с количеством шейдерных блоков. Больший объем видеопамяти (VRAM) позволит ускорить как различные построения на основании карт глубины (полигональная модель, ЦММ и тайловая модель), так и операции по уточнению полигональной модели с учетом деталей на фотографиях.

В приведенной ниже таблице указаны поддерживаемые устройства (только для ОС Windows). Все возможные проблемы, связанные с использованием указанный устройств в Metashape, будут тщательно изучаться и устраняться.

### Таблица 1.1. Поддерживаемые графические процессоры для операционной системы Windows

| NVIDIA | AMD |
|---|---|
| GeForce RTX 3080 | Radeon RX 6800 |
| GeForce RTX 2080 Ti | Radeon VII |
| Tesla V100 | Radeon RX 5700 XT |
| Tesla M60 | Radeon RX Vega 64 |
| Quadro P6000 | Radeon RX Vega 56 |
| Quadro M6000 | Radeon Pro WX 7100 |
| GeForce TITAN X | Radeon RX 580 |
| GeForce GTX 1080 Ti | FirePro W9100 |
| GeForce GTX TITAN X | Radeon R9 390x |
| GeForce GTX 980 Ti | Radeon R9 290x |
| GeForce GTX TITAN | |
| GeForce GTX 780 Ti | |

При создании текстурного атласа Metashape поддерживает технологию Vulkan на операционных системах Linux и Windows. Параметризация текстуры с использованием вычислительных мощностей графического процессора поддерживается для кадровых камер и камер типа рыбий глаз на видеокартах NVIDIA GeForce GTX 8XX / Quadro M4000 при наличии драйверов 435.xx, а также на видеокартах AMD начиная с серий Radeon R9 29x / FirePro W9100 при наличии драйверов 17.1.x. Некоторые более ранние модели графических процессоров и более ранние версии драйверов поддерживают технологию Vulkan при параметризации текстуры, однако их корректная работа не гарантируется.

## Примечание

- Для задач, поддерживающих ускорение на GPU, возможно совместное использование мощностей центрального процессора (CPU) и GPU . Для подключения CPU необходимо отметить галочкой соответствующий пункт меню. При этом, если одновременно используются две и более графические карты, рекомендуется отключить вычисления на CPU для стабильной работы программы.
- Использование опции ускорения вычислений не рекомендуется на мобильных и интегрированных графических процессорах, в связи с их низкой производительностью.
- Устройства с поддержкой CUDA на некоторых устаревших версиях macOS могут потребовать предварительной установки драйверов CUDA с официального сайта: http://www.nvidia.com/object/mac-driver-archive.html.

Из-за отсутствия поддержки CUDA в новых версиях macOS Metashape автоматически переключится на реализацию OpenCL для обработки с использованием графических устройств NVIDIA.

# Установка программы

## Установка Metashape на Microsoft Windows

Для установки Metashape запустите файл msi и следуйте инструкциям.

## Установка Metashape на macOS

Откройте образ dmg и перенесите приложение Metashape в выбранный каталог жесткого диска (например в каталог Приложения). Не запускайте напрямую образ dmg приложения Metashape, так как это может привести к проблемам с активацией лицензии.

## Установка Metashape на Debian/Ubuntu

Распакуйте архив с дистрибутивом программы в выбранное место на жестком диске. Также установите пакет: *sudo apt install libxcb-xinerama0*. Для запуска Metashape выполните скрипт metashape.sh, расположенный в папке с программой.

# Использование демо-версии и 30-ти дневной пробной версии

После загрузки и установки Metashape может быть использован в демо-версии, либо в полнофункциональном режиме. При каждом запуске приложения (до момента ввода лицензионного ключа активации) будет появляться диалоговое окно активации, предлагающее три опции: (1) Активировать Metashape с помощью лицензионного ключа, (2) Начать пробный 30-дневный период, (3) Продолжить работу с Metashape в демонстрационном режиме. Использование 30-ти дневного пробного периода позволяет оценить полную функциональность программы, включая функции экспорта и сохранения результатов. Пробная лицензия дает право использовать Metashape только в ознакомительных целях, любое коммерческое использование результатов, полученных во время пробного периода, запрещено условиями лицензии.

Использование Metashape в демо-режиме не ограничено по времени, однако, некоторые функции программы будут недоступны:

- сохранение результатов работы
- построение тайловой модели;
- построение ортофотоплана;
- построение ЦММ;
- любые измерения на ЦММ или ортофотоплане (включая функции расчета индексов растительности);
- некоторые команды на Python.

- экспорт результатов (просмотр 3D модель возможен только в окне программы Metashape)
- обработка по сети и доступ к обработке в облаке

Для доступа к полнофункциональной версии программы Metashape необходимо приобрести лицензию. При покупке продукта предоставляется уникальный серийный номер (электронный ключ). Для получения доступа ко всем функциям Metashape необходимо активировать продукт путем ввода серийного номера в окне регистрации, которое появляется при первом запуске Metashape.

# Процедура активации

## Активация лицензии привязанной к вычислительному узлу

Лицензия привязанная к вычислительному узлу позволяет активировать Metashape на одной машине в каждый момент времени. Файл лицензии Metashape уникален для каждого компьютера и привязан к конфигурации аппаратной части компьютера (вычислительного узла). При замене основных компонентов системы или при переустановке операционной системы необходимо предварительно деактивировать ПО, а после обновления системы - снова его активировать.

### Примечание

- При активации лицензии на операционных системах Windows OS and macOS могут потребоваться права администратора. В этом случае появится дополнительное окно, запрашивающее подтверждение соответствующих прав.
- Для деактивации лицензии используйте кнопку *Деактивировать*, доступную в диалоге *Активировать программу...* меню *Справка*, или используйте аргумент

  *--deactivate* в командной строке приложения.
- При деинсталляции программы с компьютера Windows, будет автоматически произведена попытка деактивации лицензии. Тем не менее, рекомендуется деактивировать лицензию вручную перед удалением программы с компьютера.

Для активации Metashape необходим электронный ключ (последовательность символов). Пред началом процедуры активации необходимо убедиться, что доступен действительный лицензионный ключ или пробный ключ. Частота операций активации / деактивации, выполняемых в ручном режиме, не ограничена. Тем не менее, эта техническая возможность не должна применяться для регулярного переноса лицензии между машинами в автоматическом режиме.

### Примечание

- Слишком частое использование процедуры активации/деактивации может привести к блокировке ключа в системе активации.
- Для сценариев использования программы на виртуальных машинах, а также сценариев, требующих частого переноса лицензии с машины на машину, рекомендуется использовать плавающие лицензии. Плавающая лицензия

автоматически возвращается на сервер по завершении (плановом или аварийном) процесса в Metashape.

Стандартная процедура активации, позволяющая активировать ПО за несколько секунд, возможна на компьютере, подключенном к Интернету на момент активации. Если компьютер на момент активации не подключен к Интернету, активация производится в офлайн режиме. Процедуры онлайн и офлайн активации описаны ниже.

## Процедура онлайн активации - для активации Metashape на компьютере, подключенном к Интернету

1. Откройте приложение Metashape, предварительно установленное на компьютере, и выберите команду *Активировать программу...* в меню *Справка*.

2. Введите лицензионный ключ в диалоговом окне *Активация программы*. Обратите внимание, что лицензионный ключ не содержит нолей, все символы "O" - буквы латинского алфавита.

3. Если лицензионный ключ введен корректно, кнопка *OK* станет активной - нажмите на нее для завершения процедуры активации. Если кнопка неактивна, удостоверьтесь, что используемый лицензионный ключ предназначен для активации продукта, установленного на машине. Например, лицензионный ключ для Standard edition не позволит активировать Professional edition.

## Процедура офлайн активации - для активации Metashape на компьютере, не подключенном к Интернету

1. Откройте приложение Metashape, предварительно установленное на компьютере, и выберите команду *Активировать программу...* в меню *Справка*.

2. Введите лицензионный ключ в диалоговом окне *Активация программы*. Обратите внимание, что лицензионный ключ не содержит нолей, все символы "O" - буквы латинского алфавита. Нажмите кнопку *OK*.

3. Нажмите кнопку *Сохранить запрос активации*. В диалоговом окне *Сохранить как* задайте путь к папке и имя файла, затем сохраните файл *activation_request.act*, нажав на кнопку *Сохранить*.

4. Отправьте файл, сохраненный на предыдущем этапе, по адресу электронной почты ***support@agisoft.com***. Команда поддержки Agisoft обработает ваш запрос активации и вышлет файл лицензии и инструкции по завершению процесса активации в ответном электронном письме .

Для активации/деактивации Metashape через командную строку воспользуйтесь одной из приведенных ниже команд.

- metashape --activate *license_key*
- metashape --deactivate
- metashape --activate-offline *license_key file_name*.act
- metashape --deactivate-offline *file_name*.act

Для просмотра полного списка доступных команд запустите "metashape --help".

# Плавающие лицензии

Плавающая лицензия Metashape позволяет установить программу на неограниченном числе компьютеров, соединенных по сети. В каждый момент времени Metashape будет активирован на стольких машинах, сколько лицензий было приобретено. Таким образом число компьютеров, на которых установлен Metashape, не ограничено числом приобретенных лицензий, что позволяет эффективно распределять лицензии между подразделениями организации.

Отдельная утилита, называемая Floating License Server (FLS), то есть сервер плавающей лицензии, установлена на сервере и распределяет лицензии между клиентскими компьютерами. Если все приобретенные плавающие лицензии в определенный момент используются, запуск обработки в Metashape на новой машине будет недоступен до тех пор, пока одна из лицензий не вернется на FLS, то есть пока не завершится обработка на одной из активированных машин.

Плавающие лицензии Metashape могут быть заимствованы для использования на компьютерах, не подключенных к сети. Период заимствования ограничен тридцатью (30) днями.

Процедура активации плавающей лицензии производится на сервере и состоит из двух этапов

- Установка и активация FLS
- Активация плавающей лицензии

Для активации плавающей лицензии (помимо архива установки Metashape Professional) необходимы три составляющих:

- Архив установки FLS (входит в комплект поставки плавающей лицензии)
- Ключ активации FLS (входит в комплект поставки плавающей лицензии)
- Ключ активации плавающей лицензии (входит в комплект поставки плавающей лицензии) с указанием числа приобретенных плавающих лицензий, привязанных к ключу.

## Примечание

- В общем случае установка FLS на виртуальной машине запрещена. Если сервер лицензий может быть развернут только в виртуальной среде, и других опций его установки нет, то следует запросить дополнительные инструкции по адресу электронной почты ***support@agisoft.com***.

### Для активации сервера плавающей лицензии (FLS)

1. Распакуйте архив установки FLS и запустите утилиту (rlm/rlm.exe) на сервере (сервер - машина, соединенная с сетью и выполняющая функцию раздачи плавающих лицензий Metashape).
2. Перейдите по ссылке *http://server_address:5054* для использования веб-интерфейса системы управления лицензией. Система управления лицензией доступна только на Английском языке. Войдите в раздел ***Status*** в левой части панели меню. Найдите строку "agisoft" в таблице ***ISV Servers*** и нажмите кнопку ***agisoft*** в столбце ***ACTIVATE***.

3. Задайте следующие значения параметров на странице ***Activate/Deactivate Alternate Server Hostid***. **ISV**: agisoft, **Activation Key**: введите ключ активации FLS. Оставьте пустым поле **Deactivate?**. Нажмите кнопку ***Activate/Deactivate Alternate Server Hostid***.

4. Сервер плавающей лицензии FLS теперь успешно активирован.

5. Для завершения процедуры перейдите в папку, где находится распакованный архив утилиты FLS, и удалите макет файла лицензии - agisoft.lic.

6. Вернитесь в веб-интерфейс системы управления лицензией и перейдите в раздел **Reread/Restart Servers** в левой части панели меню. В выпадающем списке поля ***ISV*** выберите "-all-". Нажмите кнопку ***REREAD/RESTART***.

7. Процедура активации FLS завершена.

Следующий этап - активация плавающей лицензии.

## Для активации плавающей лицензии

1. Перейдите по ссылке *http://server_address:5054* для использования веб-интерфейса системы управления лицензией. Войдите в раздел ***Activate License*** в левой части панели меню. Нажмите кнопку ***BEGIN License Activation*** на странице ***License Activation***.

2. Не изменяйте предложенное значение параметра ***ISV activation website***. Нажмите кнопку ***Next***.

3. На втором шаге процедуры активации лицензии выберите значение "agisoft" для параметра ***ISV*** и введите ключ активации плавающей лицензии в поле ***License activation key***. Нажмите ***Next***.

4. Перейдите в папку, где находится распакованный архив утилиты FLS и откройте файл rlm_agisoft_*ключ_активации_FLS*.lic. Скопируйте выражение "license=*серийный_номер_сервера*" из первой строки документа и вставьте эту информацию в поле ***License Server or Node-lock hostid:*** на третьем шаге процедуры активации лицензии.

5. Укажите число плавающих лицензий, которые должны быть активированы, в поле ***License count (for floating licenses)***. Это число должно быть меньше или равно числу лицензий, ассоциированных с данным лицензионным ключом. Нажмите ***Next***.

6. На четвертом шаге укажите имя создаваемого файла лицензии. Нажмите ***Next***.

7. Проверьте правильность данных в Activation Request Data и, если информация верна, нажмите кнопку ***REQUEST LICENSE***.

8. Нажмите ***(Re)Start License Server***. В выпадающем списке поля ***ISV*** выберите "agisoft". Нажмите кнопку ***REREAD/RESTART***.

9. Процедура активации плавающей лицензии завершена. Вы можете запустить Metashape на клиентских машинах, соединенных с сервером по сети.

Для запуска Metashape на клиентской машине, на которой программа была предварительно установлена, необходимо соединение такой машины по сети с сервером, где установлен и активирован сервер плавающей лицензии (FLS). Если

соединение осуществляется не по локальной сети, то необходимо разместить специально подготовленный файл с расширением *.lic в папке Metashape на клиентской машине. Файл должен содержать следующую строку: "HOST *адрес_FLS*". Если сервер использует порт, отличный от стандартного 5053, то в этом случае строка должна содержать : "HOST *адрес_FLS* any *номер_порта*".

## Для переноса сервера плавающей лицензии

1. Деактивируйте FLS в веб-интерфейсе системы управления лицензией: *http://server_address:5054*. Войдите в раздел ***Status*** в левой части панели меню. В таблице ***ISV Servers*** найдите строку "agisoft" и нажмите кнопку ***agisoft*** в столбце ***ACTIVATE***. Задайте следующие значения параметров на странице ***Activate/Deactivate Alternate Server Hostid***. **ISV**: agisoft, поставьте галочку в поле ***Deactivate?***. Нажмите кнопку ***Activate/Deactivate Alternate Server Hostid***.

2. Активируйте FLS на новом сервере, выполняя шаги с 1 по 3 процедуры активации сервера плавающей лицензии (FLS), описанной выше.

3. Скопируйте все файлы плавающих лицензий (то есть все файлы с расширением *.lic, кроме файла rlm_agisoft_*ключ_активации_FLS*.lic) с изначального сервера и перенесите их в папку, где находится распакованный архив утилиты FLS, на новом сервере.

4. Измените имя хоста сервера в первой строке скопированных файлов плавающей лицензии на имя новой серверной машины.

5. Выполните шаги 5 и 6 процедуры активации сервера плавающей лицензии (FLS), описанной выше.

Процедура активации плавающей лицензии не требуется, поскольку плавающая лицензия уже активна. Вы можете запустить Metashape на клиентских машинах, соединенных с новым сервером по сети.

## Для того, чтобы заимствовать плавающую лицензию

1. Подключите компьютер, на котором предполагается использование заимствованной лицензии, к серверу (по сети) и удостоверьтесь, что в системе имеется свободная плавающая лицензия Metashape.

2. Запустите Metashape на компьютере и откройте диалоговое окно *Активировать программу....* доступное из меню *Справка*.

3. Нажмите кнопку *Заимствовать лицензию*. Задайте число дней, на которое лицензия будет заимствована и нажмите кнопку *OK*. Число дней не может превышать 30.

4. Теперь компьютер может быть отключен от сервера, Metashape останется активированным.

5. Чтобы вернуть заимствованную лицензию, подключите компьютер к сервера лицензий по сети, запустите Metashape и нажмите кнопку *Вернуть лицензию* в диалоговом окне *Активировать программу....* доступном из меню *Справка*. Если процедура досрочного возврата лицензии не производилась, то лицензия будет автоматически возвращена на сервер после окончания периода заимствования.

# Глава 2. Сценарии съемки

Снимки, пригодные для создания трехмерной модели в Metashape, могут быть сняты любой цифровой камерой (как метрической, так и не метрической). Соблюдение при съемке некоторых несложных правил поможет получить более качественный результат. В данном разделе описаны основные принципы и рекомендации по съемке и выбору снимков, пригодных для создания 3D модели.

ВНИМАНИЕ! Рекомендуется ознакомиться с основными правилами и ограничениями перед началом съемки.

## Оборудование

- Используйте камеру с матрицей достаточно высокого разрешения (5 МПикс и более).
- Избегайте сверхширокоугольных объективов и объективов типа "рыбий глаз". Наилучшие результаты могут быть получены при помощи объективов с фокусным расстоянием 50 мм (в 35 мм пленочном эквиваленте). Рекомендуемые рамки изменения фокусного расстояния объективов от 20 до 80 мм (в 35 мм пленочном эквиваленте). Если съемка производилась камерой с объективом "рыбий глаз", необходимо перед началом обработки задать соответствующий тип камеры в настройках калибровки камеры Metashape.
- Рекомендуется использовать объективы с фиксированным фокусным расстоянием. При использовании объективов с переменным фокусным расстоянием, для получения более стабильных результатов необходимо зафиксировать одно из крайних значений фокусного расстояния (максимальное или минимальное) на весь период съемки.

## Настройки камеры

- Предпочтительно использование RAW данных, сконвертированных без потерь в формат TIFF, так как сжатие изображение до формата JPG увеличивает количество нежелательных шумов.
- Рекомендуется использовать максимально возможное разрешение при съемке.
- Необходимо установить минимально возможное значение ISO, чтобы избежать дополнительного шума, характерного для фотографий с высоким ISO.
- Рекомендуется осуществлять съемку при минимально возможном размере диафрагмы для достижения максимальной глубины резкости, так как важным фактором является резкость изображения.
- Избегайте размытия изображений при съемке движущейся камерой и съемке с длинной выдержкой.

## Основные правила

- При съемке избегайте плоских нетекстурированных, отражающих и прозрачных объектов.

- Избегайте попадания в кадр нежелательных объектов на переднем плане. По возможности не допускайте изменения взаимного расположения объектов в процессе съемки.
- Снимайте блестящие объекты в облачную погоду.
- Делайте снимки с большим перекрытием.
- Наиболее важные детали рекомендуется снимать с 3 и более ракурсов.

# Обработка снимков

- Metashape использует только исходные изображения. Не допускается предварительно изменять размер или геометрию кадров (поворачивать, кадрировать и т.д.).

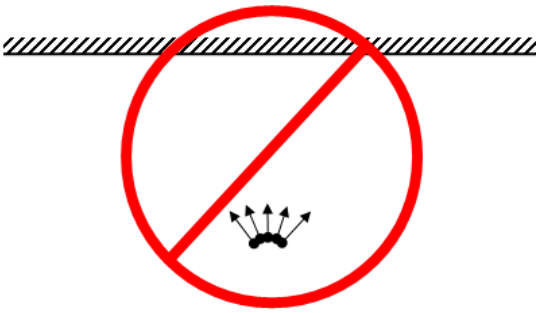
# Сценарии съемки

Сценарий съемки следует тщательно спланировать заранее. При планировании съемки рекомендуется следовать приведенным ниже правилам.

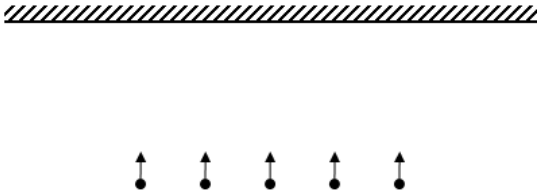
- Избыток снимков предпочтительнее, чем их недостаточное количество.
- Количество "слепых зон" должно быть сведено к минимуму, так как Metashape может построить в цифровом пространстве только те точки объекта съемки, которые видны как минимум на двух кадрах.
- В случае аэрофотосъемки рекомендованное перекрытие кадров по ходу движения БПЛА (продольное перекрытие) и перекрытие между линиями съемки (поперечное перекрытие) должно составлять 80% и 60% соответственно.
- Необходимо эффективно использовать пространство кадра: снимаемый объект должен занимать наибольшую часть кадра. В некоторых случаях оптимальна портретная ориентация кадра.
- Допускается съемка объекта по частям, при условии достаточного перекрытия кадров. Не обязательно помещать объект целиком в каждый кадр.
- Применение хорошего освещения повысит качество результата съемки. При этом источники освещения рекомендуется располагать за пределами кадра, не использовать вспышку и избегать бликов.
- Для выполнения измерений на модели необходимо перед съемкой расположить на поверхности объекта по крайней мере два маркера и измерить расстояние между ними (допускается просто расположить линейку известной длины на объекте съемки).
- В случае аэросъемки: для наиболее точной географической привязки модели, необходимо равномерно распределить опорные точки (GCPs) (не менее 10) на объекте съемки. Это также повысит точность геометрии модели. Создание модели в AgisoftMetashape и ее географическая привязка возможна как с использованием опорных точек, так и без.

Ниже приведены примеры сценариев съемки:

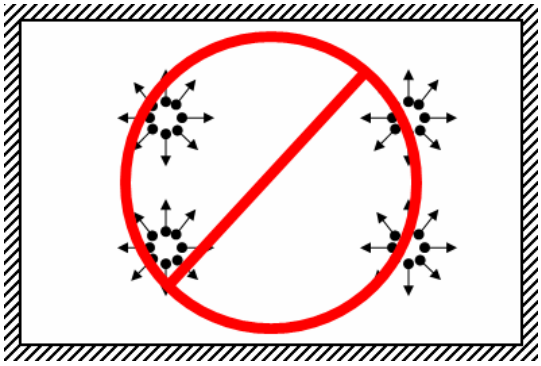
**Плоский объект (Неправильно)**



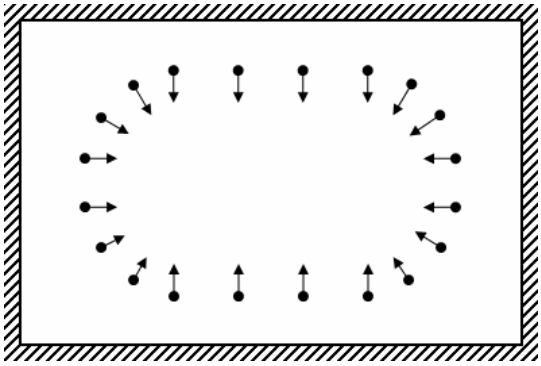
**Плоский объект (Правильно)**



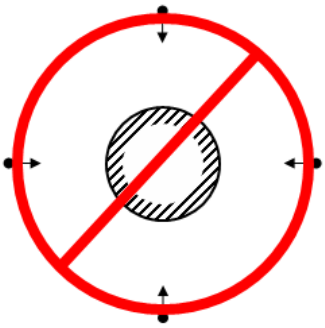
**Интерьер (Неправильно)**



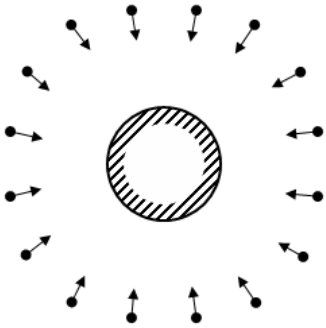
**Интерьер (Правильно)**



**Изолированный объект (Неправильно)**



**Изолированный объект (Правильно)**



# Ограничения

Для некоторых наборов данных построение 3D модели невозможно. Ниже приведены наиболее распространенные причины, по которым те или иные снимки не подходят для восстановления трехмерной модели.

## Редактирование снимков

В Metashape следует использовать только оригинальные изображения в том виде, в котором они получены на цифровую камеру. Использование снимков, для которых были произведены геометрические трансформации или кадрирование, скорее всего приведет

к отрицательному или крайне неточному результату. Заметим, что фотометрические модификации не влияют на результаты обработки.

## Отсутствие EXIF данных

Metashape использует данные EXIF для расчета исходного фокусного расстояния и размера пикселя сенсора съемочной камеры. Достоверные данные EXIF, таким образом, необходимы для точной автоматической калибровки камеры и, соответственно, для получения корректных результатов 3D моделирования. Тем не менее, построение трехмерной модели возможно и при отсутствии данных EXIF. В этом случае Metashape руководствуется предположением, что фокусное расстояние для всех снимков составляет 50 мм (в эквиваленте 35 мм пленки). Если фокусное расстояние значительно отличается от 50 мм, рекомендуется задать начальные калибровочные параметры камеры вручную, в противном случае результат обработки будет ошибочным.

Подробности о необходимых метаданных EXIF и инструкция для задания калибровочных параметров приведены в разделе «Калибровка камеры».

## Дисторсия объектива

Дисторсия используемого объектива должна хорошо описываться выбранной моделью камеры. Для кадровой камеры в большинстве случаев применяется модель Брауна, используемая в Metashape. В то же время, для объективов с ультра-широким углом обзора и объективов типа «рыбий глаз» необходимо выбрать корректный тип камеры в диалоге Калибровка камеры перед началом обработки.

# Калибровка объектива

Metashape предлагает дополнительный инструмент автоматической калибровки объектива. Калибровочное изображение в виде шахматной доски может быть выведено на дисплей или распечатано. При печати необходимо следить за тем, чтобы клетки были квадратными. Перед съемкой распечатанное изображение располагают на плоской поверхности (например, на столе). Процедура калибровки объектива позволяет рассчитать полную калибровочную матрицу, включая коэффициенты тангенциальной дисторсии. Подробная информация о моделях камер приведена в разделе Приложение C, *Модели дисторсии камеры*.

### Примечание

- Поскольку Metashape рассчитывает параметры калибровки автоматически на этапе выравнивания снимков, процедура калибровки объектива не является обязательной и в большинстве случаев может быть пропущена. При нестабильности результатов выравнивания (что может быть связано, например, с недостаточным количеством связующих точек на снимках), рекомендуется выполнить калибровку объектива.

Следующие параметры калибровки могут быть уточнены:

**f**
фокусное расстояние (в пикселях).

**cx, cy**
координаты главной точки, т. е. координаты пересечения оптической оси объектива с плоскостью сенсора.

**b1, b2**
коэффициенты аффинитета (Affinity) и скоса (Skew, коэффициент неортогональности)

**k1, k2, k3, k4**
коэффициенты радиальной дисторсии.

**p1, p2**
коэффициенты тангенциальной дисторсии.

Снимки калибровочного изображения должны быть загружены в Metashape перед запуском процедуры калибровки объектива.

## Для получения снимков калибровочной таблицы:

1. В главном меню *Инструменты*, подменю *Объектив* выберите команду *Показать калибровочную таблицу...*.

2. При помощи колесика мыши скорректируйте появившееся на мониторе изображение таким образом, чтобы число клеток по каждой стороне калибровочной таблицы было не меньше 10.

3. Сфотографируйте калибровочную таблицу (при помощи объектива и камеры, которые используются при съемке основного набора данных, и для которых необходима калибровка) слегка варьируя угол обзора. Для каждого значения фокусного расстояния (в случае, если используется объектив с переменным фокусным расстоянием) необходимо сделать минимум три снимка.

4. При калибровке зум-объектива (объектива с переменным фокусным расстоянием) - повторите шаг 3 для разных значений фокусного расстояния.

5. Для выхода из окна отображения калибровочной таблицы и возвращения в окно программы нажмите кнопку *Отмена* или кликните левой клавишей мыши в любом месте.

6. Загрузите полученные фотографии на компьютер.

При съемке калибровочной таблицы:

- Удостоверьтесь, что фокусное расстояние неизменно для каждой серии снимков (в случае использования объектива с переменным фокусным расстоянием).

- Избегайте бликов. При необходимости отодвиньте источник света от монитора.

- Располагайте камеру таким образом, чтобы калибровочная таблица занимала все пространство снимка.

## Для загрузки фотографий калибровочной таблицы в Metashape:

1. Создайте новый блок, нажав кнопку *Добавить блок* на вкладке *Проект*, или выберите пункт *Добавить блок* из контекстного меню корневого элемента на вкладке *Проект*. Больше информации о работе с блоками доступно в разделе «Использование блоков».

2. Выберите команду *Добавить снимки...* в меню *Обработка*.

3. В появившемся диалоговом окне укажите путь к папке с фотографиями и выберите изображения для загрузки. Нажмите кнопку *Открыть*.

4. Загруженные изображения доступны на вкладке *Снимки*.

## Примечание

- Изображение может быть открыто для просмотра. Для этого необходимо дважды нажать левой клавишей мыши по соответствующей миниатюре на вкладке *Снимки*. Для точной калибровки объектива удостоверьтесь, что фотографии четкие, а границы клеток калибровочного изображения резкие.

- Лишние изображения могут быть удалены в любой момент.

- Перед калибровкой ультра-широкоугольного объектива или объектива "рыбий глаз" рекомендуется выбрать соответствующий *Тип камеры* в диалоге *Калибровка камеры...*, доступном из меню *Инструменты*. Дополнительная информация о настройке параметров калибровки камеры доступна в разделе «Калибровка камеры».

### Для калибровки объектива

1. Выберите команду *Откалибровать объектив...* в подменю *Объектив* главного меню *Инструменты*.

2. В диалоговом окне *Калибровка объектива* выберите необходимые параметры калибровки и нажмите кнопку *OK*.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку нажмите кнопку *Отмена*.

4. Результаты калибровки будут отображаться на вкладке *Уточненная* диалогового окна *Калибровка камеры...*, доступного из меню *Инструменты*. Рассчитанные значения могут быть сохранены в файле, для этого необходимо нажать кнопку *Сохранить* и выбрать место на диске для записи файла. Сохраненные параметры калибровки могут быть в дальнейшем использованы в других блоках и/или проектах, содержащих снимки сделанные теми же камерой и объективом.

## Примечание

- После того как параметры калибровки для объектива сохранены, можно приступать к обработке исходных данных по проекту в отдельном блоке. В основном блоке на вкладке *Начальная* окна *Калибровка камеры...* следует выбрать опцию *Зафиксировать калибровку*, это позволит избежать пересчета данных калибровки на этапе выравнивании снимков.

Следующие данные доступны пользователю по окончании процедуры калибровки:

Выявленные углы клеток калибровочной таблицы отображаются на каждой фотографии (фотография открывается двойным щелчком по соответствующей миниатюре на вкладке *Снимки*). Предпочтительно, чтобы большинство углов определялось корректно. Для каждого угла также отображается ошибка репроецирования, то есть разница между его положением, определенным на фотографии, и положением, рассчитанным в соответствии с параметрами калибровки. Для удобства визуализации ошибки показаны с 20-ти кратным увеличением.

# Планирование маршрута

Metashape позволяет использовать рекогносцировочные снимки для создания грубой модели, на основании которой рассчитываются оптимальные позиции съемки и может быть создан маршрут полета. Эта функция также применима для уменьшения наборов изображений путем исключения избыточных снимков.

Функция планирования маршрута работает следующим образом. Сперва выполняется рекогносцировочный полет, затем на основании полученных в процессе полета снимков создается грубая полигональная модель объекта. На основании этой модели Metashape рассчитывает оптимальные позиции съемки (путевые точки), позволяющие заснять всю поверхность объекта, обеспечив при этом достаточное перекрытие. Наконец, программа генерирует кольцевой маршрут, проходящий через все рассчитанные путевые точки. Маршрут можно сохранить в формате KML и использовать в приложении, контролирующем полет дрона.

## Примечание

- Данная функция подходит для дронов DJI. Рекомендуется использовать БПЛА / дроны с RTK GPS модулем, поскольку это позволяет значительно увеличить безопасность полета и точность результатов съемки.

### Для создания плана полета

1. Проведите рекогносцировочную съемку объекта с БПЛА для получения исходного набора изображений. При наличии на объекте съемки вертикальных поверхностей, съемка должна осуществляться под различными углами, а не только в вертикальном направлении.

2. Выровняйте полученные снимки в Metashape и на основании разреженного облака точек постройте грубую трехмерную модель.

3. На трехмерной модели задайте начальную точку маршрута разместив точечную фигуру поблизости от предполагаемой точки взлета (инструкции по рисованию точечной фигуры находятся в разделе «Фигуры»).

4. В меню *Инструменты* выберите подменю *Планировать маршрут...* и задайте параметры в соответствии с описанием, приведенным далее.

5. Импортируйте полученный файл KML в приложение для используемого БПЛА, которое поддерживает планы полета.

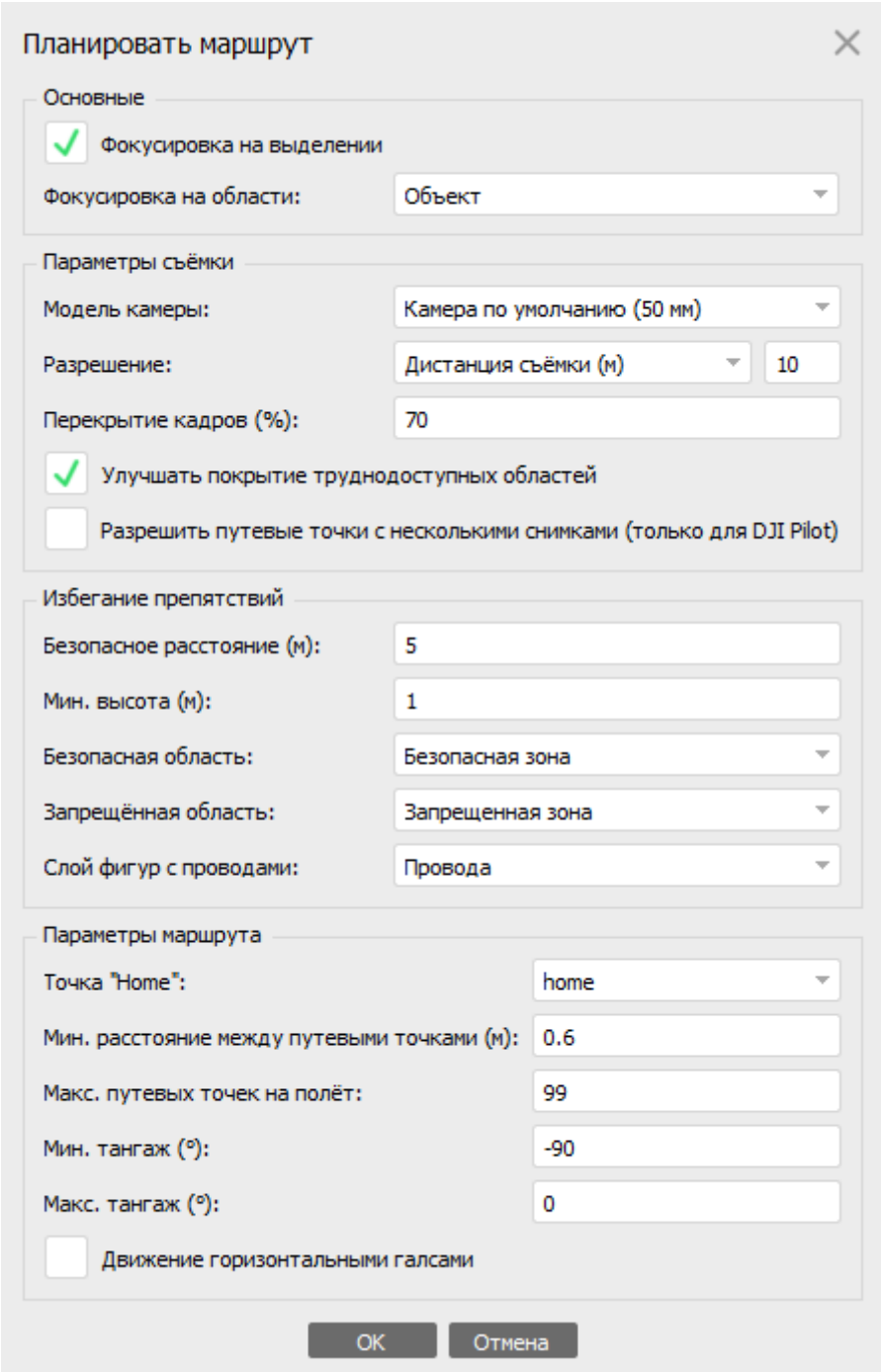
## Примечание

- Обратите внимание, что за каждым полетом должен следить пилот, готовый взять на себя ручное управление БПЛА в случае проблем с GPS или появления препятствий, таких как провода или деревья.

- Для обеспечения безопасности полета, следует обозначить границы разрешенных и запрещенных зон полета БПЛА.

- В случае если требуется замена батареи, следует безопасно посадить дрон, сменить аккумулятор и в ручном режиме вывести БПЛА (с высоты, соответствующей высоте стартовой позиции) на точку вблизи последней позиции съемки (из тех, которые видны оператору).

- В некоторых случаях (при дальних полетах) требуется отключить встроенную функцию облета препятствий. При отключении этой функции, дрон перестанет замедляться или останавливаться перед препятствием. Не рекомендуется отключать функцию облета препятствий, если сигнал GNSS используется без RTK.




Диалоговое окно "Планирование маршрута"

Приведенные ниже параметры управляют процедурой построения маршрута, и могут быть заданы в окне настроек *Планирование маршрута*:

**Фокусировка на выделении**

Учитывает при построении только выбранную область полигональной модели. Независимо от выбора области фокусировки, для обхода препятствий будет использоваться информация по всем полигонам модели.

**Фокусировка на области**

Для выделения области используются полигоны из выбранного слоя. При этом в выделенную область попадают те грани полигональной модели, которые ограничены полигонами выбранного слоя при взгляде на модель сверху. При совместном использовании опций *Фокусировка на области* и *Фокусировка на выделении* - будут выделены как области модели, выбранные вручную, так и выбранные при помощи полигонов.

**Модель камеры**

Позволяет выбрать камеру из списка (в скобках указано фокусное расстояние камеры в мм).

**Разрешение**

Ожидаемое разрешение модели. Может быть указано в виде *GSD* или как расстояние от грубой модели.

**Перекрытие кадров**

Следует выбрать требуемую степень перекрытия (в процентах).

**Улучшать покрытие труднодоступных областей**

Улучшает покрытие в труднодоступных областях за счет создания дополнительных путевых точек в безопасной области.

**Разрешить путевые точки с несколькими снимками (только для DJI Pilot)**

Преобразует близкие путевые точки в одну позицию съемки: камера поворачивается и производит несколько снимков при неизменном положении дрона.

**Безопасное расстояние**

Расстояние от объекта до области размещения путевых точек и соединяющей их линии маршрута. При выборе безопасного расстояния учитываются все области полигональной модели, параметр *Фокусировка на выделении* не учитывается.

**Минимальная высота**

Относительная высота до точки взлета (в метрах), ниже которой не будут размещаться путевые точки и линия маршрута.

**Безопасная область**

Слой (фигура) с контурами области разрешенной для полетов.

**Запрещённая область**

Слой (фигура) с контурами области запрещенной для полетов.

**Слой фигур с проводами**

Слой, содержащий фигуры, описывающие найденные линии электропередач.

**Точка "Home"**

Точка взлета, начальная и конечная точка маршрута.

**Минимальное расстояние между путевыми точками**

Минимальное расстояние между двумя последовательными точками. По умолчанию составляет 0,5 м. в соответствие с прошивкой DJI дронов.

**Максимальное количество путевых точек на полет**

Максимально возможное количество путевых точек в одном файле KML. Если количество точек в маршруте полета превышает указанное значение, маршрут будет поделен на отрезки. Каждый отрезок маршрута будет начинаться и заканчиваться в точке взлета. По умолчанию установлено значение 99 в соответствии с прошивкой DJI дронов.

**Мин. тангаж**

Минимальное значение угла Тангаж, предусмотренное для используемого БПЛА.

**Макс. тангаж**

Максимальное значение угла Тангаж, предусмотренное для используемого БПЛА.

**Движение горизонтальными галсами**

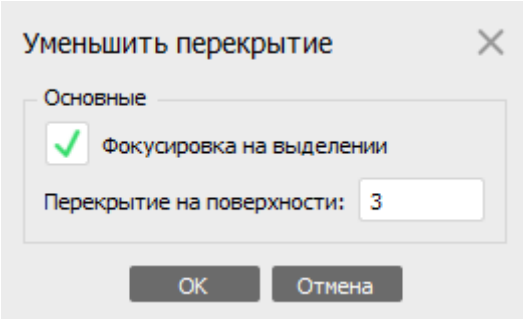
Для плоских поверхностей задает движение зиг-загом в горизонтальной плоскости, вместо вертикальной. Движение по вертикали проще отследить визуально, тогда как движение в горизонтальной плоскости более эффективно с точки зрения заряда батареи.

# Уменьшение перекрытия

Функция позволяет проанализировать перекрытие кадров в наборе и исключить избыточные кадры из последующей обработки.

## Для создания плана полета

1. Выровняйте все снимки и на основании разреженного облака точек постройте грубую трехмерную модель.
2. Выберите функцию *Уменьшить перекрытие...*, доступную в меню *Инструменты*.
3. Установите параметры в диалоговом окне *Уменьшить перекрытие*.
4. Нажмите кнопку *ОК*.
5. В диалоговом окне будет отображаться текущее состояние обработки. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.
6. По завершении процедуры все избыточные кадры будут исключены.




Диалоговое окно "Уменьшить перекрытие"

Параметры диалогового окна *Уменьшить перекрытие*:

**Фокусировка на выделении**

Позволяет уменьшить перекрытие только для выбранной области полигональной модели. При этом все кадры за пределами выбранной области будут отключены.

**Перекрытие на поверхности**

Количество снимков, на которых каждая точка видна под разными углами.

# Глава 3. Основные этапы работы

Работа в программе Metashape включает следующие основные этапы:

- загрузка снимков в Metashape;
- обзор загруженных снимков и удаление ненужных;
- выравнивание снимков;
- построение плотного облака точек;
- построение трехмерной полигональной модели;
- текстурирование полигональной модели;
- построение тайловой (иерархической) модели;
- построение цифровой модели местности (ЦММ);
- построение ортофотоплана;
- экспорт результатов.

При использовании полной версии Metashape (не в демо-режиме) промежуточные результаты могут быть сохранены на любой стадии в виде файла-проекта Metashape для последующего использования. Концепция файлов-проектов и файлов-архивов коротко объясняется в секции «Сохранение промежуточных результатов».

Приведенный выше список содержит все шаги, необходимые для построения текстурированной 3D модели, ЦММ и ортофотоплана по набору снимков. Некоторые дополнительные инструменты, которые могут оказаться полезными при решении конкретных задач, описаны в последующих главах настоящего руководства.

## Настройка программы

Перед началом работы рекомендуется настроить Metashape в соответствии с решаемыми задачами. Для этого в меню *Инструменты* выберите пункт *Настройки*. В появившемся диалоговом окне на вкладке *Основные* рекомендуется указать путь к файлу, в который будет записан журнал работы программы Metashape. Этот журнал может быть направлен в службу поддержки Agisoft в случае возникновения каких-либо проблем в процессе работы программы. Также на вкладке *Основные* выберите язык интерфейса из доступных вариантов: Английский, Испанский, Итальянский, Китайский, Немецкий, Португальский, Русский, Французский, Японский. Выберите Светлую, Темную или Классическую (по умолчанию) тему отображения интерфейса программы. И настройте предпочтительные *Быстрые клавиши*.

Необходимо убедиться, что все обнаруженные программой графические карты (GPU), отмечены галочкой на вкладке *GPU*. Metashape использует вычислительные мощности графического процессора, что значительно ускоряет обработку. Компания Agisoft не рекомендует использовать интегрированные графические карты, так как их работа может оказаться нестабильной при большой загрузке. При использовании двух и более графических карт для ускорения обработки в Metashape, рекомендуется отключить опцию *Использовать CPU для обработки совместно с GPU*.

На вкладке *Дополнительно* можно подключить некоторые дополнительные функции. Например, расширенную консоль Python, возможность загрузки мета-данных камеры из XMP файла (калибровочные коэффициенты камер, углы ориентации камер, положение камер и поправки GPS/INS).

Функция *Сохранять карты глубины* позволяет экономить время, например, при построении плотного облака точек для фрагмента проекта (при условии, что плотное облако было сперва построено для всего проекта целиком). Или когда, например, и полигональная модель, и плотное облако строятся на основании карт глубины одного качества.

Опция Тонкое разделение задач полезна при обработке больших наборов данных. Она позволяет программе разделить некоторые процессы на части и таким образом сократить потребление памяти при обработке. Следующие процессы поддерживают тонкое разделение задач: Найти связующие точки, Выровнять камеры, Построить карты глубины, Построить плотное облако, Построить тайловую модель, Построить ЦММ, Построить ортофотоплан и Классифицировать точки.

Metashape позволяет добавлять новые снимки к уже выровненному набору без необходимости заново производить процедуру выравнивания. Для этого необходимо перед запуском обработки подключить опцию *Сохранять особые точки* на вкладке *Дополнительно* диалогового окна *Настройки*.

# Загрузка снимков

Перед началом работы необходимо определить, какие снимки будут использоваться в качестве исходных при построении трехмерных данных. Сами снимки не загружаются в Metashape до тех пор, пока они не потребуются для процесса обработки, то есть пользователь, нажимая *Добавить снимки*, только отмечает те снимки, которые будут использоваться в дальнейшем.

На этапе отождествления связующих точек Metashape использует всю цветовую палитру изображений, не редуцируя ее до 8-ми бит. Точки облака, ортофотоплан и текстура также могут быть экспортированы с сохранением исходных цветов. При этом формат экспорта должен поддерживать не 8-ми битные цвета.

### Для загрузки набора снимков

1. Выберите пункт *Добавить снимки* в меню *Обработка* (или нажмите кнопку *Добавить снимки* на панели *Проект*).

2. В появившемся диалоговом окне выберите нужную папку со снимками и укажите конкретные файлы. Нажмите кнопку *Открыть*.

3. Выбранные снимки появятся на панели *Проект*.

### Примечание

- Metashape поддерживает следующие форматы снимков: JPEG, JPEG 2000, TIFF, DNG, PNG, OpenEXR, BMP, TARGA, PPM, PGM, SEQ, ARA (тепловизионные изображения) и JPEG Multi-Picture Format (MPO). снимки других форматов не будут видны в диалоговом окне добавления снимков. Такие снимки необходимо предварительно конвертировать в один из поддерживаемых форматов.

Лишние загруженные снимки, могут быть удалены в любой момент.

### Для удаления лишних снимков

1. На панели *Проект* выберите снимки, которые необходимо удалить.

2. Щелкните правой кнопкой мыши по выбранным для удаления снимкам и выберите в контекстном меню пункт *Удалить снимки* или нажмите кнопку *Удалить элементы* на панели *Проект*. Выбранные снимки будут удалены из рабочего набора.

## Группы камер

В случае если все снимки или их часть сняты с одной позиции камеры, для корректной обработки в Metashape необходимо выделить такие снимки в отдельную группу камер и задать тип группы Станция. Важно, чтобы для всех снимков в группе Станция расстояния между центрами снимков были пренебрежимо малы в сравнении с минимальным расстоянием от камеры до объекта съемки. Для построения 3D модели необходимо наличие в одном блоке по крайней мере двух станций, содержащих перекрывающиеся наборы снимков. При этом для экспорта панорамы достаточно набора снимков, сделанных одной камерой-станцией. Подробнее об экспорте панорам см. раздел «Экспорт результатов».

Разбиение камер на группы также можно применять для облегчения работы с данными в блоке, например, применяя/отменяя функции сразу для всех камер в группе.

### Для того чтобы поместить снимки в группу необходимо

1. На вкладке *Проект* (или на вкладке *Снимки*) выделить снимки для добавления в группу.

2. Щелкнуть правой кнопкой мыши по выбранным снимкам и в контекстном меню выбрать пункт *Переместить камеры - Новая группа*.

3. В активном блоке появится новая группа, и выделенные снимки будут перемещены в эту группу.

4. Также можно переместить выделенные снимки в созданную ранее группу камер, для этого необходимо выбрать в контекстном меню пункт *Переместить камеры - Группы - Группа_имя*.

Для присвоения группе типа Станция необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на имени группы и выбрать в контекстном меню пункт *Тип группы*.

## Проверка загруженных снимков

Загруженные снимки отображаются в рабочем окне программы вместе с флагами статуса.

Возможные статусы снимков:

**NC (Нет калибровки)**
Не найдены EXIF данные, по которым можно оценить фокусное расстояние, с которым был сделан снимок. В этом случае Metashape предполагает, что соответствующая фотография была снята объективом с фокусным расстоянием 50 мм (в эквиваленте

35 мм пленки). Если реальное фокусное расстояние значительно отличается от 50 мм, необходимо провести калибровку камеры вручную. Подробная инструкция о ручной калибровке камеры приведена в разделе «Калибровка камеры».

**NA (Не выровнен)**
Параметры внешнего ориентирования для данного снимка еще не были получены.

Загруженные в Metashape снимки останутся не выровненными до тех пор, пока не будет выполнен следующих шаг – выравнивание снимков.

**Значок**
Уведомляет, что группе камер присвоен тип Станция.

# Сканированные снимки

Metashape поддерживает обработку отсканированных фотографий. Все снимки с одной аналоговой камеры должны быть помещены в назначенную группу калибровки. Metashape автоматически поместит снимки в одну группу калибровки, если они были отсканированы с одинаковым разрешением.

## Загрузка сканированных изображений

1. Добавьте отсканированные снимки в проект с помощью команды *Добавить папку...* в меню *Обработка*.

2. В диалоговом окне *Добавить папку...* перейдите к родительской папке, содержащей подпапки с изображениями. Затем нажмите кнопку *Выбрать папку*.

3. Нажмите кнопку *OK*, чтобы закрыть диалоговое окно и отобразить снимки в окне программы.

Подробнее читайте в разделе «Сканированные снимки».

# Мультиспектральные изображения

Metashape поддерживает обработку мультиспектральных изображений. Пользователь задает основной канал изображений, и обработка в Metashape выполняется для этого канала. Экспорт ортофотоплана учитывает все спектральные диапазоны и создает единый мультиспектральный ортофотоплан в тех же диапазонах, что и исходные изображения.

Процедура обработки мультиспектральных данных не отличается от обработки обычных снимков, за исключением дополнительного выбора основного канала после загрузки всех изображений в проект. Для получения наилучших результатов рекомендуется выбирать наиболее детальный и четкий спектральный диапазон.

## Для выбора основного канала

1. Добавьте мультиспектральные изображения в проект с помощью пункта *Добавить снимки...* в меню *Обработка* или с помощью кнопки *Добавить снимки* на панели инструментов.

2. Выберите пункт *Задать основной канал...* из контекстного меню блока на панели *Проект*.

3. В диалоговом окне *Задать основной канал* укажите выбранный канал и нажмите кнопку *OK*. Отображение снимков в окне программы обновится в соответствии с выбором основного канала.

### Примечание

- Команда *Задать основной канал...* доступна и для RGB изображений. Возможно указать один канал как основной для фотограмметрической обработки или же оставить значение по умолчанию (т.е. использовать все три канала).
- Экспорт мультиспектральных ортофотопланов поддерживается только для формата файла GeoTIFF. При экспорте в другие форматы будет сохранен только основной канал.

Виньетирование моделируется в Metashape с использованием двумерного полинома 3 степени:

$V(x, y) = \exp(\mathrm{sum}_{ij}\, c_{ij} * x^i * y^j)$

где x и y представляют собой нормализованные координаты пикселя, то есть координаты левого верхнего угла изображения (-1, -1), а координаты правого нижнего угла соответственно (1, 1).

Для компенсации виньетирования изображения значение интенсивности для каждого пикселя делится на соответствующий коэффициент виньетирования.

$I'_{ij} = I_{ij} / \exp(\mathrm{sum}_{ij}\, c_{ij} * x^i * y^j)$

где

$x = 2 * (i + 0.5) / w - 1$

$y = 2 * (j + 0.5) / h - 1$

i, j - целочисленные координаты пикселя (столбец и строка)

w, h – ширина и высота изображения в пикселях

x, y - нормализованные координаты пикселя

$I_{ij}$ - интенсивность для пикселя на исходном изображении с виньетированием

$I'_{ij}$ - интенсивность для пикселя на скорректированном изображении с виньетированием

# Тепловизионные изображения

Тепловизионные изображения содержат информацию о температуре объекта. Metashape поддерживает обработку изображений, полученных с тепловизионных камер.

### Для загрузки тепловизионных снимков

1. Добавьте снимки в проект с помощью команды *Добавить папку...* в меню *Обработка*.
2. В диалоговом окне *Добавить папку...* перейдите к родительской папке, содержащей все необходимые тепловизионные изображения. Затем нажмите кнопку *Выбрать папку*.

3. Нажмите кнопку *OK*, чтобы добавить *Палитру* для загруженных снимков.

4. Выберите или создайте *Палитру* для снимков в диалоговом окне *Преобразование растра*, доступном в меню *Инструменты*.

5. Нажмите кнопку *Применить*

6. Нажмите кнопку *OK*, чтобы закрыть диалоговое окно и отобразить снимки в окне программы.

### Примечание

- Для тепловизионных камер AscTec (формат файла ARA) и WIRIS (формат файла TIFF) Metashape импортирует формулу преобразования растра автоматически. Сразу после загрузки изображений Metashape предлагает настроить палитру загруженных изображений. Для перехода в Растровый калькулятор нажмите *Да*.

# Спутниковые снимки

Metashape позволяет обрабатывать панхроматические и мультиспектральные спутниковые снимки при условии, что для каждого снимка коэффициенты RPC определен с достаточной точностью.

Коэффициенты RPC могут быть загружены автоматически из метаданных снимка, либо из дополнительного файла rpc.txt или .rpb (если таковой имеется для набора).

### Для загрузки спутниковых снимков

1. В случае если, коэффициенты RPC сохранены в дополнительном файле rpc.txt или .rpb, то перед загрузкой снимков удостоверьтесь, что на вкладке *Дополнительно* диалогового окна *Настройки* выбрана опция *Загружать RPC данные для спутниковых снимков из вспомогательных TXT файлов*.

2. Добавьте спутниковые снимки в проект с помощью пункта *Добавить снимки...* в меню *Обработка*.

3. Корректность загрузки коэффициентов RPC можно проверить в диалоговом окне *Калибровка камеры*: для всех каллибровочных групп, содержащих спутниковые снимки, *Тип камеры* должен быть *RPC*.

Спутниковые снимки обычно имеют очень высокое разрешение (в МПикс), что затрудняет просмотр в окне *Снимки*. Для ускорения работы рекомендуется использовать обзорные изображения (доступные в файлах TIFF). Если снимки не содержат обзорных изображений - их можно создать в Metashape при помощи команды *Преобразовать снимки*, доступной в меню *Файл - Экспорт*.

### Для создания оптимальных файлов TIFF, ускоряющих навигацию в проекте

1. Загрузите исходные снимки в новый проект, как описано в процедуре выше.

2. В меню *Файл - Экспорт* выберите команду *Преобразовать снимки...*.

3. В диалоговом окне *Преобразовать снимки* удостоверьтесь, что опции *Сохранять тайловый TIFF* и *Сохранять обзорные изображения TIFF* включены. Если изображения больше 4GB следует также включить опцию *Сохранять BigTIFF файл*.

4. Проверьте, что значение в поле *Шаблон имени файла* имеет смысл. Шаблон имени файла о умолчанию {filename}.{fileext} - подходит для большинства случаев.

5. В поле *Применить к* выберите *Все камеры* и нажмите кнопку *OK*.

6. Укажите путь к папке, куда будут сохранены оптимальные изображения TIFF. Рекомендуется использовать новую пустую папку, чтобы избежать перезаписи исходных снимков.

7. Подтвердите выбор папки, чтобы начать преобразование.

8. Преобразованные изображения могут быть загружены в новый проект для дальнейшей обработки.

### Примечание

- Команда *Преобразовать снимки* автоматически интегрирует коэффициенты RPC в файлы изображений, таким образом копирование дополнительных файлов TXT в новую папку не требуется.

## Работа с тайловыми спутниковыми изображениями

Спутниковые снимки высокого разрешения часто представлены в тайловом формате, для которого каждый снимок разделен на несколько файлов формата TIFF. Перед работой с такими данными в Metashape следует конвертировать снимки в комбинированные файлы формата TIFF. Для этого используются команды утилиты gdal_translate из пакета GDAL.

Ниже приведены примеры команд, позволяющих конвертировать данные из различных форматов. По итогам выполнения приведенных команд будут сформированы файлы TIFF с множественным разрешением, обзорными изображениями и интегрированными коэффициентами RPC.

### Конвертирование данных DIMAP

Снимки DIMAP содержат файл индексов в формате XML для каждого изображения, что позволяет конвертировать данные при помощи следующих команд:

**gdal_translate DIM_<datasetname>.XML combined.tif -co TILED=YES**

**gdaladdo -r average combined.tif 2 4 8 16 32**

### Конвертирование данных DigitalGlobe

Тайловые снимки DigitalGlobe содержат файлы формата TIL для индексов тайлов каждого снимка. Конвертация производится при помощи следующих команд:

**gdal_translate <datasetname>.TIL combined.tif -co TILED=YES**

**gdaladdo -r average combined.tif 2 4 8 16 32**

# Многокамерные системы

Metashape позволяет обрабатывать наборы мультиспектральных изображений, снятых синхронизированными сенсорами (отдельный сенсор для выделенной части спектра).

В этом случае каждой позиции камеры соответствует несколько изображений (слоев), Metashape отдельно рассчитывает параметры калибровки для каждого слоя, а также определяет взаимное расположение слоев.

По умолчанию синхронизированные сенсоры имеют одинаковое положение в пространстве. Если расстоянием между сенсорами нельзя пренебречь, Metashape позволяет рассчитать их взаимное расположение.

### Для расчета взаимного расположения синхронизированных сенсоров

1. В меню *Инструменты* выберите команду *Калибровка камеры*.
2. Перейдите на вкладку *Смещение ведомого*.
3. Выберите опцию *Уточнять сдвиг*.
4. Положение для текущего сенсора будет рассчитано относительно основного сенсора. В качестве основного принимается тот сенсор, снимки с которого были загружены в проект первыми.

Любой сенсор может быть переназначен в качестве основного, соответствующая команда находится в контекстном меню группы камер в левой части диалогового окна *Калибровка камеры*.

В Metashape используются следующие направления смещения подчиненной камеры:

- Ось X направлена к правому краю снимка.
- Ось Y направлена к нижнему краю снимка.
- Ось Z сонаправлена направлению съемки основной камеры.

Формула для расчета относительного смещения подчиненной камеры:

$P_{master} = R_{x(omega)} * R_{y(phi)} * R_{z(kappa)} * P_{slave} + T$

Где:

$P_{slave}$ – координаты точки в системе координат подчиненной камеры.

$P_{master}$ – координаты точки в системе координат основной камеры.

$R_{x(omega)}$, $R_{y(phi}$, $R_{z(kappa)}$ – матрицы поворота по часовой стрелке относительно соответствующих осей координат.

T – смещение подчиненной камеры.

В случае многокамерных систем взаимное расположение синхронизированных сенсоров можно проверить на вкладке *Поправка GPS/INS* в диалоговом окне *Калибровка камеры*, см. столбец *Дисперсия*. Значения в столбце *Дисперсия* численно равны квадрату стандартного отклонения относительного смещения камер. Подробнее читайте в разделе «Ковариационная матрица».

При добавлении кадров в блок формируется структура данных, отражающая структуру хранения данных на диске, которую, в свою очередь, необходимо спланировать заранее. В Metashape может быть использована одна из следующих структур данных:

a. Все слои изображения для каждого положения камеры содержатся в многостраничном файле изображения. Число многостраничных изображений соответствует количеству положений камеры.

b. Соответствующие слои для всех положений камеры содержатся в отдельной подпапке. Число подпапок соответствует количеству слоев.

c. При использовании камеры MicaSense RedEdge, MicaSense Altum, Parrot Sequoia, а также DJI Phantom 4 Multispectral специальная структура данных не требуется, так как изображения будут автоматически структурированы на основании имеющихся метаданных.

Загрузка данных в Metashape возможна после их организации в соответствии с одной из предложенных структур. Формирование многослойного изображения зависит от использованной схемы: многостраничный файл (вариант a ), структура подпапок (вариант b) или на основании метаданных конкретных моделей камер.

## Для задания взаимного расположения синхронизированных сенсоров вручную

1. Выберите команду *Калибровка камеры* в меню *Инструменты*.

2. В левой части диалогового окна *Калибровка камеры* выберите подчиненные камеры, чтобы настроить поправку.

3. Перейдите на вкладку *Смещение ведомого*.

4. Выберите опцию *Включить привязку* как для положения камеры, так и для ее ориентации.

5. Введите значения относительного смещения камеры.

6. При необходимости повторите процедуру для каждой подчиненной камеры.

Для того, чтобы изменить основную камеру, используйте соответствующую команду из контекстного меню группы камер, отображаемой в левой части диалогового окна *Калибровка камеры*.

## Для создания блока из многостраничных изображений

1. Выберите команду *Добавить снимки...* в меню *Обработка* или нажмите кнопку *Добавить снимки* на панели задач.

2. В диалоговом окне *Добавить снимки* укажите путь к папке, содержащей многостраничные изображения, и выберите нужные файлы. Нажмите кнопку *Открыть*.

3. В диалоговом окне *Добавить снимки* выберите структуру данных *Многокамерная система*.

4. Созданный блок мультиспектральных камер появится на вкладке *Проект*.

При создании блока с изображениями снятыми многокамерной системой необходимо задать параметр *Порядковый номер слоя* для каждой подчиненной камеры.

### Для задания параметра *Порядковый номер слоя* для подчиненной камеры:

1. Выберите команду *Калибровка камеры* из меню *Инструменты*.
2. В левой части диалогового окна проверьте подчиненные камеры.
3. На вкладке *Каналы* укажите *Порядковый номер слоя*.
4. При необходимости повторите процедуру для каждой подчиненной камеры.

### Для создания блока из структуры подпапок

1. Выберите команду *Добавить папку...* в меню *Обработка*.
2. В диалоговом окне *Добавить папку* укажите путь к общей папке, содержащей подпапки с изображениями, соответствующими различным сенсорам. Нажмите кнопку *Выбрать папку*.
3. В диалоговом окне *Добавить снимки* выберите структуру данных *Многокамерная система*.
4. Созданный блок мультиспектральных камер появится на вкладке *Проект*. Имена мультиспектральных камер назначаются в соответствии с именами файлов изображений в первой используемой папке.

### Для создания блока из данных, снятых камерой MicaSense RedEdge, MicaSense Altum, Parrot Sequoia или DJI Phantom 4 Multispectral

1. Выберите команду *Добавить снимки...* в меню *Обработка* или нажмите кнопку *Добавить снимки* на панели задач.
2. В диалоговом окне *Добавить снимки* укажите путь к общей папке, содержащей изображения, и выберите нужные файлы. Нажмите кнопку *Открыть*.
3. В диалоговом окне *Добавить снимки* выберите *Многокамерная система*.
4. Созданный блок мультиспектральных камер появится на вкладке *Проект*. Имя каждой мультиспектральной камеры назначается в соответствии с именем файла изображения в первом канале.

Созданный блок мультиспектральных камер может быть обработан также как обычный блок. Дополнительные параметры, позволяющие манипулировать данными в таких блоках, будут описаны в соответствующих разделах настоящего руководства.

Порядок каналов для мультиспектральных камер по умолчанию определяется в соответствии со значением параметра CentralWavelength из мета-данных снимков: каналы с более низким значением добавляются в первую очередь, альфа-канал добавляется последним. Порядок каналов может быть изменен при помощи параметра *Порядковый номер слоя*, доступном на вкладке *Каналы* диалогового окна *Калибровка камеры*. Процедура изменения этого параметра описана выше в текущем разделе.

Metashape позволяет выполнять Калибровку отражательной способности изображений, полученных с помощью мультисенсорных камер Parrot Sequoia, MicaSense RedEdge/Altum

или DJI Phantom 4 Multispectral. Подробная информация находится в разделе «Расчет индексов растительности».

# Данные лазерного сканирования

Metashape позволяет интегрировать данные съемки наземного лазерного сканера в процесс фотограмметрической обработки. В качестве данных используются сферические панорамы, сделанные камерой, закрепленной на сканере, либо карты интенсивности (если конкретная модель сканера не позволяет экспортировать сферические панорамы). Карты глубины, рассчитанные методами цифровой фотограмметрии, объединяются с данными лазерного сканирования на этапе построения полигональной модели (на основе плотного облака точек или карт глубины).

### Для импорта данных лазерного сканирования

1. В подменю *Импорт* основного меню *Файл* выберите команду *Импорт лазерных сканов...*
2. В диалоговом окне выберите файлы в форматах ASTM E57 или PTX, содержащие структурированные облака точек.
3. Укажите папку, куда будут сохранены подготовленные лазерные сканы (могут быть использованы повторно без необходимости проводить их подготовку заново).
4. Нажмите кнопку *OK*, данные будут добавлены в активный блок.
5. При необходимости цифровые снимки для того же объекта съемки могут быть добавлены в активный блок при помощи команды *Добавить снимки...*, доступной из меню *Обработка*.

# Данные видеосъемки

В Metashape реализована возможность обрабатывать данные видеосъемки, что может оказаться полезным, например, для быстрой инспекции материалов изысканий. Видео разбивается на кадры, которые используются для последующего 3D моделирования.

### Для импорта видео

1. В меню *Файл* выберите команду *Импорт видео...*.
2. В появившемся диалоговом окне можно просмотреть видео и задать путь к папке, куда будут сохраняться созданные кадры.
3. Задайте шаблон имени файла для кадров и шаг импорта кадров.
4. Нажмите кнопку *OK*. Кадры будут автоматически сохранены в указанную папку, а изображения будут добавлены в активный блок проекта.

### Примечание

- Metashape позволяет выбрать один из предложенных размеров шага импорта кадров (Маленький, Средний, Большой), либо задать размер шага вручную, выбрав значение *Пользовательский*. При выборе одного из предустановленных значений параметра, программа рассчитывает смещение камеры для каждого

последующего кадра в процентах от размера кадра. Для размера шага *Маленький* смещение составляет порядка 3% от ширины снимка. Значение параметра *Средний* соответствует 7%, а *Большой* - 14% от ширины снимка.

Импортированные в проект кадры используются как обычные снимки.

# Выравнивание снимков

В результате процесса выравнивания определяются элементы внешнего ориентирования камеры и уточняются элементы внутреннего ориентирования (если выбрана опция автоматической калибровки). Разреженное облако точек, построенное в процессе выравнивания, отображает связующие точки.

Элементы внешнего ориентирования камеры определяют положение и ориентацию камеры в пространстве в момент съемки и рассчитываются на этапе выравнивания. Элементы внешнего ориентирования: 3 линейных элемента внешнего ориентирования и 3 угловых элемента внешнего ориентирования, подробнее см. секцию Углы ориентации камеры в разделе «Задание системы координат». В большинстве случаев съемочные системы оснащены GPS/GNSS приемниками для измерения элементов внешнего ориентирования во время съемки. Импорт файла с заданными элементами ориентирования камеры подробно описан в секции Задание опорных координат в разделе «Задание системы координат».

В Metashape элементы внутреннего и внешнего ориентирования рассчитываются при помощи фототриангуляции методом независимых связок. Для вычисления используются уравнения коллинеарности. Фототриангуляция позволяет совместно уравнять результаты фотограмметрических измерений связующих точек с результатами бортовых измерений. Таким образом определение элементов внешнего ориентирования кадров получается наиболее точным.

Элементы внутреннего ориентирования включают фокусное расстояние камеры, координаты главной точки снимка и коэффициенты дисторсии объектива. Перед запуском процедуры выравнивания в Metashape следует настроить параметры калибровочных групп:

- Для каждой камеры, использованной при съемке изображений проекта, необходимо создать отдельную калибровочную группу. Кроме того, рекомендуется создать отдельную калибровочную группу для каждого отдельного полета БПЛА. Более детальная информация доступна в разделе «Загрузка снимков».

- Для каждой калибровочной группы должны быть заданы начальные значения элементов внутреннего ориентирования. В большинстве случаев данные автоматически считываются из метаданных EXIF. Если метаданные EXIF недоступны - начальные значения элементов внутреннего ориентирования задаются на основании паспорта камеры.

- При использовании снимков, полученных с помощью аналоговых камер, необходимо задать начальные значения параметров калибровки камеры вручную, а также указать координатные метки для каждого снимка (подробнее в секции «Сканированные снимки»).

### Для выравнивания набора снимков

1. Выберите пункт *Выровнять снимки...* в меню *Обработка*.

2. В появившемся диалоговом окне выберите предпочтительные параметры выравнивания. Нажмите *OK*, когда выбор сделан.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

По окончании процедуры выравнивания в окне программы будут доступны для просмотра положения центров фотографирования и разреженное облако точек. В случае если обзор результата выявил неправильное позиционирование одной или нескольких камер, выравнивание для таких камер может быть сброшено. Для просмотра связующих точек между любой парой снимков выберите пункт *Просмотр соответствий...* в контекстном меню снимка на вкладке *Снимки*.

Положение неправильно выровненных снимков может быть пересчитано.

### Для выравнивания поднабора снимков

1. Сбросьте выравнивание для неправильно позиционированных снимков, используя команду *Сбросить выравнивание* в контекстном меню снимка.

2. Расставьте маркеры (по крайней мере 4 на каждом неверно выровненном снимке) и отметьте их проекции по крайней мере на двух снимках из выровненного поднабора. Metashape будет учитывать эти точки как тождественные. (Подробнее о расстановке маркеров можно прочесть в разделе «Задание системы координат»).

3. Выберите снимки, которые необходимо выровнять, и используйте команду *Выровнять камеры* в контекстном меню снимков.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

При необходимости облако точек вместе с рассчитанными позициями камер может быть экспортировано для обработки в стороннем 3D редакторе.

## Качество снимков

Снимки плохого качества могут негативно повлиять на результат выравнивания. Для отбора качественных изображений Metashape предлагает функцию автоматической оценки качества снимков. Изображения с параметром качества менее 0.5 рекомендуется исключить из обработки (при условии, что оставшиеся снимки полностью покрывают объект съемки). Для исключения снимков используйте кнопку *Блокировать камеры* в строке меню на вкладке *Снимки*.

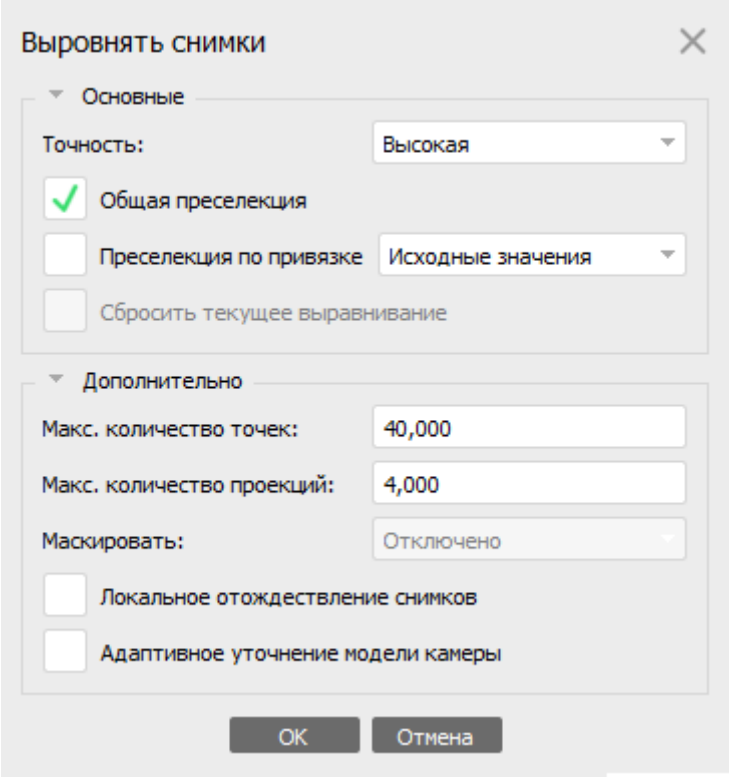
Оценка качества снимков в Metashape основана на сравнении параметра четкости конкретного изображения с соответствующим параметром для других снимков в наборе. Значение параметра рассчитывается на основании уровня четкости наиболее резкого участка изображения.

### Для оценки качества снимка

1. Переключитесь в режим просмотра *Детальный*, доступный из меню *Изменить* на панели *Снимки*.

2. На панели *Снимки* выберите все кадры, которые необходимо проанализировать.
3. Выберите пункт *Оценить качество снимков* в контекстном меню снимков.
4. После завершения процедуры, параметр *Качество* отобразится в одноименном столбце на панели *Снимки*.

# Параметры выравнивания




Диалоговое окно "Параметры выравнивания"

Следующие параметры выравнивания контролируют процедуру выравнивания снимков и могут быть изменены в диалоговом окне *Выровнять снимки*:

**Точность**

Высокая точность позволяет получить наиболее достоверное положение камеры, тогда как низкая точность может быть использована для грубого расчета положения камеры в кратчайшее время.

При значении параметра точности Высокая, программа использует в расчетах изображения исходного размера, для Средней точности размер исходных изображений уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне кадра). Низкая точность означает уменьшение исходных изображений еще в 4 раза. При значении параметра точности Очень высокая, программа использует в расчетах изображения увеличенные в 4 раза. Так как связующие точки определяются из соответствующих элементов, найденных на исходных изображениях, в некоторых случаях для точной локализации связующих точек может быть необходимо увеличить изображение. Выравнивание камер при значении параметра точности Очень высокая рекомендовано только для очень резких снимков и в основном для исследовательских целей, так как требует большего времени.

**Преселекция пар**

Процесс выравнивания больших наборов снимков может занимать значительное время, которое по-большей части расходуется на процедуру отождествления между найденными на разных снимках особенностями. Преселекция пар может ускорить процесс.

В режиме *Общая преселекция* выбор пар осуществляется путем предварительного отбора с низкой точностью отождествления.

## Примечание

Использование режима *Преселекция по привязке* отдельно от применения режима *Общая преселекция* лучше всего подходит в случае, когда на этапе выравнивания найдено только несколько общих точек. Это может произойти, например, при обработке аэрофотосъемки лесных массивов или посевных полей.

**Преселекция по привязке**

При использовании опции *Преселекция по привязке* следует выбрать наиболее подходящий режим преселекции из выпадающего списка:

В режиме *Исходные значения* выбор пар осуществляется на основе измеренных позиций камер (при наличии данных). В случае, если в пределах набора снимков направление съемки изменяется, рекомендуется задать значение параметра *Дистанция съемки* (среднее расстояние от камеры до моделируемой поверхности) в диалоговом окне *Параметры привязки* на вкладке *Привязка* для повышения эффективности процедуры преселекции. Параметр Дистанция съемки может быть использован только при наличии данных ориентации камеры (Курс, тангаж, крен / Омега, Фи, Каппа), которые также следует указать на панели *Привязка*. В этом случае преселекция осуществляется на основании рассчитанных положений 3D точек. Положение каждой такой точки определяется исходной точкой на поверхности и вектором, направленным в соответствии с направлением съемки, и равным по модулю заданному значению *Дистанция съемки*.

При выборе пар в режиме *Рассчитанные значения* учитываются величины элементов внешнего ориентирования камеры, полученные при первичном выравнивании. Данный режим может быть полезен при отсутствии или недостаточном количестве на перекрывающихся снимках соответственных точек, полученных при первичном выравнивании.

В режиме *Порядок кадров* выбор пар определяется последовательностью кадров при съемке. Стоит отметить, что первые и последние по порядку в наборе кадры также будут сопоставлены между собой.

**Сбросить текущее выравнивание**

При выборе данной опции данные обо всех обнаруженных характерных точках, проекциях и связующих точках отбрасываются, и процедура выравнивания будет запущена заново.

Также возможна настройка следующих дополнительных параметров.

**Максимальное количество точек**

Максимальный предел количества характерных точек (особенностей) на каждом снимке, принимаемых в расчет на текущей стадии обработки. При использовании нулевого значения Metashape находит максимально возможное количество

характерных точек, что может привести к появлению большого числа ненадежных точек.

**Максимальное количество проекций**

Максимальный предел количества связующих точек на каждом снимке. Использование нулевого значения означает отсутствие фильтрации по данному параметру.

**Применить маски**

Если выбрана опция *Применить маски к характерным точкам*, процедура поиска особенностей производится только для участков на снимках, которые не закрыты масками. В свою очередь опция *Применить маски к связующим точкам* указывает, что конкретные связующие точки исключены из процедуры выравнивания. Заметим, что связующая точка - это совокупность характерных точек на снимках, каждая из которых является проекцией одной и той же трехмерной точки. Таким образом при включении опции *Применить маски к связующим точкам*, если область закрыта маской хотя бы на одном снимке в наборе, характерные точки в пределах этой области на других снимках не будут учитываться при выравнивании, а следовательно и соответствующие связующие точки также не будут учитываться при выравнивании. Это может оказаться полезным в случае съемки объекта с использованием поворотного столика: можно исключить весь фон, закрыв его маской только на одном снимке. Дополнительная информация об использовании масок находится в разделе «Использование масок».

**Подавлять неподвижные связующие точки**

Позволяет исключить связующие точки, остающиеся неподвижными на многих фотографиях в наборе. Такой подход полезен при выравнивании наборов с неподвижным фоном (например, при сценариях съемки с использованием поворотного столика) без применения масок. Кроме того применение этой опции помогает исключить ложные связующие точки: артефакты сенсора или объектива.

**Локальный поиск соответствий**

Позволяет находить дополнительные связующие точки на снимках большого разрешения: изображениях, снятых камерами профессионального уровня; спутниковых снимках или архивных аэрофотоснимках, отсканированных в высоком разрешении.

**Адаптивное уточнение модели камеры**

Данная опция позволяет автоматически уточнять элементы внутреннего ориентирования камеры, в зависимости от оценки их надежности. Для наборов данных с надежной геометрией кадра (например, фотографии здания, снятые по всему периметру и с различных уровней съемки) функция позволяет уточнить большее число элементов при первоначальном выравнивании. Напротив, для наборов данных с ненадежной геометрией (например, снимки сделанные камерой, закрепленной на БПЛА) данная функция позволяет избежать значительного расхождения значений элементов внутреннего ориентирования камеры. Например, определение параметров радиальной дисторсии для наборов данных, где объект съемки занимает только малую центральную часть кадра, чрезвычайно ненадежно. При отключении данной функции Metashape уточняет только фиксированный набор параметров: фокусное расстояние, положение главной точки, три коэффициента радиальной дисторсии (K1, K2, K3) и два коэффициента тангенциальной дисторсии (P1, P2).

## Примечание

- Параметр Максимальное количество проекций позволяет оптимизировать производительность на этапе выравнивания снимков и, в большинстве случаев, не влияет на качество результирующей модели. Рекомендуемое значение 4000.

Слишком высокое или слишком низкое значение параметра может привести к потере некоторых частей плотного облака точек. Metashape рассчитывает карты глубины только для пар снимков, для которых количество связующих точек выше определенного предела. Этот предел равняется 100 точкам или 10% от максимального числа связующих точек между данным снимком и другими снимками в проекте (если таких точек больше 4000). В расчет принимаются только связующие точки внутри области реконструкции.

- Число связующих точек может быть уменьшено по завершении процедуры выравнивания при помощи команды *Связующие точки - Проредить связующие точки* в меню *Инструменты*. Эта операция приведет к уменьшению количества точек в разреженном облаке, тогда как результаты выравнивания останутся неизменными.

# Компоненты

В результате процедуры выравнивания некоторые поднаборы изображений могут оказаться несвязанными с основным выровненным набором. Это происходит в тех случаях, когда между основным набором данных и локальными поднаборами, называемыми Компонентами, не было выявлено достаточного количества связующих точек.

Компоненты отображаются внутри папки *Компоненты* соответствующего блока на панели *Проект*.

### Для выравнивания компонент между собой

1. Для каждой пары компонент создайте по меньшей мере 3 маркера, не лежащие на одной прямой, чтобы связать компоненты между собой. Подробная информация о расстановке маркеров в ручном режиме приведена в разделе «Задание системы координат».

2. Переключение между компонентами осуществляется по двойному щелчку левой кнопкой мыши на иконке компоненты на вкладке *Проект*.

3. После того как все компоненты были выровнены между собой при помощи маркеров, выберите все компоненты на панели *Проект* используйте команду *Объединить компоненты* из контекстного меню.

# Добавление новых снимков в выровненный набор

При необходимости добавить некоторое количество снимков к уже выровненному набору, может быть использована опция дополнительного выравнивания. При этом необходимо соблюдение двух условий: 1) параметры объекта съемки (такие как освещенность и др.) не изменялись существенно; 2) ДО НАЧАЛА ОБРАБОТКИ была включена функция *Сохранять особые точки*, размещенная на вкладке *Дополнительно* диалогового окна *Настройки Metashape*, доступного из меню *Инструменты*.

### Для выравнивания дополнительных изображений и добавления их к блоку предварительно выровненных

1. Добавьте новые снимки в активный блок, используя команду *Добавить снимки* в меню *Обработка*.

2. В меню *Обработка* откройте диалог *Выровнять снимки*.

3. Задайте настройки выравнивания для нового поднабора снимков. ВАЖНО! Снимите галочку напротив команды *Сбросить текущее выравнивание*.

4. Нажмите *OK*. В процессе выравнивания Metashape будет сопоставлять уже существующие особые точки и точки, определенные на новых изображениях.

# Построение облака точек на основании импортированных данных о камере

Metashape поддерживает импорт элементов внешнего и внутреннего ориентирования камеры, а также результатов калибровки. Если для конкретного проекта доступны точные данные о камере, они могут быть загружены в Metashape и использованы вместе со снимками как исходные данные для построения 3D модели.

### Для импорта элементов внешнего и внутреннего ориентирования камеры

1. Выберите команду *Импорт камер* из меню *Файл-Импорт*.

2. Задайте формат импортируемого файла.

3. Задайте местоположение исходного файла и нажмите кнопку *Открыть*.

4. Данные будут загружены в проект. Элементы внутреннего ориентирования отобразятся на вкладке *Уточненная* диалогового окна *Калибровка камеры*, доступного из меню *Инструменты*. Если импортируемый файл содержит данные привязки (координаты позиций съемки в некой системе координат), то данные отобразятся на вкладке *Просмотр рассчитанных значений* панели *Привязка*.

Параметры камеры могут быть импортированы в следующих форматах: Agisoft (*.xml), BINGO (*.dat), Inpho Project File (*.prj), Blocks Exchange (*.xml), Bundler (*.out), Autodesk FBX (*.fbx), VisionMap Detailed Report (*.txt), Realviz RZML (*.rzml), Alembic (*.abc).

После загрузки данных, Metashape предлагает построить облако точек. На этом этапе производится поиск характерных точек и отождествление с последующим построением Разреженного облака точек, которое представляет собой трехмерную репрезентацию данных о Связующих точках. Команда *Построить облако точек* доступна из меню *Инструменты - Связующие точки*. Параметры процедуры Построить облако точек идентичны параметрам этапа выравнивания снимков (см. выше).

# Построение плотного облака точек

Metashape позволяет создавать плотное облако точек на основании рассчитанных элементов внутреннего и внешнего ориентирования камеры.

Процедура построения плотного облака точек выполняется на основе карт глубины, рассчитанных при помощи алгоритма плотной стереореконструкции. Для каждого снимка при помощи фототриангуляции методом независимых связок определяются элементы внешнего и внутреннего ориентирования. Затем по этим данным для пар

перекрывающихся снимков рассчитываются карты глубины. Поскольку один снимок перекрывается сразу с несколькими соседними, то таким образом для каждого снимка рассчитывается несколько карт глубины. Итоговая карта глубины для конкретного снимка объединяет в себе информацию, полученную при попарном расчете. Дополнительные данные в области множественного перекрытия снимков используются для фильтрации ошибок.

Плотное облако получается путем объединения частичных плотных облаков, полученных из карт глубины, с применением дополнительной фильтрации в областях перекрытия. Нормали в частичных плотных облаках точек определяются методом аппроксимирующей плоскости для окрестностей пикселя в полной (комбинированной) карте глубины для конкретного снимка. Цвет пикселя определяется на основании данных изображения.

Число полных карт глубины для каждой точки в объединенном плотном облаке отражается в виде значения достоверности. В дальнейшем, при помощи инструмента *Отфильтровать по достоверности...* (доступном из меню *Инструменты* > *Плотное облако*) точки с низкой достоверностью могут быть исключены из рассмотрения.

В Metashape облака точек получаются такие же плотные (если не плотнее) как облака точек LIDAR. Плотное облако точек может быть отредактировано и классифицировано при помощи Metashape, а также использовано для построения полигональной модели, карты высот или тайловой модели. Наконец, плотное облако может быть экспортировано для дальнейшего анализа в других приложениях.

### Для построения плотного облака точек

1. Проверьте выбор области реконструкции. В случае необходимости выберите рабочую область вручную, используя кнопки *Изменить размер области* и *Повернуть область* на панели инструментов. Поверните рабочую область, а затем перетащите углы параллелепипеда в нужное положение.

2. Выберите пункт *Построить плотное облако...* в меню *Обработка*.

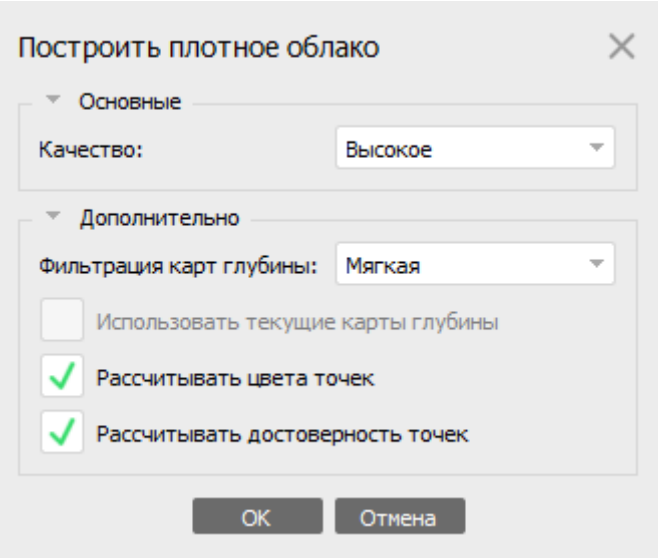
3. В диалоговом окне *Построить плотное облако* установите необходимые параметры. Нажмите кнопку *ОК*.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- В одном блоке может храниться несколько плотных облаков. Для того чтобы сохранить текущее плотное облако и построить новое, на панели *Проект* в активном блоке щелкните правой кнопкой мыши на Плотное облако и снимите галочку *Использовать по умолчанию*. Для того чтобы сохранить текущее плотное облако и создать его копию для последующего редактирования, выберите опцию *Создать копию…* в контекстном меню выбранного плотного облака на панели *Проект*.

# Параметры построения плотного облака




Диалоговое окно "Построить плотное облако"

**Качество**

Устанавливает требуемое качество построения карт глубины. Более высокие значения позволяют получить более детальную и точную геометрию, однако требуют при этом больших ресурсов и большего времени на обработку. Параметр Качество для плотного облака точек схож с параметром Точность на этапе выравнивания снимков. Так при выборе значения параметра Очень высокое производится обработка исходных изображений, при снижении параметра на одну ступень, размер снимка уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне).

Кроме того, возможно использование следующих дополнительных параметров.

**Режимы Фильтрации карт глубины**

На стадии построения плотного облака точек Metashape рассчитывает карты глубины для каждого изображения. В случае, если текстура некоторых частей объекта съемки плохо выражена, или изображение нечетко сфокусировано, а также вследствие цифрового шума, некоторые точки могут быть неправильно позиционированы. Для фильтрации выбросов Metashape имеет несколько встроенных алгоритмов, которые могут применяться в зависимости от задач конкретного проекта.

**Мягкая**

При сложной, с многочисленными мелкими деталями на переднем плане, геометрии объекта съемки, рекомендуется выбрать для параметра *Фильтрация карт глубины* значение *Мягкая*. В этом случае важные элементы объекта съемки не будут исключены из построения. Мягкий режим фильтрации карт глубины может быть также полезен при обработке аэрофотоснимков, если область исследования содержит плохо текстурированные поверхности (например, крыши зданий).

**Агрессивная**

При моделировании области без значимых мелких деталей, рекомендована к применению *Агрессивная* фильтрация карт глубины, чтобы исключить максимальное число ошибочно позиционированных точек. Данное значение параметра обычно рекомендовано для обработки аэрофотоснимков, однако в некоторых проектах (см. комментарий для случая выше) может применяться Мягкая фильтрация.

**Умеренная**

При использовании режима фильтрации карт глубины *Умеренная*, параметры фильтрации устанавливаются на уровне, среднем между режимами *Мягкая* и *Агрессивная*. В случае сомнений, какой из режимов фильтрации карт глубины следует применить, рекомендуется экспериментировать с настройками.

Кроме того фильтрация карт глубины может быть *Отключена*. Однако использование такого сценария не рекомендовано, так как он ведет к сильному увеличению "шума" в плотном облаке точек.

Режимы фильтрации применяются к исходным картам глубины. Для фильтрации шума используется фильтр связных компонент, основанный на значениях глубины для пикселя в пределах сегмента карты глубины. При фильтрации устанавливается максимальный размер связной компоненты, подлежащей отбраковыванию.

### Примечание

- Более агрессивные режимы фильтрации позволяют удалить больше шума, однако стоит помнить, что если на объекте съемки присутствуют мелкие и тонкие детали - есть риск отфильтровать значимые точки.

**Использовать текущие карты глубины**

Если предполагается использовать уже содержащиеся в блоке карты глубины для построения плотного облака, в таком случае необходимо выбрать значения параметров *Качество* и *Фильтрация карт глубины* в соответствии со значениями, указанными в скобках рядом с пиктограммой карт глубины на панели *Проект*, а затем подключить опцию *Использовать текущие карты глубины*.

**Рассчитывать цвета точек**

Если цвета точек не представляют интереса для задач проекта, эту опцию можно отключить, чтобы уменьшить время на обработку.

**Рассчитывать достоверность точек**

При активации данной функции, Metashape оценивает сколько карт глубины было использовано при создании каждой точки плотного облака. Этот параметр может быть использован для фильтрации плотного облака (см. также «Редактирование облака точек»).

## Импорт облака точек

Metashape позволяет импортировать облако точек, которое на последующих этапах обработки будет распознаваться как плотное облако точек. При необходимости загрузки облака точек, полученного в результате применения фотограмметрии в стороннем пакете, с помощью лазерного сканирования и т.д., применяется опция *Импорт точек* доступная в меню *Файл*. В диалоговом окне импорта точек необходимо указать путь к файлу в одном из поддерживаемых форматов и нажать кнопку *Открыть*.

Metashape поддерживает следующие форматы плотного облака для импорта: Wavefront OBJ, Stanford PLY, ASPRS LAS, LAZ, ASTM E57, ASCII PTS.

# Построение трехмерной полигональной модели

Metashape позволяет построить трехмерную полигональную модель на основе облака точек (Плотного или Разреженного облаков, а также загруженного облака точек) или карт глубины.

### Для построения трехмерной полигональной модели

1. Проверьте выбор области реконструкции. Ориентация рабочей области для геопривязанного блока будет произведена автоматически.

   В случае необходимости выберите рабочую область вручную, используя кнопки *Изменить размер области*, *Переместить область* и *Повернуть область* на панели инструментов. Поверните рабочую область, а затем перетащите углы параллелепипеда в нужное положение. Модель будет построена только для фрагмента объекта съемки внутри рабочей области. Для типа объекта *Карта высот* красная грань параллелепипеда будет определять плоскость проецирования. В этом случае необходимо убедиться, что параллелепипед, ограничивающий рабочую область, правильно ориентирован в пространстве.

2. Выберите пункт *Построить модель...* в меню *Обработка*.

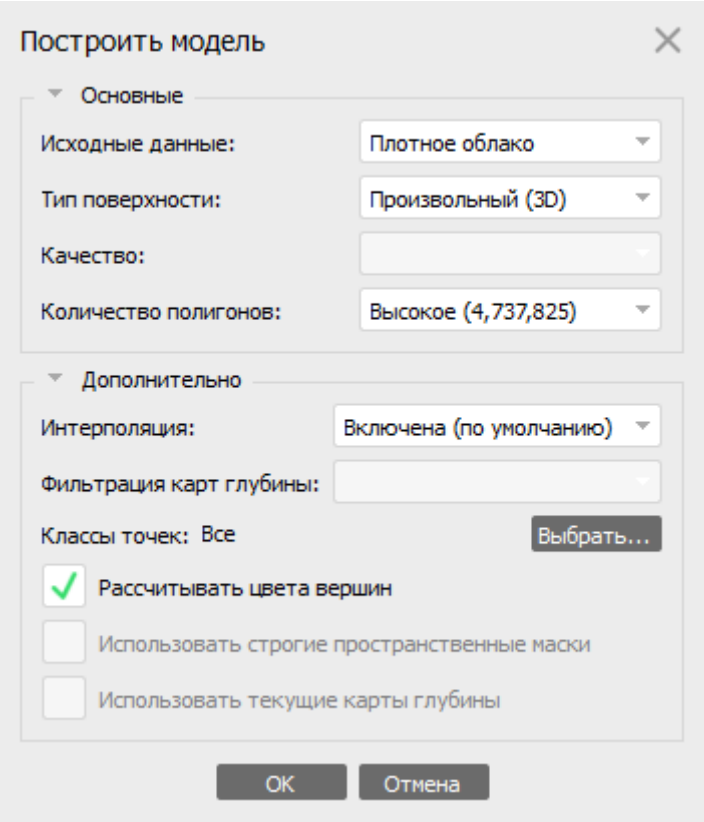
3. В диалоговом окне *Построить модель* установите необходимые параметры. Нажмите кнопку *OK*.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- В одном блоке может храниться несколько полигональных моделей. Для того чтобы сохранить текущую полигональную модель и построить новую, на панели *Проект* в активном блоке щелкните правой кнопкой мыши на Модель и снимите галочку *Использовать по умолчанию*. Для того чтобы сохранить текущую полигональную модель и создать ее копию для последующего редактирования, выберите опцию *Создать копию…* в контекстном меню выбранной полигональной модели на панели *Проект*.

# Параметры построения трехмерной модели




Диалоговое окно "Построить модель"

Metashape поддерживает несколько методов построения трехмерной полигональной модели и предоставляет ряд настроек, позволяющих учесть особенности конкретного набора снимков.

**Исходные данные**

Значение параметра *Разреженное облако* может быть использовано для быстрого создания полигональной модели на основании только разреженного облака точек.

Настройка параметра *Плотное облако* позволит построить полигональную модель высокого качества, основываясь на заранее рассчитанном плотном облаке точек, однако время обработки увеличится.

Наконец, значение *Карты глубины* позволяет эффективно использовать информацию с исходных изображений, при этом, по сравнению с построением модели на основании плотного облака, требует меньших ресурсов. Рекомендуется для Произвольного типа поверхности при условии, что сценарий обработки не предполагает редактирование плотного облака точек перед построением полигональной модели.

**Тип поверхности**

*Произвольный* тип поверхности может быть использован для моделирования объектов любого вида. Этот тип следует выбирать для замкнутых поверхностей, таких как статуи, здания и т. д. Применяемые методы не подразумевают никаких ограничений типов моделируемых объектов, что достигается за счет использования большего количества ресурсов памяти.

Методы, определяемые типом поверхности *Карта высот*, оптимизированы для моделирования плоских поверхностей, таких как ландшафт или барельфы. Этот тип объекта следует выбирать при обработке результатов аэрофотосъемки, поскольку

соответствующие методы требуют меньшего количества ресурсов памяти, и следовательно позволяют обрабатывать большее число изображений.

**Качество**

Указывает желаемое качество построения карт глубины, при условии, что они выбраны в качестве исходных данных. Высокое качество может быть использовано для получения более подробной и точной геометрии, но оно требует больше времени для обработки.

Интерпретация параметра Качества в данном случае аналогична настройкам Точности, приведенным в разделе «Выравнивание снимков». Единственное отличие состоит в том, что здесь выбор Очень высокого качества означает обработку оригинальных снимков, в то время как каждое последующее снижение качества предполагает предварительное уменьшение размера изображения в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне кадра). При построении полигональной модели на основе карт глубины по умолчанию применяется *Мягкая фильтрация*, кроме случаев, когда активирована опция *Использовать текущие карты глубины*. Для исключения лишних компонент, не относящихся к интересующему объекту, может быть использована *Агрессивная фильтрация*. Стоит помнить, что при таком режиме фильтрации могут быть ошибочно удалены тонкие структуры на восстановленной модели.

**Количество полигонов**

Устанавливает максимальное число полигонов в итоговой трехмерной полигональной модели. Предложенные значения для параметра (Высокое, Среднее, Низкое) рассчитаны на основании числа точек в предварительно созданном плотном облаке: отношение равно 1/5, 1/15, и 1/45 соответственно. Эти значения отражают оптимальное количество полигонов для модели соответствующей детализации. Пользователь может самостоятельно задать желаемое число полигонов в итоговой модели (Пользовательское значение параметра). Обратите внимание, что слишком маленькое число полигонов ведет к построению грубой модели, тогда как слишком большое их число (более 10 миллионов полигонов) скорее всего создаст сложности при визуализации модели во внешних программах.

Кроме того, возможна настройка следующих дополнительных параметров.

**Интерполяция**

Режим интерполяции *Отключена* подразумевает, что модель будет построена только для областей, присутствующих в плотном облаке точек. Обычно этот режим требует заполнения отверстий вручную на стадии постобработки.

При выбранном режиме интерполяции *Включена (по умолчанию)*, Metashape интерполирует информацию о каждой точке облака точек на поверхность круга определенного радиуса. Таким образом некоторые отверстия могут быть заполнены автоматически, а оставшиеся отверстия потребуют заполнения на стадии постобработки.

В режиме *Экстраполированная*, Metashape создает полигональную модель без отверстий с экстраполированной геометрией. Данный режим допускает генерирование больших дополнительных областей, однако они могут быть легко удалены вручную.

**Классы точек**

Задает классы точек плотного облака, которые будут использованы при построении трехмерной полигональной модели. Например, при выборе класса *Земля + низкие точки* будет построена ЦМР, а не ЦММ. Данная функция активна только в том случае, если предварительно была произведена классификация точек, описанная в разделе «Классификация точек плотного облака».

**Рассчитывать цвета вершин**

Если в исходных данных присутствует информация о цвете точек, текущая опция позволит рассчитать цвета вершин полигональной модели, если это необходимо (в соответствии с выбором пользователя).

**Использовать строгие пространственные маски**

Данная опция активна только при выборе Карт глубины в качестве исходных данных. Область, закрытая маской хотя бы на одном снимке, не будет смоделирована. Поэтому рекомендуется минимизировать использование масок. К тому же, каждая маска замедляет построение полигональной модели. Строгие пространственные маски могут быть использованы, например, при построении 3D модели человека, чтобы избежать построения лишних полигонов (шум) в пространстве между пальцами. Также маской рекомендуется закрыть нетекстурированный фон на одном из снимков, это позволит избежать эффекта "прилипания фона" к контурам объекта. Дополнительную информацию об использовании масок см. в разделе «Использование масок».

**Использовать текущие карты глубины**

Для того чтобы использовать текущие Карты глубины, доступные в блоке, выберите соответствующее Качество (см. информацию в строке Карты глубины на панели *Проект*), а затем поставьте галочку Использовать текущие карты глубины. Эта опция доступна только при выборе карт глубины в качестве исходных данных.

### Примечание

- Metashape, как правило, строит геометрию модели с высоким и очень высоким разрешением. Поэтому рекомендуется уменьшить число полигонов после расчета геометрии. Более подробная информация об оптимизации модели и других инструментах работы с геометрией трехмерной модели представлена в разделе «Редактирование геометрии модели».

# Построение текстуры модели

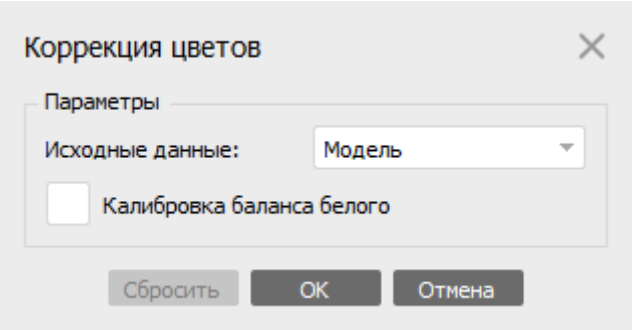
## Коррекция цветов

Функция цветокоррекции помогает выровнять яркость и баланс белого на снимках. Это может быть необходимо, если в процессе съемки условия освещения менялись в широких пределах. Коррекция цветов производится перед построением текстуры. Обратите внимание, что для больших наборов выполнение процедуры может занять существенное время.

### Для того, чтобы скорректировать цвета

1. Выберите команду *Коррекция цветов...* в меню *Инструменты*.
2. В диалоговом окне *Коррекция цветов* выберите значения параметров и нажмите *OK*.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

## Параметры цветокоррекции




Диалоговое окно "Коррекция цветов"

**Исходные данные**

Этот параметр определяет на основании каких данных будет проводится коррекция.

*Разреженное облако* - самая быстрая, но грубая оценка.

*Модель* - дает более точные результаты, но только при условии высокой степени детализации поверхности. Рекомендуется использовать, если конечной целью корректировки цветов является улучшение качества текстуры модели.

*ЦММ* - может быть использована для больших наборов данных или других случаев, для которых не планируется создание полигональной модели.

**Калибровка баланса белого**

Дополнительная опция, позволяющая также выровнять баланс белого, если это необходимо.

Metashape позволяет изменить цветовые уровни для различных каналов одного или нескольких снимков. Инструмент *Коррекция цветовых уровней* доступен в контекстном меню выбранных снимков на панели*Снимки*. В диалоговом окне *Коррекция цветовых уровней* можно произвести ручную корректировку каждого канала или установить среднее значение для всех каналов. Данная функция может оказаться полезной, если некоторые снимки слишком темные или слишком светлые.

# Построение текстуры

Данная опция позволяет построить различные типы текстуры для модели.

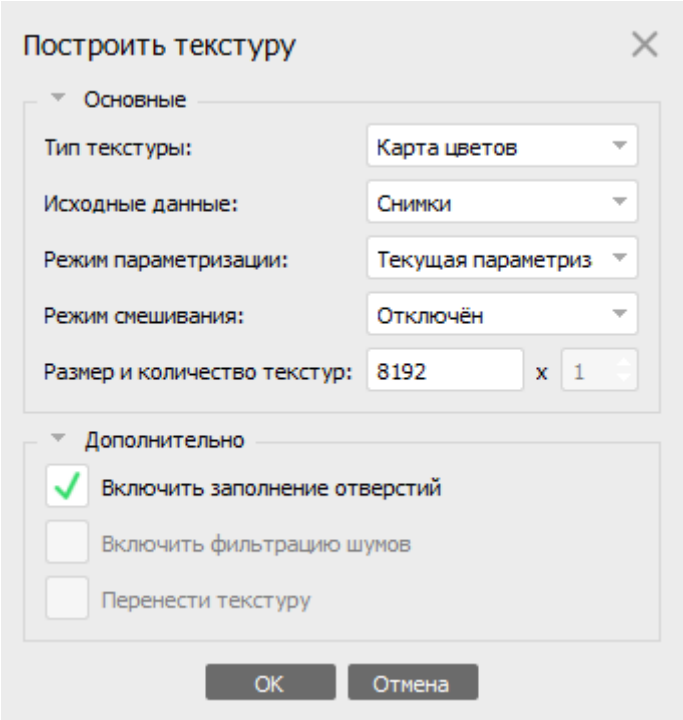
### Для построения текстуры 3D модели

1. Выберите пункт *Построить текстуру* в меню *Обработка*.

2. Выберите параметры построения текстуры в диалоговом окне *Построить текстуру*. Нажмите кнопку *OK*.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

## Параметры построения текстуры




Диалоговое окно "Построить текстуру"

Следующие параметры контролируют различные аспекты построения текстурного атласа:

**Тип текстуры**

*Карта цветов* - базовая текстура, сохраняет цвета поверхности модели.

*Карта нормалей* - на этапе постобработки позволяет рассчитывать освещенность модели, в том числе при наличии различных источников освещения.

*Карта затенённости* - содержит рассчитанную информацию о затенённости модели при фоновом освещении.

**Исходные данные**

*Снимки* - позволяет построить цветную текстуру (карта цветов) на основании выровненных снимков текущей модели или на основании снимков, перенесенных из другой модели, для которой уже была построена карта цветов.

*Модель* - Metashape позволяет построить карту нормалей или карту затенённости на основании другой модели. Рельеф модели, указанной в поле *Исходные данные*, будет перенесен на поверхность текущей модели. Если полигональная сетка была упрощена в процессе обработки, рекомендуется использовать более подробную модель для создания карты нормалей или карты затенённости. Если в текущем блоке содержится менее двух моделей, то значение *Карта нормалей* параметра *Исходные данные* будет недоступно.

**Режим параметризации**

Режим наложения текстуры (параметризации) определяет, каким образом текстура объекта будет храниться в текстурном атласе. Выбор подходящего режима помогает получить оптимальный вид хранения текстуры, что ведет к улучшению качества визуализации итоговой модели.

Режим *Общий* задается по умолчанию и позволяет произвести параметризацию текстурного атласа для произвольной геометрии. В этом случае Metashape не делает никаких предположений относительно типа объекта съемки и старается создать настолько равномерную текстуру, насколько это возможно.

В режиме *Ортографический* вся поверхность объекта текстурируется в ортографической проекции. Данный режим позволяет получить еще более компактное представление текстуры, чем режим *Адаптивный ортографический*, однако при этом сильно занижается качество текстуры для вертикальных областей.

В режиме параметризации *Адаптивный ортографический* поверхность объекта разделяется на плоскую часть и вертикальные области. Плоская часть поверхности текстурируется с использованием ортографической проекции, в то время как вертикальные области текстурируются отдельно, что способствует точному отображению текстуры в этих областях. Данный режим позволяет получать более компактные текстуры для плоских или почти плоских объектов съемки, сохраняя при этом хорошее качество текстуры для вертикальных поверхностей (например, для стен зданий).

*Сферический* режим параметризации подходит только для определенного класса объектов, которые имеют шарообразную форму. Позволяет осуществлять экспорт непрерывного текстурного атласа для этого типа объектов, что значительно упрощает последующую работу. При экспорте текстур в сферическом режиме важно правильно задать рабочую область. Модель должна быть целиком расположена в пределах параллелепипеда, ограничивающего рабочую область. Красная грань параллелепипеда определяет ось сферической проекции и должна располагаться под моделью. Отметки на передней грани параллелепипеда определяют нулевой меридиан.

Режим *Отдельная камера* позволяет создавать текстуру из отдельного снимка. Снимок, который будет использоваться для текстурирования, может быть выбран из списка в поле *Текстурировать из*.

Режим *Текущая параметризация* использует текущую параметризацию модели для создания текстурного атласа. Может использоваться для пересчета текстурного атласа с другим разрешением или для создания текстуры модели, параметризованной в стороннем приложении.

**Режим смешивания (не используется в режиме Отдельная камера)**

Устанавливает принцип, по которому значения для точек на разных снимках смешиваются между собой в итоговой текстуре.

*Мозаика* - использует поэтапное смешивание: смешивает низкочастотные компоненты на перекрывающихся кадрах, чтобы избежать проблем по линиям пореза (используется средневзвешенное значение, зависящее от ряда параметров, в том числе от положения рассматриваемого пикселя относительно центра кадра), в то время как высокочастотные компоненты, ответственные за детали текстуры, берутся с изображения, представляющего интересующую область в хорошем разрешении (при этом плоскость кадра максимально близка к параллельной относительно поверхности в данной области).

*Усреднение* - использует среднее значение по всем точкам из отдельных снимков.

*Макс. яркость* - выбирается снимок с максимальной яркостью в соответствующей точке.

*Мин. яркость* - выбирается снимок с минимальной яркостью в соответствующей точке.

Поскольку режимы минимальной и максимальной яркости не используют усреднения значений в точках по нескольким снимкам, они могут быть использованы для улучшения четкости и качества итоговой текстуры.

*Отключен* - снимок для определения цвета пикселя выбирается таким же образом, как и при смешивании высокочастотных компонент в режиме Мозаика.

**Текстурировать из (только для режима параметризации *Отдельная камера*)**
Позволяет указать снимок, который будет использован для текстурирования. Применяется только в режиме параметризации текстуры *Отдельная камера*.

**Размер и количество текстур**
Позволяет задать размер (высоту и ширину) текстурного атласа в пикселях и число экспортируемых файлов текстуры. Разбиение текстуры модели при экспорте на несколько файлов позволяет обойти ограничение объема данных, связанное с размером оперативной памяти (RAM), не снижая при этом разрешение текстуры.

Многостраничный текстурный атлас поддерживается только в режиме параметризации текстуры *Общий*, либо в режиме *Текущая параметризация*, при условии что импортированная модель содержит текстуру в поддерживаемом формате.

Также возможна настройка следующих дополнительных параметров.

**Включить заполнение отверстий**
Данная функция активируется по умолчанию, что помогает избежать диспергирования текстуры, например, в местах затенения поверхности модели многочисленными мелкими деталями. Отключать данную функцию рекомендуется только при решении узкоспециальных задач.

**Включить фильтрацию шумов**
Позволяет избежать появления на текстуре образов объектов (тонких структур, двигающихся частей), которые были исключены при построении полигональной модели.

### Примечание

- Текстура в формате HDR может быть создана только на основе HDR снимков.

## Повышение качества текстуры

Перед построением текстуры, для повышения ее качества, рекомендуется заблокировать изображения с параметром качества менее 0.5. Для блокировки снимка используйте кнопку *Блокировать камеры* в строке меню на вкладке *Снимки*.

Оценка качества снимка в Metashape основана на сравнении параметра четкости конкретного изображения с соответствующим параметром для других снимков в наборе. Значение параметра рассчитывается на основании уровня четкости наиболее резкого участка изображения.

Кроме того, качество текстуры можно повысить, используя инструмент *Удалить освещение*. Подробная информация представлена в разделе «Редактирование текстуры».

### Для оценки качества снимка

1. Переключитесь в режим просмотра *Детальный*, доступный из меню *Изменить* на панели *Снимки*.
2. На панели *Снимки* выберите все кадры, которые необходимо проанализировать.
3. Выберите пункт *Оценить качество снимков* в контекстном меню снимков.
4. После завершения процедуры оценки, параметр качества отобразится в столбце *Качество* на панели *Снимки*.

# Построение тайловой модели

Формат иерархических тайлов полезен при создании моделей объектов большой площади (например городов), так как позволяет визуализировать большие 3D модели с высоким разрешением и детализацией. Для просмотра тайловой модели рекомендуется использовать Agisoft Viewer - продукт, поставляемый в составе пакета установки Metashape.

Тайловая модель может быть построена на основании плотного облака точек, а текстура для иерархических тайлов создается из исходных снимков.

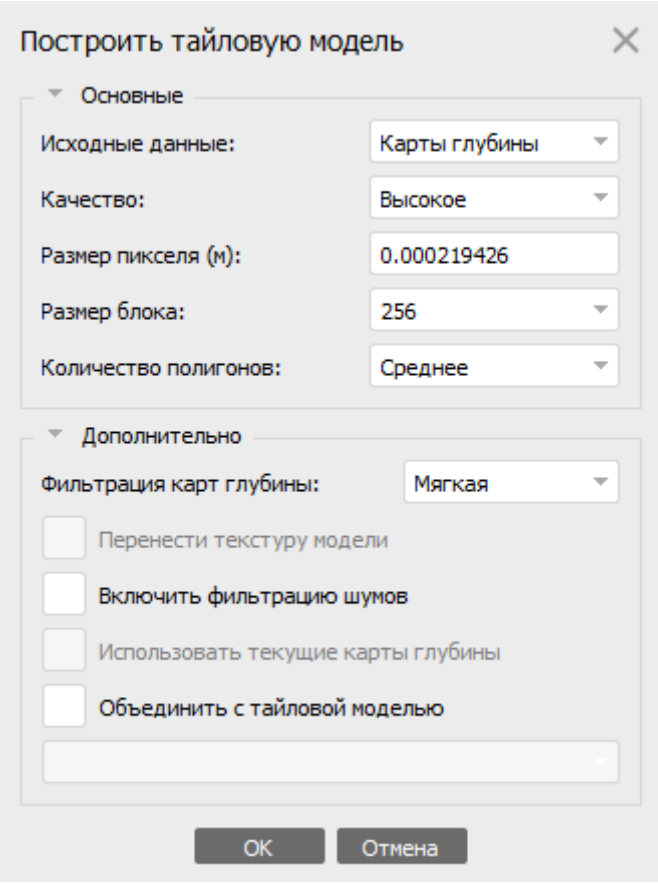
### Примечание

- Тайловая модель может быть построена только в проекте формата .PSX.
- В одном блоке может храниться несколько тайловых моделей. Для того чтобы сохранить текущую тайловую модель и построить новую в активном блоке, щелкните правой кнопкой мыши на Тайловую модель на панели *Проект* и снимите галочку *Использовать по умолчанию*. Для того чтобы сохранить текущую тайловую модель и создать ее копию для последующего редактирования, выберите опцию *Создать копию…* в контекстном меню выбранной тайловой модели на панели *Проект*.

### Для построения тайловой модели

1. Проверьте положение области построения: тайловая модель будет построена только для площади внутри параллелепипеда. Для корректировки размера и положения области построения используйте кнопки *Переместить область*, *Изменить размер области* и *Повернуть область* на панели инструментов. При необходимости поверните область и потяните за углы параллелепипеда для изменения его размеров.
2. Выберите команду *Построить тайловую модель...* в меню *Обработка*.
3. Задайте необходимые параметры в диалоговом окне *Построить тайловую модель*. Нажмите *OK*.
4. Статус выполнения текущей операции будет отображаться в диалоговом окне. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

# Параметры построения тайловой модели




Диалоговое окно "Построить тайловую модель"

**Исходные данные**

*Карты глубины* - рекомендуется для больших проектов, для которых построение полигональной модели неэффективно в связи с существенными затратами времени.

*Плотное облако точек* - может использоваться в качестве альтернативы картам глубины, если плотное облако уже создано для каких-либо других целей, а карты глубины не сохранились в проекте или при их создании была применена не *Мягкая* фильтрация.

*Полигональная модель* - позволяет сохранить все детали на тайловой модели при условии, что полигональная модель также была создана с высокой степенью детализации.

**Размер пикселя (м)**

Предложенное программой значение размера пикселя рассчитано автоматически на основании эффективного разрешения исходных снимков. Также оно может быть задано пользователем. Значение указывается в метрах.

**Размер блока**

Размер блока (тайла) задается в пикселях. Чем меньше размер тайла, тем выше ожидаемая скорость визуализации модели.

**Количество полигонов**

Предлагаемые значения (Высокое, Среднее, Низкое) устанавливают оптимальное количество полигонов для тайловой модели соответствующего уровня детализации.

Можно вручную указать необходимое количество полигонов в тайловой модели, если выбрать параметр Пользовательское.

**Качество**

Задает желаемое качество построения карт глубины, при условии, что они выбраны в качестве исходных данных. Более высокое значение параметра позволяет получить более детальную и точную геометрию, однако время обработки также увеличится. Данный параметр схож с параметром *Точность* на этапе выравнивания снимков. Единственное различие состоит в том, что программа использует в расчетах изображения исходного размера при значении параметра *Очень высокое*, а для каждой последующей ступени размер исходных изображений уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне кадра). Для построения тайловой модели на основании карт глубины используется параметр фильтрации *Мягкая*, за исключением случаев, когда включена опция *Использовать текущие карты глубины*.

Кроме того, возможно использование следующих дополнительных параметров.

**Перенести текстуру модели**

Если в рабочем блоке уже имеется текстура, созданная для полигональной модели, то она может быть использована в качестве источника для текстурирования тайловой модели (вместо исходных снимков). Эта опция доступна только если в качестве исходных данных для тайловой модели выбрана Полигональная модель.

**Включить фильтрацию шумов**

Позволяет избежать появления на текстуре образов объектов (тонких структур, двигающихся частей), которые были исключены при построении полигональной модели.

**Использовать текущие карты глубины**

Карты глубины, доступные в рабочем блоке, могут быть использованы для построения тайловой модели. Для этого в диалоговом окне *Построить тайловую модель* выберите соответствующее Качество (см. информацию в строке Карты глубины на панели *Проект*), а затем поставьте галочку *Использовать текущие карты глубины*. Эта опция доступна только при выборе карт глубины в качестве исходных данных.

**Объединить с тайловой моделью**

Позволяет сопоставить новые тайлы с уже существующей в проекте тайловой моделью и объединить все тайлы в одну тайловую модель.

## Импорт тайловой модели

Metashape позволяет добавить тайловую модель в проект при помощи команды *Импорт тайловой модели*, доступной в меню *Файл*.

Тайловая модель может быть импортирована в формате Agisoft Tiled Model.

# Построение ЦММ

Цифровая модель местности (ЦММ) представляет собой 2.5D модель поверхности в виде регулярной сетки значений высоты. В Metashape ЦММ может быть рассчитана на основании плотного облака точек, разреженного облака точек или полигональной модели, а также непосредственно на основании карт глубины.

Цифровая модель местности в Metashape может быть представлена как в виде ЦММ (то есть модели поверхности Земли и всех объектов на ней: зданий, автомобилей,

растительности и т.д.), так и в виде ЦМР - цифровой модели рельефа, то есть модели только поверхности Земли без объектов и растительности. Для построения ЦМР требуется предварительно классифицировать плотное облако точек, соответственно создание ЦМР возможно только для проектов, где построено плотное облако и проведена его классификация. Подробная информация о классификации плотного облака в Metashape представлена в разделе «Классификация точек плотного облака».

На ЦММ/ЦМР Metashape позволяет выполнять измерения координат точек, расстояний, площадей и объемов, а также отображать профили разрезов по заданной пользователем трассе. Наконец, возможно создание контурных линий и отображение их на ЦММ или ортофотоплане на вкладке *Орто*. Подробная информация о возможностях выполнения измерений представлена в разделе «Проведение измерений на ЦММ».

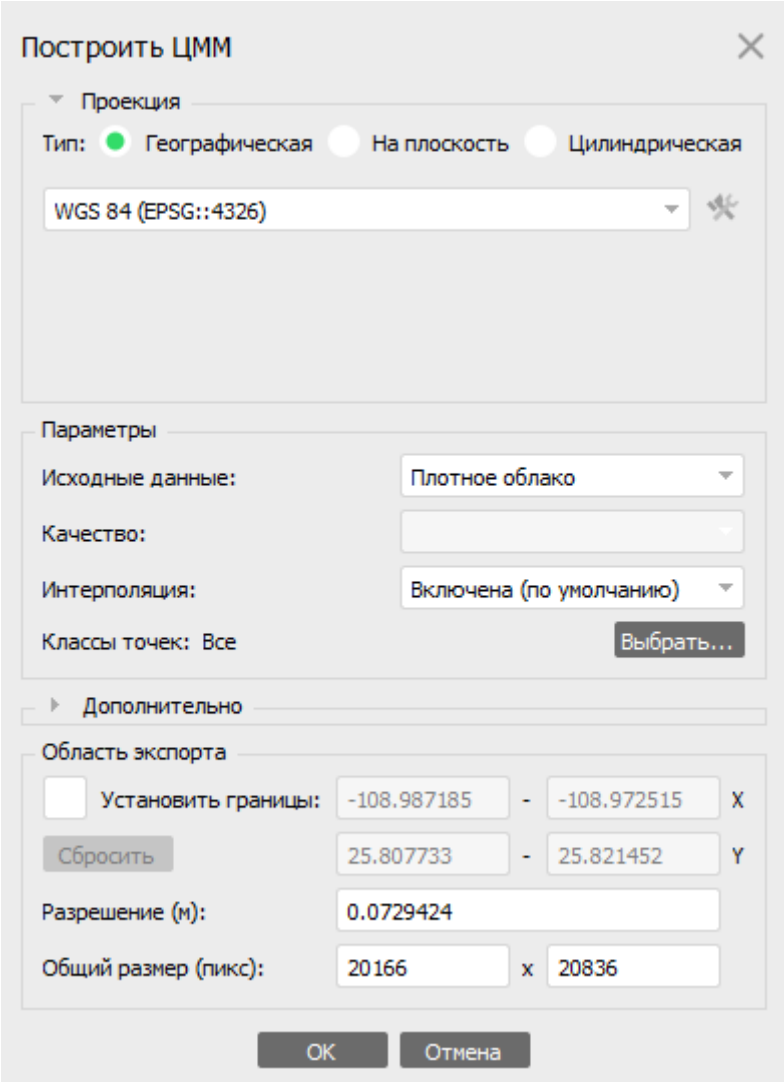
### Примечание

- Процедура построения ЦММ доступна только в проекте формата .PSX.
- ЦММ рассчитывается только для моделей с заданной системой координат. Подробная информация о способах задания системы координат представлена в разделе «Задание системы координат»
- ЦММ будет построена только для площади внутри области построения. Для корректировки размера и положения области построения используйте кнопки *Изменить размер области* и *Повернуть область* на панели инструментов. При необходимости поверните область и потяните за углы параллелепипеда для изменения его размеров.
- В одном блоке может храниться несколько ЦММ. Для того чтобы сохранить текущую ЦММ и построить новую в активном блоке, щелкните правой кнопкой мыши на ЦММ на панели *Проект* и снимите галочку *Использовать по умолчанию*. Для того чтобы сохранить текущую ЦММ и создать ее копию для последующего редактирования, выберите опцию *Создать копию…* в контекстном меню выбранной ЦММ на панели *Проект*.

### Для построения ЦММ

1. Выберите команду *Построить ЦММ...* в меню *Обработка*.
2. В диалоговом окне *Построить ЦММ* задайте систему координат для ЦММ.
3. Выберите исходные данные для построения.
4. Нажмите кнопку *OK*.
5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

# Параметры




Диалоговое окно "Построить ЦММ"

**Тип проекции**

*Географическая проекция* - позволяет выбрать географическую систему координат из выпадающего списка или загрузить параметры пользовательской географической системы координат. По умолчанию используется система координат, выбранная при привязке проекта. Допускается задание пользовательской системы координат при условии, что известны параметры преобразования датума для такой системы.

*Проекция на плоскость* - Metashape позволяет пользователю задать плоскость проекции и положение в пространстве результирующей ЦММ. Плоскость может быть задана при помощи маркеров (если на предпочтительной плоскости нет трех маркеров, плоскость также может быть задана по средством двух векторов, то есть 4 маркеров). Проекция на плоскость может быть полезна, например, при построении ЦММ (карты высот) для фасадов.

*Цилиндрическая* - позволяет проецировать ЦММ на цилиндрическую поверхность. При этом картируемые высоты соответствуют в каждой точке расстоянию от поверхности модели до цилиндра. Подробное описание цилиндрической проекции приведено в разделе «Построение ортофотоплана».

## Примечание

- Здесь и далее под параметрами преобразования датума понимаются параметры перехода от референц-эллипсоида выбранной системы координат к референц-эллипсоиду системы координат WGS84

**Исходные данные**

Рекомендуется производить построение ЦММ на основании *Плотного облака точек*. Этот тип исходных данных, при условии что предварительно была произведена классификация плотного облака, позволяет построить ЦММ для определенных классов точек (например, ЦМР при использовании точек земли). Если классификация не требуется для целей проекта, то рекомендуется в качестве исходных данных для ЦММ использовать *Карты глубины*. Для быстрой оценки результата можно выполнить построение на основании *Разреженного облака точек* (избегая стадию построения плотного облака точек). Можно использовать *Полигональную* или *Тайловую модель*, если ЦММ должна соответствовать полигональной модели или если плотное облако не было построено.

**Качество**

Задает желаемое качество построения карт глубины, при условии, что они выбраны в качестве исходных данных. Более высокое значение параметра позволяет получить более детальную и точную модель, однако время обработки также увеличится. Данный параметр схож с параметром *Точность* на этапе выравнивания снимков. Единственное различие состоит в том, что программа использует в расчетах изображения исходного размера при значении параметра *Очень высокое*, а для каждой последующей ступени размер исходных изображений уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне кадра).

**Интерполяция**

В режиме интерполяции *Включена (по умолчанию)* Metashape строит ЦММ для всех частей объекта съемки, которые видны хотя бы на одном исходном снимке. Режим *Включена (по умолчанию)* рекомендован для построения ЦММ.

В режиме интерполяции *Отключена* построение ЦММ производится только для областей входящих в плотное облако точек.

В режиме *Экстраполированная* программа рассчитывает ЦММ для модели с непрерывной геометрией, некоторые участки ЦММ строятся на основании экстраполированных данных.

**Классы точек**

Данный параметр позволяет выбирать классы точек, которые будут использованы при построении ЦММ.

Для построения Цифровой модели рельефа (ЦМР) необходимо предварительно классифицировать плотное облако точек и выделить по меньшей мере два класса: точки земли и все остальные. Подробная информация о классификации плотного облака точек представлена в разделе «Классификация точек плотного облака». Для построения Цифровой модели рельефа (ЦМР) задайте значение *Земля* для параметра *Классы точек* в диалоговом окне *Построить ЦММ*.

Для создания ЦММ только для изолированного участка проекта, в диалоговом окне *Построить ЦММ* задайте координаты левого нижнего и правого верхнего углов участка в левом и правом столбцах раздела Область экспорта соответственно. Значения по

умолчанию соответствуют координатам левого нижнего и правого верхнего углов проекта в пределах области построения.

Разрешение ЦММ соответствует эффективному разрешению, оцененному на основании исходных данных. Общий размер ЦММ рассчитывается с учетом эффективного разрешения и отображается в поле *Общий размер*.

# Построение ортофотоплана

Для создания ортофотоплана исходные снимки проецируются на поверхность полигональной модели или ЦММ, а затем, в соответствии с выбранным типом проекции, преобразуются в двухмерное изображение объекта съемки. Использование исходных снимков позволяет создавать результирующее изображение высокого разрешения. Наиболее часто ортофотоплан является необходимым результатом обработки аэрофотосъемки, кроме того, ортофотоплан может быть построен в случае, если необходим детальный вид объекта.

Metashape позволяет использовать следующие типы проекций: географическая проекция, проекция на плоскость и цилиндрическая проекция. Географическая проекция чаще всего используется при работе с данными аэрофотосъемки, так как позволяет сориентировать ортофотоплан в выбранной системе координат. При проекции на плоскость ориентация плоскости в пространстве может быть задана произвольно, что применяется при моделировании фасадов зданий и других не площадных исследованиях. Цилиндрическая проекция исключает сильные искажения при проецировании цилиндрических объектов, таких как трубы, тоннели, башни с круглым основанием и т.д.

Metashape позволяет редактировать линии пореза ортофотоплана для более качественной визуализации (ст. раздел «Редактирование линий пореза ортофотоплана»).

При построении ортофотоплана на основании мультиспектральных изображений на вкладке *Орто* доступны дополнительные инструменты для анализа полученных данных. Инструмент *Растровый калькулятор* позволяет рассчитывать NDVI и другие индексы растительности для выявления проблемных участков сельскохозяйственных площадей и формирования инструкций для автоматизированного оборудования. Подробное описание приведено в разделе «Расчет индексов растительности».

## Примечание

- Процедура построения Ортофотоплана доступна только в проекте формата .PSX и только для блоков, в которых построена полигональная модель или ЦММ.

- В одном блоке может храниться несколько ортофотопланов. Для того чтобы сохранить текущий ортофотоплан и построить новый в активном блоке, щелкните правой кнопкой мыши на Ортофотоплан на панели *Проект* и снимите галочку *Использовать по умолчанию*. Для того чтобы сохранить текущий ортофотоплан и создать его копию для последующего редактирования, выберите опцию *Создать копию…* в контекстном меню выбранного ортофотоплана на панели *Проект*.

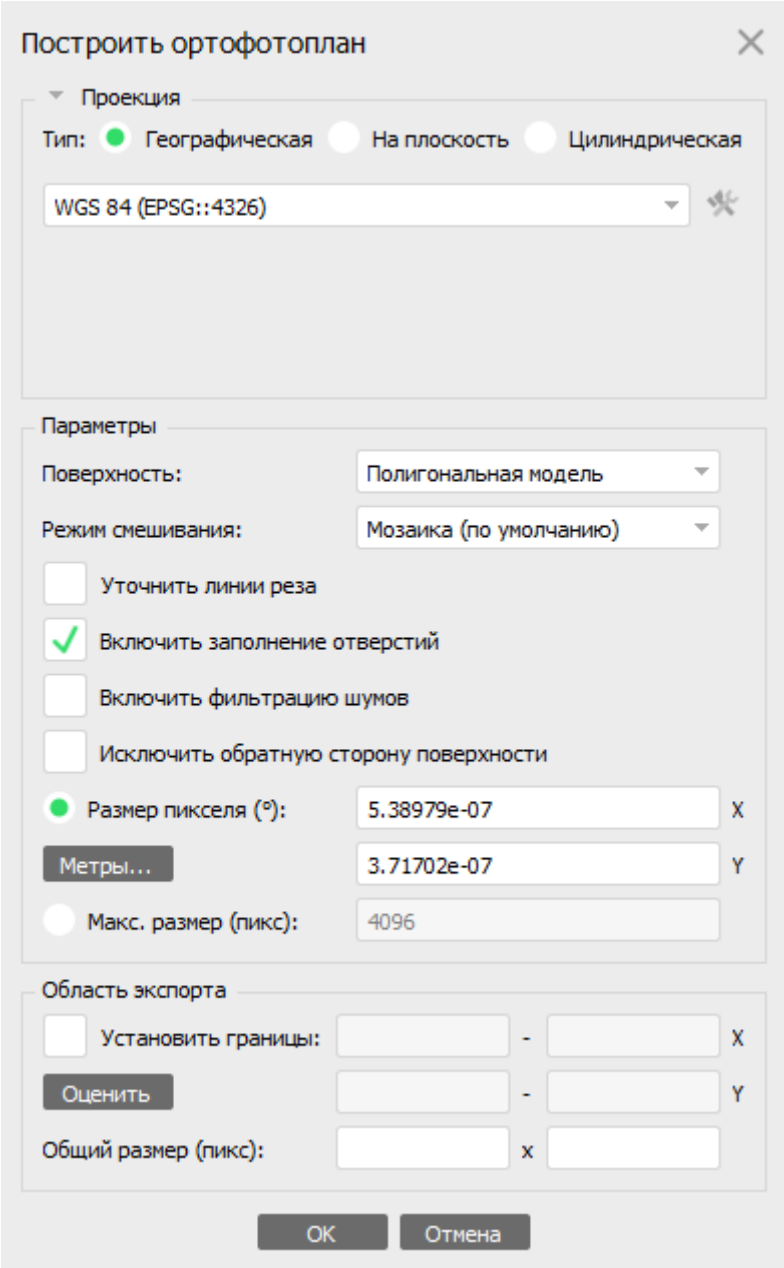
- На вкладке *Орто* в качестве подложки для ортофотоплана может быть использована картографическая основа. Для этого на панели инструментов вкладки *Орто* следует выбрать опцию *Показать картографическую основу*. Metashape поддерживает два типа картографических основ: Карта и Спутник. Тип Карта использует в качестве основы тайлы Open Street Map. Тип Спутник - позволяет использовать спутниковое изображение.

Если в процессе съемки условия освещения менялись в широких пределах, рекомендуется использовать функцию *Коррекция цветов*, доступную из меню *Инструменты*. Коррекция цветов производится перед построением ортофотоплана и помогает выровнять на кадрах яркость и баланс белого. Обратите внимание, что для больших наборов процедура может занять существенное время. Подробная информация о процедуре коррекции цветов приведена в разделе «Построение текстуры модели».

### Для построения ортофотоплана

1. Выберите команду *Построить ортофотоплан...* в меню *Обработка*.
2. В диалоговом окне *Построить ортофотоплан* задайте систему координат для Ортофотоплана.
3. Выберите поверхность для ортотрансформации снимков.
4. Нажмите кнопку *OK*.
5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

# Параметры построения ортофотоплана




Диалоговое окно "Построить ортофотоплан"

**Тип проекции**

*Географическая проекция* - позволяет выбрать географическую систему координат из выпадающего списка или загрузить параметры пользовательской географической системы координат. По умолчанию используется система координат, выбранная на этапе привязки проекта. Допускается задание пользовательской системы координат при условии, что известны параметры преобразования датума для такой системы.

*Проекция на плоскость* - позволяет спроецировать изображения на плоскость, заданную пользователем, при условии, что в качестве исходных данных для построения ортофотоплана используется полигональная модель. Плоскость проекции может быть выбрана относительно осей координат; на основании текущей ориентации модели на панели *Модель*; или быть задана при помощи маркеров (или двух векторов,

то есть 4 маркеров, если на предпочтительной плоскости нет трех маркеров). Проекция на плоскость может быть полезна, например, при построении ортофотопланов для фасадов или других вертикальных поверхностей.

*Цилиндрическая* - позволяет спроецировать ортофотоплан на цилиндрическую поверхность, что помогает избежать сильных искажений при проецировании цилиндрических объектов, таких как трубы, тоннели, башни с круглым основанием и т.д. Подробное описание цилиндрической проекции приведено в конце текущего раздела.

## Примечание

- Здесь и далее под параметрами преобразования датума понимаются параметры перехода от референц-эллипсоида выбранной системы координат к референц-эллипсоиду системы координат WGS84

**Поверхность**

Построение ортофотоплана на основании ЦММ может быть особенно эффективно при обработке данных аэрофотосъемки, так как не требует построения полигональной модели, что в свою очередь позволяет сократить время обработки. Построение же ортофотоплана на основании полигональной модели применимо для фасадов зданий или других типов объектов, при этом такие проекты могут быть не привязаны к какой-либо системе координат.

**Режим смешивания**

*Мозаика (по умолчанию)* - в этом режиме смешивания данные разделяются на несколько частотных компонент. Компонента с наибольшей частотой присутствует только вдоль линии пореза, по мере удаления от линии пореза все меньшее количество компонент участвует в процедуре смешивания.

Режим смешивания *Усреднение* использует средневзвешенные значения для каждого пикселя на отдельных снимках.

В Режиме смешивания *Отключен* цветовое значение для каждого пикселя определяется по снимку, на котором моделируемая поверхность в соответствующей точке параллельна или почти параллельна плоскости кадра.

**Размер пикселя**

Значение размера пикселя по умолчанию соответствует среднему эффективному разрешению кадров, при выборе меньшего размера пикселя - увеличится размер ортофотоплана (за счет увеличения числа пикселей), но не его Эффективное разрешение. Данная опция применяется, если необходимо задать определенный размер пикселя.

**Макс. размер (пикс)**

Данный параметр позволяет задать максимальный размер итогового изображения.

**Исключить обратную сторону поверхности**

При проецировании позволяет пренебречь теми частями поверхности, для которых нормали направлены в обратную сторону относительно выбранной плоскости проецирования.

**Включить заполнение отверстий**

Эта опция включена по умолчанию, так как она помогает избежать появления шумов в случае сложной поверхности с многочисленными мелкими частями, затеняющими другие части исходной модели поверхности. Только в случае очень специфических задач может быть рекомендовано отключить данную опцию.

**Включить фильтрацию шумов**

Если включена данная опция, то при построении ортофотоплана не учитываются снимки, выполненные под значительными углами к поверхности объекта съемки.

**Уточнять линии пореза**

Данный параметр рекомендуется использовать для ортофотоплана, который строится на основе ЦММ, чтобы автоматически создавались линии пореза для обхода зданий и других сложных объектов. Это позволит избежать появления артефактов на конечном изображении и трудоемкой корректировки ортофотоплана вручную.

Metashape строит ортофотоплан для всей области, на которой определена поверхность проецирования. Ограничения, заданные областью построения не учитываются. Если необходимо построить ортофотоплан для определенного участка, координаты левого нижнего и правого верхнего углов прямоугольной области могут быть заданы в соответствующих ячейках в разделе *Область экспорта* диалогового окна *Построить ортофотоплан*. Кнопка *Оценить* позволяет просматривать координаты левого нижнего и правого верхнего углов всего проекта.

Кнопка *Оценить* также позволяет оценить размер ортофотоплана (для всей области (по умолчанию) или для выбранного участка (Область экспорта)) и его разрешение (На основании параметров *Размер пикселя* или *Макс. размер*). Оцененное значение отображается в поле *Общий размер (пикс)*.

## Импорт ортофотоплана

Metashape позволяет импортировать ортофотоплан в проект. Для этого в меню *Файл* необходимо выбрать опцию *Импорт ортофотоплана...*. В диалоговом окне *Импорт ортофотоплана* следует указать путь к файлу и выбрать систему координат.

Ортофотоплан может быть импортирован в формате GeoTIFF Raster Data.

## Проекция на цилиндрическую поверхность

Для того чтобы спроецировать точки трехмерной поверхности на цилиндрическую поверхность необходимо:

1) задать ось цилиндра и его радиус;

2) опустить перпендикуляр из интересующей точки на ось цилиндра - точка пересечения этого перпендикуляра с поверхностью цилиндра и будет являться проекцией точки на заданную поверхность;

3) указать каким образом определяются координаты точки(x и y) на цилиндре.

Для проекции ортофотоплана и ЦММ на цилиндрическую поверхность Metashape определяет координаты точки на цилиндре следующим образом: x - по окружности цилиндра на уровне нулевой плоскости, y - вдоль нулевой линии цилиндрической поверхности. Нулевая плоскость и нулевая линия должны быть заданы.

В Metashape реализованы 4 метода проецирования на цилиндрическую поверхность. Они отличаются тем как определены ключевые 4 элемента цилиндра: ось, радиус, нулевая плоскость и нулевая линия.

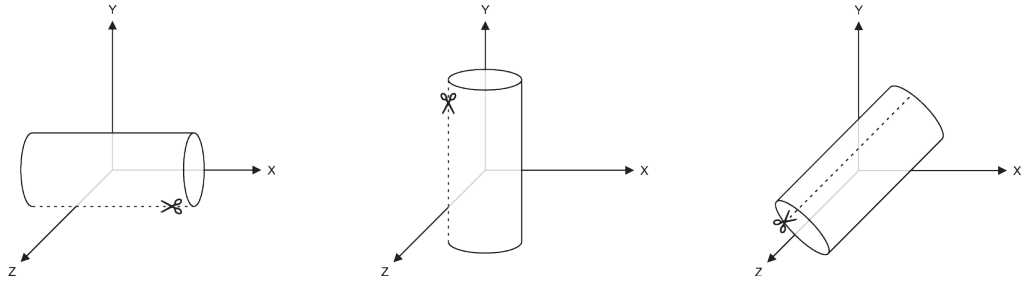
*Текущая область.* Цилиндр вписан в область реконструкции: ось проходит через крест на нижней грани области реконструкции и перпендикулярна ей; радиус определяется как половина длины меньшего основания нижней грани области реконструкции; нулевая

плоскость проходит через центр области реконструкции и перпендикулярна оси цилиндра; нулевая линия лежит в плоскости области построения, которая находится напротив плоскости, отмеченной вертикальными штрихами.

*Текущий вид.* Ось цилиндра соединяет текущую точку обзора и центр вращения модели. Радиус цилиндра равен половине самого короткого ребра области построения модели. Нулевая плоскость проходит через центр вращения модели и перпендикулярна оси цилиндра. Нулевая линия проходит через самую высокую (относительно наблюдателя) точку поверхности цилиндра, принадлежащую нулевой плоскости.

*Маркеры.* Необходимы по крайней мере 3 маркера, не лежащие на одной прямой: первые два задают ось цилиндра, а третий задает начало координат на поверхности цилиндра, то есть точку пересечения нулевой линии и нулевой плоскости. Радиус цилиндра соответствует расстоянию от третьего маркера до оси цилиндра.

*X/Y/Z.* Ось цилиндра параллельна оси X/Y/Z прямоугольной (Декартовой) системы координат и проходит через центр области построения модели. Радиус цилиндра равен половине самого короткого ребра области построения модели. Нулевая плоскость проходит через центр области построения модели и перпендикулярна оси цилиндра, а нулевая линия определяется как линия перпендикулярная нулевой плоскости, лежащая на поверхности цилиндра и диаметрально противоположная лини пореза. Линия пореза для каждой из осей задается как показано на рисунке ниже.




Опция *Вид изнутри* позволяет назначить внутреннюю поверхность цилиндра поверхностью проецирования.

# Сохранение промежуточных результатов

Некоторые стадии создания трехмерной модели могут занимать длительное время, а полная последовательность действий, при создании модели из сотен снимков, может занять 4-6 часов. Для удобства пользователя, Metashape позволяет сохранять промежуточные результаты в файл проекта, что исключает необходимость непрерывной работы над проектом.

## Архив проекта Metashape (.PSZ)

Файлы архивов Metashape (*.psz) могут содержать следующую информацию:

- Список загруженных снимков с относительными путями к файлам изображений.
- Данные о выравнивании снимков. Такие как информация о положениях камер, разреженное облако точек и набор пересчитанных калибровок камеры для каждой группы калибровки.

- Маски, примененные к изображениям в проекте.
- Карты глубины для камер.
- Модель в виде плотного облака точек с информацией о классификации точек.
- Построенную трехмерную полигональную модель, включая геометрию модели и текстуру, если они были построены, и все внесенные пользователем изменения.
- Список добавленных маркеров и масштабных линеек, а также информацию об их положении.
- Структуру проекта, т. е. число блоков в проекте и их содержание.

В связи с тем, что Metashape стремится создать максимально плотное облако точек и максимально подробную полигональную модель, сохранение проекта может занять длительное время. Для ускорения процесса можно уменьшить параметр Уровень сжатия, доступный на вкладке *Дополнительно* диалогового окна *Настройки* (меню *Инструменты*). При этом размер файла проекта возрастет.

## Проект Metashape(.PSX)

Кроме архива формата *.psz, Metashape также позволяет сохранить проект в формате *.psx. Формат PSX обеспечивает быстрый доступ к данным больших проектов (плотным облакам точек, полигональным моделям, и т.д.) так как содержит ссылки на результаты, хранящиеся в отдельных папках. ЦММ, ортофотоплан и тайловая модель могут быть созданы только для проектов, сохраненных в формате PSX.

Пользователь может сохранить текущее состояние проекта в любой момент времени между выполнением различных стадий обработки. К сохраненному проекту всегда можно вернуться, просто загрузив соответствующий файл. Различные файлы проектов могут быть также использованы в качестве резервных копий или разных версий обработки одной и той же модели.

Файлы проектов используют относительные пути к исходным фотографиям. Таким образом, перемещая или копируя файл проекта, необходимо также переместить или скопировать исходные снимки с учетом относительной структуры папок. В противном случае все операции, требующие исходных снимков, не будут выполняться, хотя файл с построенной моделью откроется после копирования без ошибок. Пользователь может активировать функцию Сохранять абсолютные пути к изображениям на вкладке *Дополнительно* в диалоге *Настройки* доступном из меню *Инструменты*.

# Экспорт результатов

Metashape поддерживает возможность экспорта результатов, а именно, разреженных или плотных облаков точек, данных калибровки камер, полигональных моделей. Дополнительно могут быть созданы ортофотопланы и ЦММ (и ЦМР).

Облако точек и рассчитанные значения калибровок камер могут быть экспортированы сразу после завершения выравнивания снимков. Все остальные возможности экспорта становятся доступны после завершения соответствующих этапов обработки.

При экспорте данных (облако точек / полигональная модель / ЦММ / тайловая модель) для блока, который не был геопривязян, пространственное расположение модели будет определяться координатной системой, заданной по умолчанию (взаимное положение осей

отображается в нижнем правом углу окна *Модель*), т. е. модель может отображаться в стороннем редакторе не так, как она выглядит в окне Metashape.

Для изменения положения непривязанной модели используйте кнопки на панели *Инструменты*: Повернуть объект, Переместить объект и Масштабировать объект.

Metashape поддерживает экспорт модели для редактирования в сторонние программы, а также обратный импорт. Подробнее см. раздел «Редактирование геометрии модели».

Главное меню экспорта доступно в меню *Файл*.

# Экспорт облака точек

### Для экспорта разреженного или плотного облака точек

1. В меню *Файл* выберите пункт *Экспорт облака точек...*
2. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
3. В диалоговом окне *Экспорт облака точек* выберите тип облака точек: *Разреженное облако точек* или *Плотное облако точек*.
4. Укажите систему координат и остальные параметры экспорта, применимые к выбранному типу файла, включая классы точек для плотного облака (только указанные классы точек будут экспортированы).
5. Нажмите кнопку *OK* для начала экспорта.
6. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

При экспорте облака точек для больших проектов рекомендуется использовать функцию Разбить (доступна в диалоговом окне *Экспорт облака точек*). Данная функция доступна только для привязанных моделей и позволяет разбить облако точек, ограниченное Рабочей областью, на блоки прямоугольного сечения в соответствии с заданным размером секций в плоскости xy (в метрах). Разбивка на блоки осуществляется только в пределах Рабочей области. Облако точек разбивается на блоки равного размера, начиная с точки имеющей минимальные значения координат X и Y. Пустые блоки не сохраняются.

В некоторых случаях требуется отредактировать облако точек перед экспортом. Подробнее см. раздел «Редактирование облака точек».

Metashape поддерживает следующие форматы экспорта облака точек:

- Wavefront OBJ (*.obj)
- Stanford PLY (*.ply)
- XYZ Point Cloud (*.txt)
- ASPRS LAS (*.las)
- LAZ (*.laz)

- ASTM E57 (*.e57)
- Topcon CL3 (*.cl3)
- ASCII PTS (*.pts)
- Autodesk DXF (*.dxf)
- U3D (*.u3d)
- Adobe PDF (*.pdf)
- Point Cloud Data (*.pcd)
- potree (*.zip)
- Cesium 3D Tiles (*.zip)
- Agisoft OC3 (*.oc3)

### Примечание

- Сохранение цветовой информации для облака точек не поддерживается для файлов формата OBJ и DXF.
- Сохранение нормалей для точек не поддерживается для файлов формата LAS, LAZ, PTS, CL3 и DXF.

Metashape позволяет напрямую загрузить облако точек на следующие онлайн платформы: 4DMapper, PointBox, PointScene и Sketchfab. Для публикации облака точек используйте команду *Загрузка данных...* в меню *Файл*.

# Экспорт связующих точек, а также данных о калибровке и ориентации камер

Для экспорта данных о калибровке и ориентации камер используйте команду *Экспорт камер...*, доступную в меню *Файл*.

Metashape поддерживает следующие форматы экспорта данных о камерах:

- Структурный формат Agisoft XML (*.xml)
- Bundler OUT file format (*.out)
- CHAN file format (*.chan)
- Boujou TXT file format (*.txt)
- Realviz RZML format (*.rzml)
- Omega Phi Kappa (текстовый формат) (*.txt)
- PATB project (*.pro)
- BINGO project file (*.dat)
- ORIMA file (*.txt)

- AeroSys Exterior orientation (*.orn)
- Inpho project file (*.prj)
- Summit Evolution project (*.smtxml)
- Blocks Exchange (*.xml)
- Alembic (*.abc)
- Autodesk FBX (*.fbx)

## Примечание

- При экспорте данных о калибровке и ориентации камер в форматах Bundler и Boujou, в тот же файл записывается разреженное облако точек.
- При экспорте данных о калибровке и ориентации камер в формате Bundler коэффициенты радиальной дисторсии k3, k4 не сохраняются.

Для экспорта опорных точек и связующих точек необходимо выбрать один из следующих форматов в диалоге *Экспорт камер*: BINGO, ORIMA, PATB, Summit Evolution или Blocks. Экспорт опорных и связующих точек осуществляется только совместно с экспортом данных о калибровке и ориентации камер.

При экспорте в формате PATB будут записаны следующие файлы:

**example.pro**
Файл-проект PATB. Содержит информацию о единицах измерения (микроны/миллиметры) для однозначной интерпретации данных при импорте.

**example.im**
Файл, содержащий координаты проекций связующих точек на снимках.

**example.con**
Файл, содержащий координаты опорных точек.

**example.ori**
Файл, содержащий рассчитанные элементы внешнего ориентирования камеры.

**example.at**
Файл, содержащий рассчитанные координаты связующих точек (уточненные координаты на поверхности земли).

## Примечание

- Файлы с расширениями *.im и *.con - входные данные формата PATB, тогда как расширения *.ori. и *.at используются для выходных данных.

Следующие файлы будут записаны при экспорте данных в формате BINGO: itera.dat (файл ITERA); image.dat (файл IMAGE COORDINATE); geoin.dat (файл GEO INPUT); gps-imu.dat (данные GPS/IMU).

При экспорте данных в формате Summit Evolution будет записано два файла с расширениями *.cam и *.smtxml. Файл с расширением *.cam содержит данные калибровки камеры. Файл с расширением *.smtxml представляет собой файл-проект формата Summit Evolution.

Для того, чтобы экспортировать/импортировать только результаты калибровки камеры, в диалоговом окне *Калибровка камеры...*, доступном из меню *Инструменты*, выберите одну из кнопок / , которые позволяют загрузить/сохранить параметры калибровки камеры в следующих форматах:

- Agisoft Camera Calibration (*.xml)
- Australis Camera Parameters (*.txt)
- Australis v7 Camera Parameters
- PhotoModeler Camera Calibration (*.ini)
- 3DM CalibCam Camera Parameters (*.txt)
- CalCam Camera Calibration (*.cal)
- Inpho Camera Calibration (*.txt)
- USGS Camera Calibration (*.txt)
- OpenCV Camera Calibration
- Z/I Distortion Grid (*.dat)

# Экспорт панорам

Metashape позволяет создавать панорамы для изображений, снятых с одной позиции камеры (камеры-станции). Для этого необходимо предварительно поместить такие изображения в отдельную группу и задать тип группы как Станция. Подробнее о группах камер см. раздел «Загрузка снимков».

## Для экспорта панорамы

1. В меню *Файл* выберите пункт *Экспорт - Экспорт панорамы...*
2. Выберите группу камер для построения панорамы.
3. При помощи кнопок навигации, расположенных справа от окна предпросмотра панорамы (в диалоговом окне *Экспорт панорамы*), задайте положение панорамы.
4. Задайте параметры экспорта: выберите группы камер, для которых производится экспорт панорамы, и укажите имя файла экспорта.
5. Нажмите кнопку *OK*
6. Укажите путь к папке, в которую будет сохранен файл панорамы, нажмите кнопку *Сохранить*.

Пользователь также может задать границы для экспорта панорамы используя секцию *Установить границы* в диалоговом окне *Экспорт панорамы*. Поля ввода текста позволяют задать угол в горизонтальной (первая строка(X)) и вертикальной (вторая строка (Y)) плоскостях. Значение *Размер изображения* позволяет контролировать размер экспортируемого файла.

Metashape поддерживает следующие форматы экспорта панорам:

- JPEG (*.jpg, *.jpeg)
- JPEG 2000 (*.jp2)
- TIFF (*.tif, *.tiff)
- PNG (*.png)
- BMP (*.bmp)
- OpenEXR (*.exr)
- TARGA (*.tga)

# Экспорт 3D модели

### Для экспорта 3D модели

1. В меню *Файл* выберите пункт *Экспорт модели...*
2. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
3. В диалоговом окне *Экспорт модели* укажите систему координат и остальные параметры экспорта, применимые к выбранному типу файла.
4. Нажмите кнопку *OK* для начала экспорта.
5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

Для корректного отображения модели созданной в Metashape во внешнем 3D редакторе может быть использован параметр Сдвиг, определяющий смещение начала координат на заданную величину. Некоторые 3D редакторы усекают значения координат, оставляя порядка восьми первых цифр, тогда как для конкретного набора данных различия координат могут определяться отброшенными знаками. В таких случаях рекомендуется перед экспортом модели вычесть из значений координат величину, равную целой части конкретной координаты (см. панель Привязка, Просмотр исходных значений координат камер), и соответствующую значению параметра Сдвиг. Описанная процедура позволяет просматривать и редактировать любую созданную модель во внешнем 3D редакторе.

Metashape поддерживает следующие форматы экспорта 3D моделей:

- Wavefront OBJ (*.obj)
- 3DS file format (*.3ds)
- VRML models (*.wrl)
- COLLADA (*.dae)
- Stanford PLY (*.ply)
- X3D models (*.x3d)
- STL models (*.stl)
- Alembic (*.abc)

- Autodesk FBX (*.fbx)
- Autodesk DXF Polyline (*.dxf)
- Autodesk DXF 3DFace (*.dxf)
- Open Scene Graph (*.osgb)
- Binary glTF (*.glb)
- U3D models (*.u3d)
- Adobe PDF (*.pdf)
- Google Earth KMZ (*.kmz)

Некоторые форматы (OBJ, 3DS, VRML, COLLADA, PLY, FBX) сохраняют текстуру в отдельный файл, который должен храниться в той же папке, что и файл с геометрией модели. Если же для такой модели не был построен текстурный атлас, то экспортируется только геометрия.

Metashape поддерживает прямую загрузку моделей на Sketchfab. Для публикации модели онлайн используйте команду *Загрузка данных...* в меню *Файл*.

# Экспорт тайловой модели

### Для экспорта тайловой модели

1. В меню *Файл* выберите пункт *Экспорт тайловой модели...*
2. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

В Metashape поддерживается экспорт тайловой модели в следующих форматах:

- Cesium 3D Tiles (*.zip)
- Scene Layer Package (*.slpk)
- PhotoMesh Layer (*.zip)
- Agisoft Tiled Model (*.tls)
- Agisoft Tile Archive (*.zip)
- Open Scene Graph (*.osgb)

Для просмотра файла Agisoft Tiled Model может быть использован Agisoft Viewer, который входит в установочный пакет Agisoft Metashape Professional. Благодаря иерархической организации тайлов в формате Agisoft Tiled Model, возможно отображать большие модели с высокой степенью детализации.

Metashape поддерживает прямую загрузку тайловых моделей на следующие ресурсы: 4DMapper, Melown Cloud, Sputnik. Для публикации модели онлайн используйте команду *Загрузка данных...* в меню *Файл*.

# Экспорт ортофотоплана

## Для экспорта ортофотоплана

1. В меню *Файл*, пункт в меню *Экспорт* выберите *Экспорт ортофотоплана...*.
2. Из выпадающего списка выберите желаемый формат экспорта: Экспорт JPEG/TIFF/PNG... для экспорта ортофотплана в растровом формате; Экспорт Google KMZ/Google Map Tiles/MBTiles/World Wind Tiles/Tile Map Service Tiles... для экспорта ортофотоплана в соответствующем тайловом формате.
3. В диалоговом окне *Экспорт ортофотоплана* укажите систему координат, в которой будет производиться привязка ортофотоплана. При экспорте в тайловом формате название окна соответствует выбранному формату, а система координат будет выбрана автоматически.
4. Отметьте флажком опции Создать файл KML и / или Создать файл World, если файлы этого типа необходимы для геопривязки ортофотоплана в программе Google Earth и / или программе ГИС.
5. Нажмите кнопку *Экспорт...*.
6. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
7. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- Опция сохранения файла KML доступна только при выборе системы координат WGS84, так как только данная система координат поддерживается программой Google Earth.
- Файл World сохраняет координаты вершин для четырех углов ортофотоплана. Эта информация уже содержится в файле формата GeoTIFF, но при необходимости может быть продублирована отдельно. При экспорте ортофотоплана в форматах JPEG, PNG, BMP и при необходимости сохранить данные о привязке модели - обязательно сохранение отдельного файла World.

Если необходимо экспортировать ортофотоплан определенного размера, то длина большей стороны ортофотоплана в пикселях может быть задана в графе параметра *Макс. размер (пикс).*

Опция *Разбить на блоки* может быть использована при экспорте больших проектов. В соответствующей графе также можно задать размер блоков в пикселях. Область экспорта будет разбита на блоки одинакового размера начиная с точки с минимальными значениями x и y. Пустые блоки не будут сохранены.

Для экспорта определенной части проекта в графе *Установить границы* секции *Область экспорта* необходимо задать координаты левого нижнего и правого верхнего углов экспортируемого фрагмента в левом и правом столбцах соответственно. Кнопка *Сбросить* позволяет увидеть координаты левого нижнего и правого верхнего углов всего проекта.

*Область экспорта* также может быть задана полигоно на вкладке *Орто* (инструкция по рисованию полигонов доступна в разделе «Фигуры»). В контекстном меню нарисованного

полигона (вызывается щелчком правой клавиши мыши по границе полигона) необходимо выбрать Тип границы: Внешняя граница для экспорта области внутри полигона; Внутренняя граница для экспорта области, исключающей данный полигон.

Значение параметра *Размер пикселя* по умолчанию соответствует эффективному разрешению исходных кадров, таким образом нет смысла задавать меньшие значения: число точек увеличится, а эффективное разрешение ортофотоплана - нет. При экспорте ортофотоплана с определенным размером пикселя (без применения функции *Макс. размер (пикс)*), рекомендуется проверить, что *Общий размер (пикс)* результирующего файла не превышает допустимый для выбранного формата.

Пользователь может выбрать один из следующих видов сжатия для экспорта ортофотоплана в формате (Geo)TIFF: LZW, JPEG, Packbits, Deflate или значение None для экспорта без сжатия. Опция *Сохранять BigTIFF файл* позволяет сохранять файлы размером больше стандартного ограничения 4Гб для формата TIFF. При этом параметр *Общий размер (пикс)* помогает оценить размер конечного файла. Необходимо удостовериться, что программное обеспечение, которое будет в дальнейшем использовано для просмотра и редактирования ортофотоплана, поддерживает формат BigTIFF. Альтернативный способ экспорта - разбить ортофотоплан на блоки таким образом, чтобы каждый блок соответствовал ограничениям формата TIFF.

При экспорте ортофотоплана в формате JPEG, параметр *качество JPEG* позволяет контролировать баланс между уровнем сжатия (т.е. качеством результата) и размером файла: чем выше значение параметра (выражается в %) тем больше размер файла и выше качество.

Metashape поддерживает следующие форматы экспорта ортофотоплана:

- TIFF/GeoTIFF (*.tif)
- JPEG 2000 (*.jp2)
- JPEG (*.jpg)
- PNG (*.png)
- BMP (*.bmp)
- Google Earth KMZ (*.kmz)
- Google Map Tiles (*.zip)
- MBTiles (*.mbtiles)
- World Wind Tiles (*.zip)
- Tile Map Service Tiles (*.zip)

Metashape поддерживает прямую загрузку ортофотопланов на платформы: 4DMapper, MapBox, Melown Cloud, Picterra, Sputnik. Для публикации ортофотоплана онлайн используйте команду *Загрузка данных...* в меню *Файл*.

Экспорт мультиспектральных ортофотопланов поддерживается только для формата GeoTIFF. При экспорте в других форматах будет сохранен только основной канал. Мультиспектральный ортофотоплан содержит все каналы исходных изображений и альфа-канал: прозрачная подложка используется для областей ортофотоплана, которые не содержат данных.

### Для экспорта Мультиспектрального ортофотоплана

1. В меню *Файл*, пункт в меню *Экспорт* выберите *Экспорт ортофотоплана...*.
2. Следуйте инструкциям для шагов 2 и 3 процедуры экспорта ортофотоплана, приведенной выше.
3. В параметрах *Преобразование растра* выберите *Нет*.
4. Нажмите кнопку *Экспорт*
5. Укажите путь к папке, выберите тип файла GeoTIFF и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
6. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

### Для экспорта линий пореза

1. В меню *Инструменты*, пункт в меню *Ортофотоплан* выберите команду *Построить линии пореза...*.
2. На панели *Проект* выберите слой, содержащий фигуры, и вызовите контекстное меню, нажав правую кнопку мыши.
3. В контекстном меню выберите опцию *Экспорт слоев*.
4. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

Экспорт линий пореза возможен в следующих форматах:

- Shape files (*.shp)
- KML files (*.kml)
- KMZ files (*.kmz)
- DXF files (*.dxf)
- GeoJSON (*.geojson)

## Экспорт данных NDVI

Для экспорта данных о значениях индекса растительности используется функция *Экспорт ортофотоплана...* в меню *Файл*. Доступны два способа представления данных:

1. в виде регулярной сетки со значениями коэффициента рассчитанными для каждого пикселя ортофотоплана (многоканального ортофотоплана в случае, если для проекта рассчитаны несколько индексов растительности);

2. в виде ортофотоплана в цветах палитры, заданной пользователем (позволяет сохранить данные либо только для первого из рассчитанных индексов растительности, либо

комбинированные данные для трех выбранных индексов, при использовании значения *Псевдо цвета* для параметра *Палитра*).

Формат контролируется опцией *Преобразование растра* в диалоговом окне *Экспорт ортофотоплана*. Значение параметра Нет позволяет экспортировать ортофотоплан для исходных данных (до расчета значений индекса).

# Экспорт ЦММ

Metashape позволяет экспортировать ЦММ как в виде собственно цифровой модели местности (ЦММ), так и в виде цифровой модели рельефа (ЦМР) (Подробная информация представлена в разделе «Построение ЦММ»).

### Для экспорта ЦММ

1. В меню *Файл* выберите команду *Экспорт ЦММ...*
2. В диалоговом окне *Экспорт ЦММ* укажите систему координат, в которой будет производится привязка ЦММ.
3. Отметьте флажком опции Создать файл KML и / или Создать файл World, если файлы этого типа необходимы для геопривязки ЦММ в программе Google Earth и / или программе ГИС.
4. Нажмите кнопку *Экспорт*.
5. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.
6. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- Сохранение файла в формате KML возможно только для системы координат WGS84, так как только эта система координат поддерживается в Google Earth.
- Файл World сохраняет координаты вершин для четырех углов ЦММ. Эта информация по умолчанию сохраняется в формате GeoTIFF и других поддерживаемых форматах экспорта ЦММ. Сохранение файла World помогает при необходимости дублировать эти данные.

Для экспорта ЦММ определенного размера необходимо указать желаемую длину большей стороны ЦММ в пикселях в графе параметра Макс. размер (пикс).

Эффективное разрешение ЦММ при экспорте может быть увеличено (в отличие от соответствующего параметра при экспорте ортофотоплана). Для этого следует уменьшить параметр Размер пикселя в диалоговом окне *Экспорт ЦММ* относительно его значения по умолчанию. При экспорте ЦММ с определенным размером пикселя (без применения функции *Макс. размер (пикс)*), рекомендуется проверить, что *Общий размер (пикс)* результирующего файла не превышает допустимый для выбранного формата.

Значение no-data используется в точках, для которых невозможно определить высоту на основании исходных данных. Значение по умолчанию предложено в соответствии с промышленными стандартами, но при желании может быть изменено пользователем.

При экспорте больших объемов данных рекомендуется разбить проект на блоки, соответствующая опция доступна в диалоговом окне *Экспорт ЦММ*(подробнее см. раздел «Экспорт ортофотоплана»)

Для экспорта определенной области используйте параметры секции *Область экспорта* в диалоговом окне *Экспорт ЦММ* (подробнее см. раздел «Экспорт ортофотоплана»). Так же как и при экспорте ортофотоплана, полигоны, нарисованные на поверхности ЦММ на вкладке *Орто*, могут быть использованы как границы области экспорта (подробнее см. раздел «Фигуры»).

Экспорт ЦММ поддерживает следующие форматы:

- GeoTIFF elevation data (*.tif)
- Arc/Info ASCII Grid (*.asc)
- Band interleaved file format (*.bil)
- XYZ file format (*.xyz)
- Sputnik KMZ (*.kmz)
- Google Map Tiles (*.zip)
- MBTiles (*.mbtiles)
- World Wind Tiles (*.zip)
- Tile Map Service Tiles (*.zip)

Metashape поддерживает прямую загрузку ЦММ на платформы: 4DMapper, MapBox, Melown Cloud, Sputnik. Для публикации ЦММ онлайн используйте команду *Загрузить модель...* в меню *Файл*.

### Примечание

- Metashape поддерживает экспорт ЦММ в цветах палитры RGB. Для этого необходимо выбрать опцию *Палитра* в разделе *Преобразование растра* диалогового окна *Экспорт ЦММ*. Палитра поддерживается в форматах экспорта TIFF, JPEG, JPEG2000, PNG.

# Генерация снимков

Metashape позволяет генерировать изображения с дополнительно заданных положений камер. Это может быть полезно, например, для движущихся объектов, снятых с меньшего количества позиций съемки, чем необходимо для целей пользователя. Трехмерная модель может быть создана на основе имеющегося набора снимков, одновременно могут быть сгенерированы дополнительные кадры.

Кроме того, данная функция позволяет корректировать исходные изображения таким образом, чтобы сделать их подходящими для лентикулярной печати.

### Примечание

- Генерация снимков возможна по завершении процедуры выравнивания и только для блоков, не имеющих привязки.

### Для генерации дополнительных кадров:

1. Выберите *Сгенерировать снимки..* на вкладке *Экспорт* из меню *Файл*.
2. В диалоговом окне укажите желаемый размер изображения и шаблон имени файла.
3. Выберите опцию *Интерполировать положение камер*.
4. Укажите количество изображений, которые необходимо создать.
5. Укажите качество для расчета карт глубины на создаваемых изображениях и нажмите кнопку *OK*. Подробная информация о расчете карт глубины доступна в разделе «Построение плотного облака точек».
6. На вкладке *Модель* передвиньте плоскость параллакса, обозначенную серым прямоугольником, в нужное положение.
7. Отрегулируйте размер серой плоскости, чтобы задать область экспорта - ту часть объекта съемки, с которой будут сгенерированы кадры. Обратите внимание, что желтые прямоугольники указывают положение всех исходных снимков.
8. Отрегулируйте шаг между точками "съемки" генерируемых изображений, для этого передвиньте начальную и/или конечную синие точки. Все точками "съемки" генерируемых изображений будут находиться на одной прямой.
9. Нажмите кнопку *OK* в верхней части вкладки *Модель*.
10. Укажите папку для сохранения результирующих снимков и нажмите кнопку *OK*.

### Коррекция исходных изображений для лентикулярной печати

1. Выберите *Сгенерировать снимки..* на вкладке *Экспорт* из меню *Файл*.
2. В диалоговом окне укажите желаемый размер изображения и шаблон имени файла.
3. Удостоверьтесь, что опция *Интерполировать положение камер* не выбрана и нажмите кнопку *OK*.
4. На вкладке *Модель* передвиньте плоскость параллакса, обозначенную серым прямоугольником, в нужное положение.
5. Отрегулируйте размер серой плоскости, чтобы задать область экспорта - ту часть объекта съемки, с которой будут сгенерированы кадры. Обратите внимание, что желтые прямоугольники указывают положение всех исходных снимков.
6. Отрегулируйте шаг между точками "съемки" генерируемых изображений, для этого передвиньте начальную и/или конечную синие точки. Все точками "съемки" генерируемых изображений будут находиться на одной прямой.
7. Нажмите кнопку *OK* в верхней части вкладки *Модель*.
8. Укажите папку для сохранения результирующих снимков и нажмите кнопку *OK*.

## Дополнительные возможности экспорта

В дополнение к основным объектам Metashape позволяет экспортировать следующие результаты:

При помощи команды *Преобразовать снимки...*, доступной в подменю *Экспорт* меню *Файл*, пользователь может экспортировать снимки с рядом геометрических корректировок. Эта же команда позволяет преобразовать большие снимки в тайловый TIFF формат, который облегчает навигацию по проекту в панели *Снимки*.

Следующие преобразования могут быть выбраны пользователем в разделе *Параметры* диалогового окна *Преобразовать снимки*: *Устранить нелинейные искажения*, *Центрировать главную точку*, *Квадратные пиксели*, *Применить коррекцию цветов* и *Обновить геопривязку*. Metashape позволяет экспортировать снимки с уточненными координатами, полученными в ходе выравнивания и дополнительно уточненными в соответствии с данными по контрольным точкам (если таковые имеются в конкретном проекте). Пользователю следует задать *Шаблон имени файла* в соответствии с которым будут экспортированы преобразованные снимки.

В разделе *Сжатие* диалогового окна *Преобразовать снимки* пользователь может выбрать один из способов сжатия TIFF: LSW, JPEG, Packbits, Deflate; установить *Качество JPEG* и предписать сохранение тайлового TIFF, BigTIFF файла или обзорных изображений TIFF. Указанные преобразования могут быть выполнены для всех камер, всего проекта, только для выбранных камер или для текущего снимка.

При помощи команды *Экспорт карты глубины...*, доступной в контекстном меню снимка производится экспорт Карты глубины для любого изображения.

При помощи команды *Экспорт ортофотоснимков...*, доступной в подменю *Экспорт* основного меню *Файл*, могут быть экспортированы отдельные ортотрансформированные изображения.

При помощи команды *Сохранить изображение*, доступной в контекстном меню, вызываемом по щелчку правой клавишей мыши в окне *Модель* или *Орто*, можно экспортировать изображение модели в высоком разрешении, как она представлена в окне *Модель* или *Орто*.

### Примечание

- Для экспорта карт цветов, карт нормалей и карт глубины необходимо, чтобы в блоке была построена полигональная модель.

# Информация о проекте

В окне *Информация о проекте* отоображается основная информация о проекте, а именно: перекрытие кадров, положение и ориентация камер, опорные точки. Создание полного отчета в формате PDF описано в разделе «Создание отчета об обработке».

## Для просмотра Информации о проекте

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Информации о проекте*.

2. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

3. В окне *Информации о проекте* на отдельных вкладках отображаются данные о перекрытии изображений, позициях и ориентации камер, опорных точках. Все вкладки могут быть экспортированы в следующих форматах: JPEG, JPEG 2000, PNG, TIFF, BMP, OpenEXR, TARGA.

4. Нажмите *Отмена*, чтобы закрыть окно.

### Вкладки окна Информация о проекте

**Перекрытие изображений**
Отображает положение камер и перекрытие кадров.

**Позиции камер**
Отображает позиции камер и оценку ошибок. Ошибка по Z отображается цветом эллипса. Ошибки по X и Y отображаются формой эллипса. Рассчитанные позиции съемки отмечены черной точкой.

**Ориентация камер**
Отображает ориентацию камер и оценку ошибок.

**Опорные точки**
Отображает положение опорных и контрольных точек и оценку ошибок. Ошибка по Z отображается цветом эллипса. Ошибки по X и Y отображаются формой эллипса. Рассчитанные позиции съемки отмечены черной точкой для опорных точек и Т-образным перекрестьем для контрольных точек.

**Связность**
По завершении процедуры выравнивания в проекте могут быть сформированы одна или несколько компонент. Каждая компонента представляет собой связную фотограмметрическую сеть. Однако, связность компоненты может быть нарушена при редактировании облака точек и маркеров в ручном режиме. Нарушение связности может привести к некорректному определению параметров ориентирования внутри компоненты. На вкладке *Связность* представлен список групп камер, для которых связность была нарушена, а следовательно в этих группах могли накопиться ошибки выравнивания. Пользователь может объединить части компоненты при помощи дополнительных маркеров или, напротив, разделить группу камер на отдельные связные компоненты.

## Создание отчета об обработке

Полный отчет об обработке может быть экспортирован из Metashape для дальнейшего анализа в формате PDF. В отчет включены основные сведения об исходных данных, о результатах обработки, а также дана оценка точности.

### Для создания отчета об обработке

1. В меню *Файл* выберите пункт *Создать отчет...*

2. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку *Сохранить*.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

Отчет об обработке данных в Metashape содержит следующую информацию:

- Обзор ортофотоплана.

- Данные съемки, включая зону покрытия, высоту полета, эффективное разрешение съемки, основную информацию о камере(ах) и статистику перекрытия.

- Результаты калибровки камеры: значения и иллюстрация для каждого сенсора, использованного в проекте.
- Оценку точности положений центров фотографирования.
- Оценку точности положений опорных и контрольных точек.
- Рассчитанные размеры линеек и ошибки измерения.
- Обзор ЦММ с информацией о разрешении и плотности точек.
- Параметры обработки использованные на каждом этапе.

## Примечание

- Отчет об обработке может быть экспортирован по завершении процедуры выравнивания.

### Исходные данные

Ошибка репроецирования - это расстояние между исходной проекцией точки на снимке и проекцией восстановленной трехмерной точки на том же снимке.

На рисунке *Позиции камер и перекрытие снимков* - черными точками обозначены положения камер относительно области реконструкции, цветом показано среднее количество перекрытий кадров.

*Всего снимков* - общее количество снимков, загруженных в проект.

*Позиций съемки* - количество выровненных снимков.

*Высота полета* - средняя высота над уровнем земли.

*Связующих точек* - общее число верных соответствий (равно количеству точек в разреженном облаке).

*Разрешение съемки* - эффективное разрешение усредненное для всех выровненных снимков.

*Проекций* - общее число проекций связующих точек.

*Площадь покрытия* - площадь исследованной области.

*Ошибка репроецирования* - среднеквадратичная ошибка репроецирования для всех точек на всех снимках.

Таблица *Камеры* - включает модель камеры, разрешение снимков, фокусное расстояние, размер пикселя, наличие внешней калибровки.

### Калибровка камеры

Если в проекте использовались изображения снятые несколькими камерами, данные о калибровке каждой из них будут представлены на отдельной странице в отчете.

Для прекалиброванной камеры в отчете отображаются элементы внутреннего ориентирования заданные пользователем. Если прекалибровка камеры не производилась, в отчете отображаются элементы внутреннего ориентирования рассчитанные в программе Metashape.

Рисунок *Невязка по связующим точкам для камеры* - показывает ошибки репроецирования связующих точек, выявленных на исходных снимках, усредненные для снимков внутри калибровочной группы и в пределах определенной зоны на изображениях.

*Наименование модели камеры (фокусное расстояние в мм)*.

Количество изображений, снятых данной камерой.

*Тип* - тип камеры.

*Разрешение* - размер снимков в пикселях.

*Фокусное расстояние* - значение фокусного расстояния в мм.

*Размер пикселя* - значение размера пикселя в мкм.

Таблица *Коэффициенты калибровки и матрица корреляции* - содержит коэффициенты калибровки камеры и параметры матрицы корреляции (F, Cx, Cy, B1, B2, K1, K2, K3, K4, P1, P2).

## Позиции съемки

Общая ошибка = $\mathrm{sqrt}(\mathrm{Sum}_{i=1}^{n} [(X_{i,\,est} - X_{i,\,in})^2 + (Y_{i,\,est} - Y_{i,\,in})^2 + (Z_{i,\,est} - Z_{i,\,in})^2] / n)$

Рисунок *Позиции съемки и оценка ошибок* - отображает положение камер и оценку ошибок. Ошибка по Z отображается цветом эллипса. Ошибки по X и Y отображаются формой эллипса. Рассчитанные позиции съемки отмечены черной точкой.

*Ошибка X (м)* - среднеквадратичная ошибка по оси X для всех камер.

*Ошибка Y (м)* - среднеквадратичная ошибка по оси Y для всех камер.

*Ошибка XY (м)* - среднеквадратичная ошибка на плоскости XY для всех камер.

*Ошибка Z (м)* - среднеквадратичная ошибка по оси Z для всех камер.

*Общая ошибка (м)* - среднеквадратичная ошибка по координатам X, Y, Z для всех камер.

$X_{i,\,in}$ - заданное значение координаты X для i-ого положения камеры,

$X_{i,\,est}$ - рассчитанное значение координаты X для i-ого положения камеры,

$Y_{i,\,in}$ - заданное значение координаты Y для i-ого положения камеры,

$Y_{i,\,est}$ - рассчитанное значение координаты Y для i-ого положения камеры,

$Z_{i,\,in}$ - заданное значение координаты Z для i-ого положения камеры,

$Z_{i,\,est}$ - рассчитанное значение координаты Z для i-ого положения камеры,

## Ориентации камер

На рисунке *Ориентация камер и оценка ошибок* - цветными секторами отображается ошибка по углу курс для всех положений камер.

*Ошибка, курс (°)* - среднеквадратичная ошибка по углу курс (в градусах).

*Ошибка, тангаж (°)* - среднеквадратичная ошибка по углу тангаж (в градусах).

*Ошибка, крен (°)* - среднеквадратичная ошибка по углу крен (в градусах).

*Общая ошибка (°)* - усредненное значение ошибки по всем трем углам (в градусах).

## Опорные точки

Рисунок *Положение опорных и контрольных точек и оценка ошибок* - отображает опорные и контрольные точки и ошибки их положения по осям X, Y, Z. Ошибка по оси Z отображается цветом эллипса. Ошибки по X и Y отображаются формой эллипса. Рассчитанные позиции опорных точек отмечены черной точкой, контрольных - перекрестьем.

*Ошибка XY (м)* - среднеквадратичная ошибка по осям X и Y для указанной опорной / контрольной точки (в метрах).

*Ошибка Z (м)* - ошибка по оси Z для указанной опорной / контрольной точки (в метрах).

*Ошибка (м)* - среднеквадратичная ошибка по осям X, Y, Z для указанной опорной / контрольной точки (в метрах).

*Проекции* - число проекций для указанной опорной / контрольной точки на всех изображениях.

*Ошибка (пикс)* - среднеквадратичная ошибка по осям X, Y для указанной опорной / контрольной точки на всех изображениях (в пикселях).

*Общая* - усредненное значение ошибки для всех опорных / контрольных точек.

## Масштабные линейки

*Расстояние (м)* - длина масштабной линейки (в метрах), рассчитанная Metashape.

*Ошибка (м)* - разница заданного и рассчитанного значения длины масштабной линейки (в метрах).

*Общая* - общая ошибка, усредненная по всем масштабным линейкам в секциях Опорные/Проверочные.

## Цифровая модель местности

На рисунке *Рассчитанная цифровая модель местности* отображена ЦММ.

*Разрешение* - эффективное разрешение экспортированной ЦММ. Значение зависит от параметра Качество при построении плотного облака точек, при условии что ЦММ строится на основании плотного облака точек.

*Плотность точек* - среднее число точек плотного облака на квадратный метр.

## Параметры обработки

Информация о параметрах обработки, представленная в отчете, также доступна в контекстном меню блока. Кроме значений параметров, использованных на различных этапах обработки, в разделе указано время, затраченное на каждую операцию. .

При сетевой обработке время, затраченное каждым вычислительными узлом, суммируется по всем узлам. В отчете представлено суммарное время.

Процедура отождествления в Metashape производится в разных масштабах, что позволяет улучшить результаты на сложных для отождествления снимках (например, размытых). Точность проекций связующих точек зависит от масштаба, при котором они были выявлены. Metashape использует информацию о масштабе при определении ошибки репроецирования. Размер проекции соответствует стандартному отклонению (сигма) Гауссова размытия на том уровне пирамиды масштабов, на котором была найдена связующая точка.

В диалоговом окне *Параметры* (на вкладке *Привязка*) параметр *Точность* для связующих точек является нормированной величиной (то есть соответствует точности связующих точек, выявленных при масштабе равном 1). Иными словами, точность связующих точек пропорциональна масштабу, при котором каждая из этих точек была выявлена. Такой подход позволяет получить более точные результаты уравнивания связок.

В разделе отчета Параметры обработки (как и в окне Информация для блока) отображаются две ошибки репроецирования: ошибка репроецирования в величинах масштаба связующих точек (эта ошибка минимизируется в процессе Уравнивания (bundle adjustment)) и ошибка репроецирования в пикселях (для удобства). Средний размер точек - это средний для всех проекций масштаб связующих точек.

# Создание трека камеры и видеообзора модели (эффект fly through)

Metashape позволяет создавать видеообзор модели в соответствии с заданной траекторией (треком) движения камеры. Трек камеры (траектория) может быть задан автоматически (из простого набора предустановленных шаблонов), а также импортирован и, при необходимости, отредактирован вручную.

Для создания трека камеры вручную или для добавления новой точки обзора к существующему треку, на вкладке *Анимация* нажмите кнопку *Добавить*. Текущая точка обзора будет добавлена в активный трек камеры.

### Для создания горизонтального трека камеры

1. В меню *Вид* выберите пункт *Анимация*.
2. На панели инструментов на вкладке *Анимация* нажмите кнопку *Создать*.
3. В диалоговом окне *Создать трек камеры* для параметра *Пресет* выберите значение *Горизонтальный* а также задайте желаемое значение в строке *Кол-во ключевых кадров*.
4. Нажмите кнопку *OK*.
5. В окне *Модель* отрегулируйте положение точек обзора, используя мышь с зажатой левой клавишей.

### Для создания вертикального трека камеры

1. В меню *Вид* выберите пункт *Анимация*.

2. На панели инструментов на вкладке *Анимация* нажмите кнопку *Создать*.

3. В диалоговом окне *Создать трек камеры* для параметра *Пресет* выберите значение *Вертикальный* а также задайте желаемое значение в строке *Кол-во ключевых кадров*.

4. Нажмите кнопку *OK*.

5. В окне *Модель* отрегулируйте положение точек обзора, используя мышь с зажатой левой клавишей.

## Примечание

- Для визуализации трека камеры в окне *Модель* выберите команду *Показать трек* в подпункте *Показать/Скрыть* основного меню *Модель*.

В диалоговом окне *Параметры анимации* могут быть заданы следующие параметры: Название (трека камеры), Длительность (в секундах), Поле зрения (в градусах), Углы поворота (Курс, тангаж, крен / Омега, Фи, Каппа / Альфа Ню, Каппа), а также могут быть подключены опции Сгладить трек и Замкнуть трек. Для доступа к диалоговому окну *Параметры анимации* на панели *Анимация* нажмите кнопку *Параметры*.

### Для записи видео

1. Для записи движения камеры по созданному треку в отдельный видео-файл, на панели инструментов вкладки *Анимация* нажмите кнопку *Записать*.

2. В диалоговом окне *Записать видео* выберите желаемые параметры экспорта, такие как разрешение кадров, формат сжатия и частота кадров.

3. Для сохранения трека камеры в отдельном файле на панели инструментов вкладки *Анимация* нажмите кнопку *Сохранить*.

Metashape поддерживает следующие параметры трека камеры:

- Camera Path
- KML

## Примечание

- Формат KML поддерживается только для проектов привязанных в географической или спроецированной системе координат, конвертируемой в систему WGS84.

# Глава 4. Привязка модели

## Калибровка камеры

### Группы калибровки

Во время процесса выравнивания снимков Metashape оценивает значения элементов внутреннего и внешнего ориентирования снимков, в том числе нелинейных радиальных дисторсий. Для того чтобы оценка параметров была успешной, очевидно, необходимо производить расчеты раздельно для снимков сделанных различными камерами. Как только снимки были загружены в программу, Metashape автоматически делит их на группы калибровки в соответствии с разрешением изображения и/или метаданными EXIF, такими как тип камеры и фокусное расстояние. Все действия, описанные ниже применимы для каждой группы калибровки в отдельности.

Группы калибровки могут быть изменены вручную.

#### Для создания новой группы калибровки

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Калибровка камеры...*
2. В диалоговом окне *Калибровка камеры* выберите снимки, которые будут собраны в новую группу.
3. В контекстном меню выберите пункт *Создать группу*.
4. Новая группа будет отображаться в левой части диалогового окна *Калибровка камеры*.

#### Для перемещения снимков из одной группы в другую

1. Выберите пункт *Калибровка камеры...* в меню *Инструменты*.
2. В диалоговом окне *Калибровка камеры* выберите исходную группу в левой части окна.
3. Выделите снимки, которые будут перемещены, и перетащите их в группу назначения в левой части диалогового окна *Калибровка камеры*.

Для того, чтобы поместить каждый снимок в отдельную группу, используйте доступную в контекстном меню команду *Разбить группы*. Для вызова контекстного меню, щелкните правой кнопкой мыши на названии группы калибровки в левом столбце диалога *Калибровка камеры*.

### Типы камер

Metashape поддерживает четыре основных типа камер: кадровые камеры, сферические камеры, цилиндрические камеры и камеры типа "рыбий глаз". При обработке спутниковых снимков, совместно с данными RPC, может быть задан тип камеры спутниковая. Тип камеры может быть указан в диалоговом окне *Калибровка камеры*, доступном из меню *Инструменты*.

*Кадровая камера*. Для успешной оценки элементов ориентирования камеры, в случае если исходные изображения в группе калибровки были сняты кадровой камерой, требуется

информация о приближенном значении фокусного расстояния (в пикселях). Очевидно, что для расчета фокусного расстояния в пикселях, достаточно знать фокусное расстояние в миллиметрах и размер пикселя сенсора в миллиметрах. Как правило, эта информация извлекаются автоматически из метаданных EXIF.

*Камера Рыбий глаз*. В случае если исходные данные были сняты при помощи камеры с широкоугольным объективом, стандартная модель камеры, используемая в Metashape, не позволит сделать корректную оценку параметров используемой камеры. Задание типа камеры "рыбий глаз" позволяет использовать модель корректировки дисторсий широкоугольной оптики.

*Сферическая* камера (Равнопромежуточная проекция). В случае, если исходные кадры в группе калибровки были сняты сферической камерой, задание типа камеры будет достаточным условием для того, чтобы программа рассчитала элементы ориентирования снимков. Никакая дополнительная информации не требуется. Данный тип камеры также используется для снимков, полученных при импорте данных лазерного сканирования.

Сферическая камера (*Цилиндрическая* проекция). В случае, если исходные кадры в группе калибровки были сняты и сшиты в виде цилиндрической панорамы, задание типа камеры будет достаточным условием для того, чтобы программа рассчитала элементы ориентирования снимков. Никакая дополнительная информации не требуется.

Спутниковые снимки с коэффициентами *RPC*. Для автоматического определения типа камеры в меню *Инструменты* выберите команду *Настройки...* и на вкладке *Дополнительно* выберите опцию *Загружать RPC данные для спутниковых снимков из вспомогательных TXT файлов*.

Кроме того Metashape позволяет, если это необходимо, включить опцию *Компенсация скользящего затвора* в диалоговом окне *Калибровка камеры*, доступном из меню *Инструменты*.

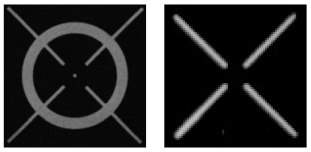
В случае, если исходные изображения не имеют EXIF данных или EXIF данных недостаточно для расчета фокусного расстояния в пикселях, фокусное расстояние предполагается равным 50 мм (в эквиваленте 35 мм пленки). Однако если действительное фокусное расстояние значительно отличается от 50 мм, это может привести к ошибке выравнивания снимков. Таким образом, если снимки не содержат метаданных EXIF, то предпочтительнее указать фокусное расстояние (мм) и размер пикселя сенсора (мм) вручную в диалоговом окне *Калибровка камеры*, доступном из меню *Инструменты*. Эти данные, как правило, указанны в паспорте камеры или могут быть получены из интернет-источников. Чтобы указать программе, что параметры ориентации камеры должны быть оценены на основе фокусного расстояния и информации о размере пикселя, необходимо установить для параметра *Тип* на вкладке *Начальная* значение *Автоматический*.

# Сканированные снимки

Metashape позволяет обрабатывать аэрофотоснимки снятые аналоговой камерой и переведенные в цифровой формат (отсканированные). При загрузке все отсканированные снимки с одной и той же аналоговой камеры должны быть помещены в одну калибровочную группу. Если отсканированные аналоговые изображения с разных камер были загружены в один блок, нужно вручную разделить их на разные калибровочные группы. Это можно сделать в диалоговом окне *Калибровка камеры* в меню *Инструменты*.

Калибровка камеры для отсканированных изображений выполняется на основе информации о координатных метках, таким образом калибровка камеры начинается

именно с обнаружения координатных меток. Metashape поддерживает автоматическое обнаружение большинства видов координатных меток. См. рисунок ниже.



Типы координатных меток, которые поддерживает Metashape

## Примечание

- Обнаружение координатных меток поддерживается только для пленочных камер. Для всех групп, содержащих отсканированные изображения, необходимо выбрать опцию *Сканированные снимки с координатными метками* в диалоговом окне *Калибровка камеры* в меню *Инструменты*.

### Калибровка сканированных изображений с координатными метками, найденными автоматически

1. В меню *Инструменты* выберите команду *Калибровка камеры...*

2. В диалоговом окне отметьте галочкой *Сканированные снимки с координатными метками* и нажмите кнопку *OK*.

3. Запустите процесс *Найти координатные метки...* в меню *Инструменты -> Маркеры*.

4. В диалоговом окне *Калибровка камеры* на вкладке *Координатные метки* введите координаты обнаруженных координатных меток на изображении в соответствии с сертификатом аналоговой камеры. Они должны измеряться в системе координат, связанной с сенсором камеры: начало координат - в центре сенсора; ось X - вправо, ось Y - вниз; в миллиметрах (мм).

5. После того как все координаты введены, нажмите *OK* и приступите к общему процессу обработки в Metashape, начиная с шага Выравнивание снимков. Программа автоматически масштабирует и ориентирует все снимки в соответствии с информацией о координатных метках.

Если ваш тип координатных меток не входит в число поддерживаемых для автоматического обнаружения (см. рисунок выше), пожалуйста, отправьте запрос команде технической поддержки Agisoft: ***support@agisoft.com***.

Текущая версия программы позволяет вручную выполнить калибровку отсканированных изображений на основе таких координатных меток, следуя процедуре, описанной ниже.

### Калибровка отсканированных изображений с нестандартными координатными метками вручную

1. В меню *Инструменты* выберите команду *Калибровка камеры...*

2. В диалоговом окне отметьте галочкой *Сканированные снимки с координатными метками*.

3. На вкладке *Координатные метки* добавьте необходимые координатные метки, их число должно быть равно количеству меток, используемых на оригинальных снимках.

4. Введите координаты обнаруженных координатных меток на изображении в соответствии с сертификатом аналоговой камеры. Они должны измеряться в системе координат, связанной с сенсором камеры: начало координат - в центре сенсора; ось X - вправо, ось Y - вниз; в миллиметрах (мм).

5. После того как все координаты введены, нажмите *OK*.

6. Разместите все метки на каждом снимке из группы калибровки. Для этого откройте снимок в окне просмотра *Снимки* и приблизьте его так, чтобы центр координатной метки был четко различим.

7. Щелкните правой кнопкой мыши в центр метки и используйте команду *Разместить координатную метку* из контекстного меню. Из выпадающего списка выберите соответствующий номер метки.

8. Для замены одной координатной метки на другую, используйте команду *Заменить координатную метку* из контекстного меню. Из выпадающего списка выберите соответствующий номер метки.

9. После размещения всех координатных меток можно перейти к общему процессу обработки в Metashape, начиная с выравнивания снимков. Программа автоматически масштабирует и ориентирует все снимки в соответствии с информацией о координатных метках.

### Примечание

- Если информация о координатах меток недоступна (нет сертификата камеры), то в нижней части диалогового окна *Калибровка камеры* необходимо выбрать все изображения соответствующей группы калибровки и использовать команду *Откалибровать координатные метки...* из контекстного меню выбранных изображений.

- Рекомендуется на отсканированных снимках закрыть маской все поля со вспомогательной информацией, которая иначе может оказывать негативное влияние на стабильность дальнейшей обработки.

# Параметры фотограмметрической калибровки камеры

Фотограмметрическая калибровка камеры позволяет определить элементы внутренней ориентации камеры и параметры нелинейных искажений объектива. В случае, если элементы ориентирования камеры были рассчитаны некорректно, пользователь может вручную задать параметры калибровки камеры.

### Для изменения/уточнения параметров калибровки камеры

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Калибровка камеры...*

2. В левой части диалогового окна *Калибровка камеры* выберите группу калибровки, для которой необходимо заново оценить элементы внутреннего ориентирования камеры.

3. На вкладке *Начальная* диалогового окна *Калибровка камеры* введите новые значения параметров в соответствующих полях.

4. Установите для параметра *Тип* значение *Калиброванный*

5. В окне *Зафиксированные параметры* выберите те параметры, значения которых не должны изменяться в процессе последующей обработки.

6. Повторите процедуру для всех групп калибровки, для которых это необходимо.

7. Нажмите кнопку *OK* для установки параметров калибровки.

Список параметров калибровки камеры

**f**
фокусное расстояние (в пикселях).

**cx, cy**
координаты главной точки, т. е. координаты пересечения оптической оси объектива с плоскостью сенсора.

**b1, b2**
коэффициенты аффинитета (Affinity) и скоса (Skew, коэффициент неортогональности)

**k1, k2, k3, k4**
коэффициенты радиальной дисторсии

**p1, p2**
коэффициенты тангенциальной дисторсии

## Примечание

- Также исходные данные калибровки можно импортировать из файла с помощью кнопки *Загрузить* на вкладке *Начальная* диалогового окна *Калибровка камеры*. В дополнение к форматам данных калибровки Agisoft, возможно импортировать данные в следующих форматах: Australis, PhotoModeler, 3DM CalibCam, CalCam, Inpho camera calibration, USGS camera calibration, OpenCV и Z/I Distortion Grid.

На этапе выравнивания снимков исходные данные калибровки (за исключением параметров, выбранных в окне *Зафиксированные параметры*) пересчитываются. После завершения процедуры выравнивания снимков, пересчитанные параметры калибровки отображаются на вкладке *Уточненная* диалогового окна *Калибровка камеры*. Информация о моделях дисторсии, применяемых в Metashape, доступна в разделе Приложение C, *Модели дисторсии камеры*.

В случае, если элементы внутреннего ориентирования камеры известны с достаточной точностью и их изменение нежелательно (например, полученные в результате заводской фотограмметрической калибровки), следует зафиксировать значения соответствующих параметров. Для этого в меню *Инструменты* выберите пункт *Калибровка камеры...*, в появившемся диалоговом окне нажмите кнопку *Выбрать* напротив опции *Зафиксированные параметры:*. Выберите параметры из предложенного списка и нажмите *OK*. Выбранные параметры калибровки не будут изменяться во время процедур выравнивания и оптимизации камер.

В случае, если для каждой камеры в группе калибровки требуется отдельно определить ряд параметров, то такие параметры следует указать в разделе *Вариативные параметры снимков*, доступном в диалоговом окне *Калибровка камеры*. Нажмите кнопку *Выбрать* напротив опции *Вариативные параметры снимков:*, выберите параметры из предложенного списка и нажмите *OK*.

Скорректированные данные калибровки камеры могут быть сохранены в файл с помощью кнопки *Сохранить* на вкладке *Уточненная* диалогового окна *Калибровка камеры*.

# Анализ результатов калибровки

Ряд инструментов для анализа результатов калибровки камеры в Metashape представлен в окне *График дисторсий*, доступном из контекстного меню группы камер в диалоговом окне *Калибровка камеры*.

**Дисторсия**

Вкладка *Дисторсия* представляет собой расчетный график дисторсии камеры. Доступен просмотр Общей, Радиальной, Асимметричной дисторсий, а также график Поправок и Остаточных ошибок.На графике дисторсий отображаются значения и направление дисторсий в соответствии с уточненными параметрами калибровки камеры. График представлен в виде дискретных векторов, представляющих значение дисторсии для точки в центре соответствующей ячейки изображения. График остаточных ошибок позволяет оценить, насколько правильно камера описывается прикладной математической моделью. Обратите внимание, что остаточные ошибки усредняются на ячейку изображения, а затем по всем изображениям в группе камер. Под графиком указан масштаб дисторсии / остаточных ошибок.

**Профиль**

Вкладка *Профиль* представляет собой графики увеличения радиальной и тангенциальной дисторсий с увеличением расстояния от центра снимка (радиуса). Профили можно сохранить как изображения.

**Корреляция**

Вкладка *Корреляция* содержит таблицу со следующей информацией:

- В столбце *Значение* представлены рассчитанные значения элементов внутреннего ориентирования камеры;
- В столбце *Ошибка* представлено стандартное отклонение для соответствующих значений , подробнее см. в разделе «Ковариационная матрица»;
- Значения корреляции для элементов внутреннего ориентирования камеры отражают степень корреляции между соответствующими элементами.

**Виньетирование**

Вкладка *Виньетирование* показывает радиометрические искажения объектива. Metashape использует параметры радиометрических искажений объектива из метаданных снимков, в случае отсутствия информации об искажениях, данная вкладка неактивна. Metashape позволяет вычислять радиометрические искажения вручную с помощью команды *Коррекция цветов* в меню *Инструменты*, подробнее см. в разделе «Построение текстуры модели».

# Задание системы координат

Metashape позволяет задавать систему координат и, соответственно, масштаб, что в свою очередь позволяет производить измерения объема или площади поверхности непосредственно в приложении, а также загружать модель в геоинформационные системы (ГИС). Некоторые возможности (например, экспорт цифровой модели рельефа) доступны только после задания системы координат.

Система координат в Metashape может быть задана по координатам камер или по координатам опорных точек. В обоих случаях координаты отображаются на панели

*Привязка* и должны быть либо загружены из отдельного файла, либо введены вручную. В Metashape предполагается, что изначально координаты опорных точек и координаты камер заданы в одной системе координат, эта система и будет установлена по умолчанию как система координат блока.

Тем не менее, координаты опорных точек и координаты камер могут быть заданы в разных системах координат, при условии, что все системы координат основаны на одном и том же датуме, либо для всех систем координат заданы параметры перехода к WGS84 (в параметрах соответствующих систем координат или в настройках датума). Для того чтобы Metashape правильно интерпретировал координаты, необходимо подключить раздельный выбор системы координат для камер и маркеров в диалоговом окне *Параметры привязки*. Пользователю необходимо отметить галочками поля *Привязка камер* и *Привязка маркеров* и выбрать соответствующие системы координат. Там же (в верхнем выпадающем списке диалогового окна *Параметры привязки*) необходимо выбрать систему координат для привязки результирующей модели (система координат блока).

Чаще всего координаты камер используются для определения системы координат при аэросъемке. Однако этот способ также может быть использован и при обработке снимков изолированных объектов, если используемая фотокамера сохраняет координаты позиций съемки (поддерживает GPS). Размещение опорных точек для задания системы координат в таких случаях не обязательно.

При использовании координат опорных точек для задания системы координат, необходимо указать проекции опорных точек на соответствующих изображениях, то есть расставить маркеры на снимках.

Использование данных о положениях камеры для геопривязки изображений позволяет решить задачу гораздо быстрее, поскольку в этом случае не требуется расстановка маркеров. С другой стороны, привязка модели по координатам опорных точек обычно позволяет добиться большей точности, в сравнении с привязкой на основании телеметрических данных. В процессе геопривязки поисходит линейное преобразование модели на основании 7 параметров (3 параметра переноса, 3 параметра поворота и 1 параметр масштаба). За счет такой трансформации компенсируются только линейные ошибки выравнивания.

# Размещение маркеров

Metashape позволяет использовать опорные точки для задания системы координат, оптимизации выравнивания снимков, измерения расстояний и объемов, а также для выравнивания блоков (при использовании соответствующего режима). Положение опорных точек определяется через их проекции на исходных снимках. Для определения положения маркеров в трехмерном пространстве пользователю необходимо указать их положение как минимум на двух снимках. Чем большее число проекций маркера на снимках задано пользователем, тем выше точность позиционирования.

Для определения пространственных координат маркера необходимо измерить их координаты на по крайней мере двух снимках.

## Примечание

- Размещение маркеров требуется только в случае, если для геопривязки проекта планируется использовать систему координат на основании опорных точек. Этот раздел можно пропустить, если координатная система будет задаваться на основании положений камер.

- Если в проекте включена рабочая плоскость, маркеры будут проецироваться на нее, а не на поверхность модели. Подробнее об использовании рабочей плоскости см. в разделе «Фигуры».

Для задания системы координат на основании опорных точек необходимо задать положение в пространстве минимум для трех точек.

Metashape поддерживает два режима размещения маркеров: размещение в ручном режиме и автоматическое размещение. В ручном режиме проекции маркеров определяются пользователем на каждом изображении, где виден маркер. Неверно указанные проекции маркера снижают точность модели, поэтому при расстановке маркеров следует максимально точно определять проекции на снимках, а в случае если проекция маркера на снимке закрыта растительностью или другими объектами - рекомендуется не указывать приближенное положение маркера на таком снимке. Режим расстановки маркеров в ручном режиме не требует построения 3D модели, и, следовательно, расстановка маркеров может быть произведена до этапа выравнивания снимков.

В автоматическом режиме проекция маркера определяется пользователем только на одном изображении. Metashape автоматически рассчитывает проекции маркера на оставшихся снимках. Автоматически определенные проекции маркеров на отдельных снимках могут быть позднее скорректированы пользователем вручную для увеличения точности позиционирования. Автоматический режим размещения маркеров требует предварительного построения 3D модели.

Процесс расстановки маркеров значительно быстрее в автоматическом режиме, кроме того снижается вероятность ошибки. Этот режим рекомендуется использовать в большинстве случаев, если нет особых причин отказаться от такого подхода.

## Опорные и контрольные точки

В Metashape используются два типа опорных точек – опорные и контрольные. Опорные точки используются для привязки модели. В то время как контрольные точки используются для проверки точности выравнивания снимков и результатов оптимизации.

### Для того чтобы создать опорную/контрольную точку:

1. Выберите маркер на панели *Привязка*.
2. Убедитесь, что выбранный маркер имеет не менее двух проекций, размещенных на выровненных снимках.
3. Введите координаты опорной/контрольной точки в окне *Маркеры* на панели *Привязка*.
4. Поставьте галочку рядом с маркером, чтобы сделать его опорной точкой, или снимите ее, чтобы маркер стал контрольной точкой.
5. Ошибки опорных и контрольных точек можно проверить на вкладке *Просмотр ошибок*.

### Примечание

- После изменения типа точки нажмите кнопку *Обновить* на панели инструментов панели *Привязка*.

### Для размещения маркера в автоматическом режиме

1. Откройте снимок, на котором виден маркер, двойным щелчком по имени изображения на панели *Проект* / *Снимки* / *Привязка*.
2. Переключитесь в режим редактирования привязки, воспользовавшись кнопкой *Показать маркеры* на панели инструментов.
3. Щелкните правой кнопкой мыши в точке снимка, где следует разместить маркер.
4. Выберите команду *Создать маркер* в контекстном меню. При создании нового маркера его проекции на других снимках определяться автоматически.

## Примечание

- Если 3D модель еще не была построена или луч, исходящий из указанной точки, не пересекает поверхность модели, проекция маркера будет задана только для текущего снимка.
- Использовать автоматический режим размещения привязки можно и в режиме просмотра 3D модели с использованием команды *Создать маркер*, доступной в контекстном меню выбранной точки модели. Несмотря на то, что точность определения положения опорной точки по 3D модели обычно ниже, этот способ полезен для быстрого определения набора снимков, на которых виден соответствующий маркер. Для того, чтобы отфильтровать снимки, на которых виден выбранный маркер воспользуйтесь командой *Фильтровать по маркерам* доступной из контекстного меню модели. Если команда не активна, следует удостовериться, что требуемый маркер выделен на вкладке *Привязка*.
- Если в режиме просмотра *Модель* точка под флажком красная, то маркер выбран. Если желтая - маркер не выбран.

### Для размещения маркера в ручном режиме

1. Создайте маркер с помощью кнопки *Добавить маркер* на панели *Проект* или с помощью пункта *Добавить маркер* в контекстном меню блока (доступно по щелчку правой кнопкой мыши по имени блока на панели *Проект*).
2. Откройте снимок, на котором необходимо отметить проекцию маркера, двойным щелчком по имени изображения на панели *Проект* / *Снимки* / *Привязка*.
3. Переключитесь в режим редактирования маркеров, воспользовавшись кнопкой *Редактировать маркеры* на панели инструментов.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по точке на снимке, в которой необходимо разместить маркер. В контекстном меню откройте подменю *Разместить маркер* и выберите созданный ранее маркер. Проекция маркера будет добавлена на текущем снимке.
5. Повторите предыдущий шаг, чтобы указать проекции маркера на других снимках, в случае если это необходимо.

Для более быстрой расстановки маркеров в Metashape предусмотрены линии уровней. Как только маркер помещен на одном из снимков в выровненном наборе, Metashape

определяет и подсвечивает линии, на которых предположительно должен располагаться данный маркер на всех остальных снимках набора.

## Примечание

- Если проекции маркера были отмечены хотя бы на двух выровненных изображениях, Metashape автоматически определяет проекции маркера на остальных снимках. Рассчитанное положение маркера будет отмечено значком на соответствующем выровненном изображении в режиме просмотра снимков.

Автоматически определенные положения маркеров можно уточнить, корректируя их проекции на исходных снимках.

Команды *Освободить маркер* или *Заблокировать маркер* доступны в контекстном меню маркера на снимке. Для того чтобы откорректировать позицию обновленного маркера, следует выбрать опцию *Освободить маркер*: маркер будет отображаться в виде синего флага. Проекция маркера на конкретном снимке не будет отображаться, если выбрана опция *Заблокировать маркер*.

### Для корректировки положения маркера

1. Откройте снимок, на котором виден маркер, дважды щелкнув на имени снимка. Автоматически размещенные маркеры будут отмечены значком .
2. Переключитесь в режим редактирования маркеров, воспользовавшись кнопкой *Редактировать маркеры* на панели инструментов.
3. Переместите проекцию маркера в новое положение, щелкнув на маркере и удерживая левую кнопку мыши. Как только положение маркера будет скорректировано пользователем, значок маркера изменится на

## Примечание

- Чтобы увидеть список снимков, на которых определено положение маркера, выберите этот маркер на панели *Проект*. Соответствующие снимки будут отмечены иконкой на панели *Снимки*. Для того, чтобы отфильтровать снимки, на которых виден выбранный маркер воспользуйтесь кнопкой *Фильтровать по маркерам* на панели *Снимки*.

Metashape поддерживает автоматическое уточнение проекции маркера на основе содержимого изображения. Команда *Уточнить маркеры* доступна на вкладке *Маркеры* в меню *Инструменты*.

В тех случаях, когда требуется сравнение двух снимков, в окне Metashape можно открыть два изображения одновременно.

### Для одновременного просмотра двух снимков

1. На панели *Снимки* откройте снимок, дважды кликнув по нему левой клавишей мыши. снимок откроется на новой вкладке главного окна программы.

2. Щелкните правой клавишей мыши на имени новой вкладки и выберите команду контекстного меню *Переместить в другую группу вкладок*. Открытый снимок будет располагаться в правой части основного окна.

3. Следующий снимок, открытый двойным кликом, будет отображен в левой части основного окна.

Metashape автоматически присваивает стандартное имя каждому созданному маркеру. Это имя можно изменить, воспользовавшись командой *Переименовать...* из контекстного меню маркера на вкладке Проект/Привязка.

# Задание опорных координат

Для определения положения и ориентации модели необходимо указать координаты минимум для трех точек. В зависимости от требований, ориентация модели может быть произведена на основе координат маркеров, положений камер или обоих наборов координат. Собственные координаты модели, использованные для ее привязки, и наименование координатной системы указаны на вкладке *Привязка*.

Выполнить привязку модели можно либо с использованием локальной (Евклидовой), либо географической системы координат. Координаты объектов и система координат, в которой необходимо выполнить привязку модели, указываются на панели *Привязка*. В Metashape поддерживаются почти все системы координат, входящие в EPSG реестр, включая широко используемую WGS84.

Опорные координаты могут быть заданы одним из следующих способов:

- Загружены из отдельного текстового файла (например, в гибком формате character separated values, CSV).
- Введены вручную в диалоговом окне *Привязка*.
- Загружены из GPS EXIF тегов снимков (при наличии таковых).

### Для загрузки опорных координат из текстового файла

1. Нажмите кнопку *Импорт* на панели *Привязка*. Для подключения панели *Привязка* используйте пункт *Привязка* в меню *Вид*). Выберите файл, содержащий данные об опорных координатах и нажмите кнопку *Открыть*.

2. В диалоговом окне *Импорт CSV* из выпадающего списка выберите систему координат.

3. Выберите разделитель и укажите номера колонок для каждой координаты и каждого угла поворота камеры. Углы поворота могут быть представлены в трех альтернативных системах (в соответствии с исходными данными): [курс, тангаж, крен], [омега, фи, каппа], [фи, омега, каппа] или [альфа, ню, каппа]. Если необходимо, укажите колонки, содержащие значения точности координат и углов.

4. Нажмите кнопку *OK*. Опорные координаты будут загружены в соответствующие ячейки панели *Привязка*.

## Примечание

- Нумерация колонок и рядов в файле данных начинается с нуля.

- Если в загружаемом файле отсутствуют данные для маркера / камеры, для них будет сохранено текущее значение.
- Пример представления данных об опорных координатах в формате CSV дан в следующем разделе.

Информация о точности исходных координат (x, y, z) также может быть загружена в файле CSV: отметьте галочкой опцию *Загрузить точность* и укажите номер столбца, из которого будут взяты соответствующие данные. Указанная точность будет использована для всех трех координат.

## Для задания опорных координат вручную

1. Переключитесь в режим просмотра, нажав кнопку *Просмотр исходных значений* на панели *Привязка*. Для подключения панели *Привязка* используйте пункт *Привязка* в меню *Вид*.
2. На панели *Привязка* дважды щелкните левой кнопкой мыши по ячейкам x/y/z и задайте значения соответствующих координат.
3. Повторите предыдущую операцию для каждого маркера / центра фотографирования.
4. Чтобы удалить ненужные опорные координаты, выберите соответствующие объекты из списка и нажмите клавишу **Del** на клавиатуре.
5. Нажмите кнопку *Обновить*, чтобы сохранить изменения и задать систему координат.

В диалоговом окне *Параметры привязки* можно указать какие углы поворота (а именно курс/тангаж/крен,омега/фи/каппа или альфа/ню/каппа) применяются в проекте. Для того, чтобы внесенные изменения применились, необходимо нажать кнопку *OK* в диалоговом окне *Параметры привязки*.

Дополнительно можно указать точность координат. Для этого выберите команду *Задать точность...* в контекстном меню изображения на панели *Привязка* и укажите точность для положения центра фотографирования (т.е. для координат x,y,z) и ориентации камеры (т.е. для углов (курс, тангаж и крен), (омега, фи и каппа), (фи, омега, каппа) или (альфа, ню, каппа)). Аналогично можно задать точность сразу для нескольких изображений. В этом случае следует выделить несколько снимков и в контекстном меню выбрать опцию *Задать точность...*. Также имеется возможность прямого ввода с клавиатуры значений точности для отдельной камеры. Для этого необходимо выбрать поле ввода *Точность (м)* или *Точность (°)* на панели *Привязка* и нажать клавишу F2 для прямого ввода данных. При этом можно использовать разделитель "/" для задания различной точности для x, y, z или (курс, тангаж, крен) / (омега, фи, каппа) / (фи, омега, каппа) / (альфа, ню, каппа) соответственно.

## Для загрузки опорных координат из GPS EXIF тегов камер

1. Откройте панель *Привязка*, выбрав соответствующий пункт в меню *Вид*.
2. На панели *Привязка* нажмите кнопку *Импорт EXIF*. Опорные координаты будут загружены в соответствующие ячейки панели *Привязка*.

3. Кроме того, углы ориентации камеры и положение центров фотографирования можно загрузить из метаданных XMP, для этого необходимо подключить соответствующую опцию на вкладке *Дополнительно* диалогового окна *Настройки* (меню *Инструменты*), а затем нажать кнопку *Импорт EXIF* на панели *Привязка*.

## Углы ориентации камеры

Metashape позволяет указывать ориентацию камеры, используя значения углов [курс, тангаж, крен], [омега, фи, каппа], [фи, омега, каппа] или [альфа, ню, каппа]. По умолчанию в Metashape используются углы [курс, тангаж, крен], так как наиболее распространенным сценарием является загрузка измерений [курс, тангаж, крен] непосредственно из бортовой ИНС.

Также Metashape поддерживает ввод данных [омега, фи. каппа] для обеспечения совместимости с различными сценариями съемки. Углы омега, фи, каппа определяются как углы, используемые для поворота геодезической системы координат (X, Y, Z) и ее совмещения с системой координат изображения.

- Омега - это вращение вокруг оси X.
- Фи - вращение вокруг оси Y.
- Каппа - это вращение вокруг оси Z.

Углы курс, тангаж и крен:

- Курс - это вращение вокруг оси Z.
- Тангаж - это вращение вокруг оси Y.
- Крен - это вращение вокруг оси X.

Углы альфа, ню и каппа:

- Альфа - это вращение вокруг оси Z.
- Ню - это вращение вокруг оси X.
- Каппа - это вращение вокруг оси Y.

## RTK/PPK данные о координатах камеры

В случае если исходные данные включают измерения в режиме RTK / PPK, необходимо ввести соответствующие значения точности для всех камер на панели *Привязка*. В противном случае точность координат будет принята в соответствии со значением по умолчанию (10 м), а, следовательно, не будет достигнута ожидаемая (при использовании RTK/PPK) точность результатов обработки.

В случае если исходные координаты измерены для точки, где установлен измерительный прибор RTK/PPK, а не для самой камеры, необходимо указать смещение измерительного прибора относительно камеры на вкладке *Поправка GPS/INS* диалога *Калибровка камеры...* в меню *Инструменты*.

После задания опорных координат Metashape автоматически рассчитает координаты в локальной Евклидовой системе и вычислит соответствующие ошибки. Для переключения

между значениями ошибок и рассчитанными значениями координат используйте кнопки *Просмотр ошибок* и *Просмотр рассчитанных значений* на панели *Привязка*. Строчка, которой соответствует наибольшая ошибка будет подсвечена красным цветом.

### Для задания географической системы координат

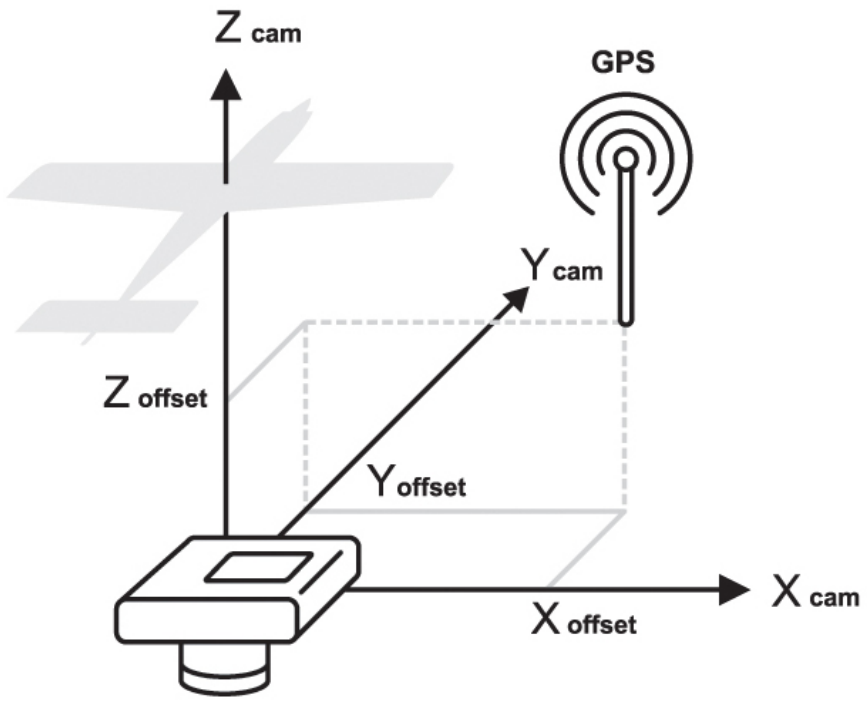
1. Задайте опорные координаты одним из предложенных выше способов.
2. Нажмите кнопку *Параметры* на панели *Привязка*.
3. В диалоговом окне *Параметры привязки* выберите используемую для привязки систему координат.
4. Укажите ожидаемую точность измерений в левой части диалогового окна.
5. При необходимости скорректируйте положение камеры относительно GPS приемника используя вкладку *Поправка GPS/INS* в диалоговом окне *Калибровка камеры* в меню *Инструменты*. Здесь же можно указать точность введенных поправок. См. рисунок ниже.
6. Укажите ожидаемую точность проекций на снимках в правой части диалогового окна.
7. Укажите дистанцию съемки для наборов данных, где съемка производилась камерой отклоненной на 20-30 градусов и более от вертикали.
8. Нажмите кнопку *OK* для выбора координатной системы и расчета географических координат.

## Примечание

- Если параметр *Дистанция съемки* не определен пользователем, то при использовании опции *Преселекция пар по привязке* на этапе выравнивания камер, Metashape будет учитывать только координаты XYZ (доступные для просмотра на вкладке *Исходные значения* панели *Привязка*) для предварительного выбора пар перекрывающихся снимков. Для каждого снимка будут выбраны несколько ближайших соседей для последующего отождествления.

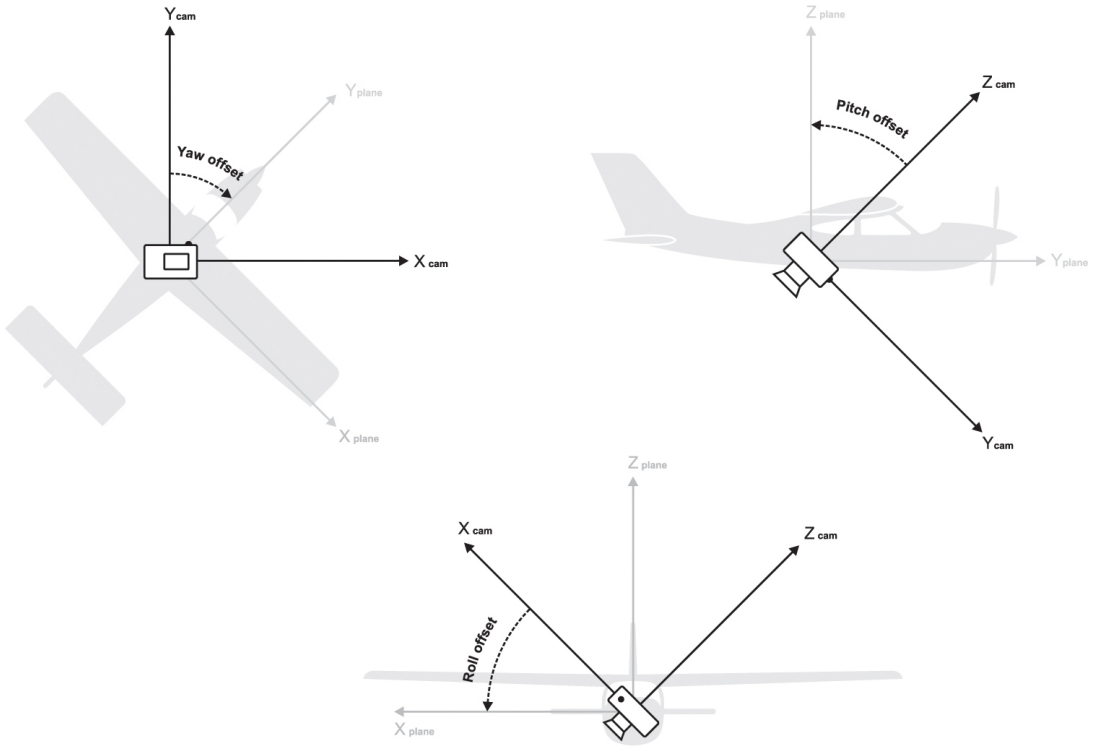
- Если наряду с координатами XYZ для камер определен параметр *Дистанция съемки* и указаны углы ориентации камеры ((курс, тангаж и крен), (омега, фи и каппа) или (альфа, ню, каппа)), то для определения ближайшего окружения снимка выполняется следующая процедура: для каждого положения снимка задается вектор, в соответствии с углами ориентации камеры и длинной, равной указанной пользователем дистанции съемки. Таким образом для каждой позиции съемки вычисляются новые пространственные координаты (X'Y'Z'), которые в свою очередь используются для преселекции пар по привязке.

- Параметр *Дистанция съемки* не будет учитываться при отсутствии на вкладке *Исходные значения* данных об углах ориентации камеры, а также в случае, если в диалоговом окне *Выровнять снимки* не была выбрана опция *Преселекция по привязке*.




Поправка GPS.

Углы поворота в Metashape определены относительно следующих направлений осей: ось курс направлена сверху вниз, ось тангаж направлена от левого крыла дрона к правому, ось крена направлена от хвоста дрона к его носу. Нулевые значения трех углов поворота задают следующее положение камеры на борту: камера смотрит вертикально вниз, изображения сняты в пейзажной ориентации, горизонтальная ось кадра перпендикулярна центральной оси (хвост-нос) дрона. Если камера зафиксирована в другом положении, соответствующие значения углов крен, тангаж и курс необходимо указать во вкладке *Поправка GPS/INS* в диалоговом окне *Калибровка камеры* в меню *Инструменты*. Положительное направление отсчета углов определяется по правилу правой руки. См. рисунок ниже.




Поправка INS.

### Примечание

- Шаг 5 может быть пропущен в случае использования стандартных GPS приемников (без повышенной точности).

Для облегчения поиска в диалоговом окне *Выбор системы координат* можно использовать поле *Фильтр*. Укажите соответствующий номер системы координат из реестра EPSG (например, EPSG::4326).

## Редактор системы координат

Если целевой системы координат нет в списке, можно задать ее параметры вручную. В диалоговом окне *Выбор системы координат* нажмите на любую систему координат, а потом на кнопку *Редактировать* (очевидно, что лучше выбрать систему координат, параметры которой наиболее близки к целевой). Введите собственное название и отредактируйте все параметры в соответствии с определением системы координат.

## Настраиваемые преобразования датумов

Для преобразования системы координат проекта в WGS84, необходимо задать параметры преобразования датума. Доступ к диалогу преобразования датума осуществляется при помощи кнопки *Настройки преобразования датума*, расположенной рядом с полем выбора системы координат в диалоговом окне *Параметры привязки*.

## Использование различных вертикальных датумов

По умолчанию в Metashape все исходные значения по высоте как для камер, так и для маркеров должны быть заданы над поверхностью эллипсоида. Однако Metashape также позволяет использовать различные модели геоида. Пакет установки Metashape включает только модель геоида EGM96, дополнительные модели могут быть загружены с официального сайта Agisoft, если это необходимо для выбранной на панели Привязка системы координат. Кроме того, модель геоида может быть загружена из пользовательского файла в формате PRJ. Модель геоида, загруженная из поддерживаемого списка, необходимо скопировать в папку *\geoids*, находящуюся в папке, куда был установлен Metashape, перед использованием соответствующей системы координат.

Список поддерживаемых моделей геоида можно просмотреть на следующей странице: http://www.agisoft.com/downloads/geoids/.

# Подробнее о функциях панели Привязка

Для просмотра рассчитанных значений географических координат и ошибок элементов внешнего ориентирования камеры используйте кнопки *Просмотр рассчитанных значений* и *Просмотр ошибок* на панели *Привязка*. Строчка, которой соответствует наибольшая ошибка будет подсвечена красным цветом. Для сортировки данных по значениям в колонке на панели *Привязка*, щелкните левой кнопкой мыши по названию соответствующей колонки. На данном этапе может быть принято решение об уточнении положения маркеров или исключении выпадающих точек на основании значений ошибок.

Для экспорта значений ошибок и / или рассчитанных координат опорных точек используйте кнопку *Экспорт* на панели *Привязка*.

Для того, чтобы сбросить географическую привязку блока, используйте пункт *Сбросить привязку* из контекстного меню блока на панели *Проект*. Индикатор привязки [R] будет удален из строки названия блока.

### Примечание

- Точки не отмеченные на панели *Привязка* не используются для геопривязки. Для выбора или отмены выбора выделенных строчек используйте их контекстное меню.
- После изменения положения проекции маркера вручную координатная система не будет обновлена автоматически. Ее следует обновить путем нажатия кнопки *Обновить* на панели *Привязка*.
- Metashape позволяет конвертировать рассчитанные координаты между различными системами координат. Для пересчета координат камер и / или маркеров в другую систему координат нажмите кнопку *Преобразовать* на панели *Привязка* и выберите систему координат, в которую будет произведен пересчет.

# Пример представления опорных координат в формате CSV (*.txt)

Опорные координаты могут быть загружены в соответствующие ячейки панели *Привязка* в формате character separated values. Этот формат предполагает определение каждой опорной точки в отдельной строке. Пример файла, содержащего опорные координаты приведен ниже.

```
# <label>  <longitude> <latitude> <height> <yaw> <pitch> <roll>
IMG_01.JPG  40.165011  48.103654   433.54  15.54  0.39   0.87
IMG_02.JPG  40.165551  48.103654   434.72  15.73  0.38   1.21
IMG_03.JPG  40.166096  48.103640   435.63  15.67  0.24   1.04
```

Данные в пределах одной строки должны быть разделены символом *табуляции* (*запятой*, *пробелом* и т.д.). Все строки, начинающиеся с символа #, интерпретируются как комментарии и игнорируются.

Записи из файла координат соотносятся с соответствующими снимками или маркерами на основании значения поля *label* (*метка*). Метка (*label*) координат центра фотографирования должна совпадать с именем файла соответствующего изображения, включая расширение. Метка координат маркера должна совпадать с названием соответствующего маркера в файле проекта. При несовпадении меток - запись игнорируется. Используемый регистр символов значения не имеет.

Metashape распознает координаты записанные в CSV файл через градусы, минуты и секунды. Например:

```
IMG00001.jpg,19°39'59.99"E,60° 20'0.05"N,100.073997
```

или с ":" в качестве разделителя:

```
IMG00002.jpg,19:39:59.99E,60:20:0.05N,100.073997
```

## Примечание

- В файле CSV формата не содержится указание на используемую систему координат. Систему координат необходимо выбирать отдельно в диалоговом окне *Параметры привязки*.
- Значение координаты z должно соответствовать высоте над эллипсоидом (или геоидом, если соответствующая система координат выбрана в диалоге *Параметры привязки*).

# Оптимизация

Metashape позволяет производить оптимизацию рассчитанных параметров с целью их уточнения и, соответственно, улучшения результатов обработки.

## Оптимизация выравнивания камер

Команда *Оптимизировать камеры* запускает процедуру фототриангуляции методом независимых связок для выровненного блока, в то же время производится уточнение элементов внутреннего и внешнего ориентирования и рассчитанных координат связующих точек. Уточнение производится с использованием всех доступных измерений с учетом их точности, а именно с учетом: проекций связующих точек и маркеров, координат центров фотографирования (GPS), координат опорных точек, длин масштабных линеек, и т.д.

### Примечание

- При использовании маркеров для оптимизации следует равномерно распределять опорные точки на объекте съемки, маркеры не должны располагаться на одной прямой.

Для достижения максимальной точности геометрии рекомендуется производить оптимизацию после добавления в проект или уточнения значений ошибок, то есть после загрузки координат центров фотографирования, координат опорных точек, после изменения параметров точности для этих значений.

### Примечание

- По умолчанию в ходе процедуры оптимизации производится уточнение элементов внешнего и внутреннего ориентирования камеры. Для прекалиброванных камер рекомендуется зафиксировать элементы ориентирования после из загрузки через соответствующую опцию в диалоговом окне *Калибровка камеры*. Значения зафиксированных элементов не будут изменяться в ходе оптимизации.

### Для оптимизации облака точек

1. Задайте координаты центров фотографирования и/или маркеров, которые будут использоваться для оптимизации.
2. Нажмите кнопку *Параметры* на панели *Привязка* и задайте систему координат.
3. В диалоговом окне *Параметры привязки* укажите предполагаемую точность измерений опорного расстояния, а также предполагаемую точность проецирования маркеров на исходных фотографиях.
4. Нажмите кнопку *OK*.
5. Укажите положение камеры относительно GPS приемника и/или INS(если эти данные доступны) на вкладке *Поправка GPS/INS* диалогового окна *Калибровка камеры* в меню *Инструменты*.
6. Поставьте галочку в поле *Уточнять поправку*.

7. Нажмите кнопку *OK*.

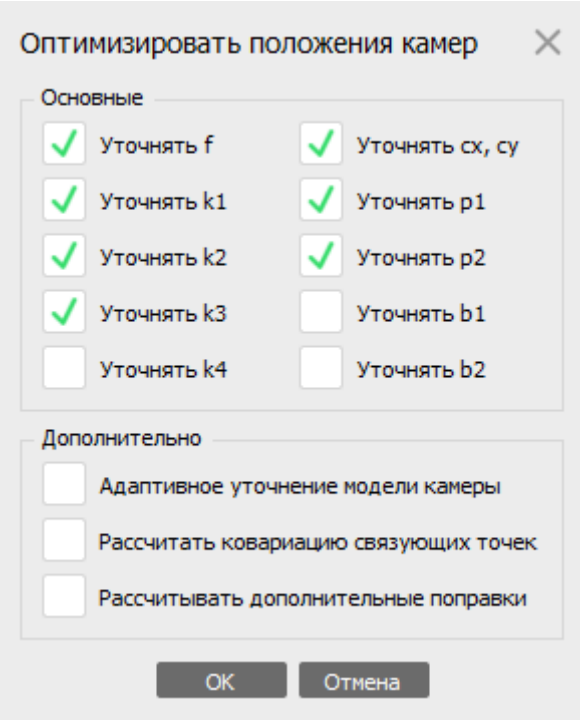
8. Нажмите кнопку *Оптимизировать* на панели *Привязка*. В диалоговом окне *Оптимизировать положения камер* укажите дополнительные параметры камеры для оптимизации. Нажмите кнопку *OK* для начала процесса оптимизации.

9. После завершения процесса оптимизации данные об ошибках геопривязки будут обновлены.

### Примечание

- Шаг 5 может быть пропущен в случае использования стандартных GPS приемников (без повышенной точности).
- Использование координат камеры, полученных при помощи RTK/PPK, позволит достичь большей точности. Применение данных RTK/PPK описано в разделе «Задание системы координат».
- В процессе оптимизации карты глубины, плотное облако точек и полигональная модель будут удалены. Требуется перестроить эти объекты после завершения оптимизации.
- Оптимизация может улучшить результаты выравнивания и уменьшить ошибки.

## Параметры оптимизации




Диалоговое окно "Оптимизировать положения камер"

**Рассчитывать дополнительные поправки**

Metashape рассчитывает дополнительные коэффициенты, необходимые для большей точности построений. В частности, они позволяют компенсировать дисторсии, которые

не могут быть устранены при использовании только модели Брауна (подробная информация приведена в разделе Приложение C, *Модели дисторсии камеры*). Эта опция может оказаться полезной при работе с данными, полученными при помощи RTK дрона DJI P4, при отсутствии опорных точек.

**Адаптивное уточнение модели камеры**

Metashape автоматически определяет параметры камеры, требующие уточнения, на основании их рассчитанной достоверности. Подробнее см. в разделе «Выравнивание снимков».

**Рассчитать ковариацию связующих точек**

Позволяет определить величину ковариации для связующих точек.

Параметр *Точность проекций* для маркеров указывает насколько точно положение маркеров было задано или скорректировано пользователем (при автоматическом детектировании маркеров программой).

Параметр *Дистанция съемки* используется для повышения эффективности выравнивания наклонных снимков, для которых была выбрана преселекция пар по привязке. Более подробная информация приведена в разделе «Выравнивание снимков».

Точность камер, маркеров и масштабных линеек может быть задана отдельно для каждой камеры/маркера/масштабной линейки в колонке *Точность* на панели *Привязка*. Значения точности могут быть заданы с клавиатуры для каждой строчки отдельно или по группам, либо загружены в текстовом файле вместе с координатами камер/маркеров (подробнее см. пункт Задание опорных координат в разделе «Задание системы координат»). Различные значения точности для каждой пространственной координаты могут быть заданы при помощи разделителя "/" между значениями в колонке *Точность*.

Указанные пользователем Поправки GPS/INS также могут быть пересчитаны в соответствии с точностью измерений, заданной на вкладке *Поправка GPS/INS* диалога *Калибровка камеры*. Для запуска пересчета необходимо оставить пустым поле *Зафиксировать поправку*.

Часто целесообразнее запустить процедуру оптимизации на основе координат маркеров (наземных опорных точек). Координаты маркеров измеряются со значительно более высокой точностью по сравнению с GPS-координатами положения камеры, следовательно по координатам только маркеров можно получить более точные результаты оптимизации. Кроме того, часто координаты наземных опорных точек и камеры измеряются в разных системах координат, что также препятствует одновременному использованию координат как камер, так и маркеров при оптимизации.

Результаты выравнивания могут быть оценены при помощи значения Ошибки на панели *Привязка*. Кроме того, графики дисторсий и остаточных ошибок доступны из контекстного меню калибровочной группы в диалоговом окне *Калибровка камеры* (меню *Инструменты*), опция *График дисторсий...*. Заметим также, что остаточные ошибки усредняются в пределах ячейки изображения, а затем для всех камер в калибровочной группе. Масштабная шкала для остаточных ошибок/дисторсий расположена под соответствующим графиком.

В случае если результаты выравнивания после оптимизации по-прежнему представляются неудовлетворительными, может оказаться целесообразным повторно запустить процедуру оптимизации, установив более низкие значения параметров, т.е. предположив, что измерения координат были произведены с большей точностью.

# Ковариационная матрица

При выполнении процедуры оптимизации можно выбрать опцию *Рассчитать ковариацию связующих точек*, тогда Metashape рассчитает ковариационную матрицу для результатов выравнивания снимков. Ковариационная матрица отражает неопределенность преобразования и может быть использована в качестве инструмента дополнительного анализа. Диагональными элементами ковариационной матрицы являются дисперсия, $\sigma_{ii}^2$; положительный квадратный корень дисперсии, σ, называется стандартным отклонением. Значения стандартного отклонения для координат центров фотографирования и углов поворота можно проверить на вкладке *Просмотр значений дисперсии*. Недиагональными элементами матрицы являются ковариации, $\sigma_{ij}$. Величина каждой ковариации отражает степень корреляции между соответствующими параметрами. Вычисленные значения ковариации для связующих точек можно проверить в окне просмотра *Модель* с помощью команды *Дисперсия облака точек*, доступной в подменю *Режим просмотра* основного меню *Модель*. Вектор, относящийся к связующей точке, указывает направление и значение наибольшей ошибки для рассчитанного положения связующей точки (большая полуось эллипсоида ошибки, определяемая значениями ковариации). Цветовой код помогает визуализировать общее распределение ошибок по облаку связующих точек.

# Оптимизация на основе масштабной линейки

*Масштабная линейка* — это инструмент, являющийся программным представлением любого известного расстоянии в пределах области съемки. Это может быть стандартная линейка или другая линейка известной длины. *Масштабная линейка* служит удобным инструментом при внесении в проект дополнительных данных наземного контроля, что может оказаться полезным, когда невозможно разместить достаточное количество наземных опорных точек на объекте съемки. Использование масштабных линеек позволяет сократить время полевых работ, поскольку значительно проще разместить несколько опорных линеек известной длины, чем определять координаты маркеров (используя специальное оборудование). Дополнительно Metashape позволяет задавать расстояние между центрами фотографирования в качестве масштабной линейки, таким образом позволяя обойтись без размещения маркеров или линеек в пределах области съемки. Полученная при использовании масштабных линеек информация, конечно, не достаточна для задания системы координат, однако она может быть успешно использована при оптимизации результатов выравнивания снимков, а также для проведения измерений. Подробнее см. раздел «Проведение измерений на модели».

## Для добавления масштабной линейки

1. Поместите по одному маркеру в начальную и конечную точки линейки. Инструкции по установке маркеров, уточнению и заданию систем координат даны в главе «Задание системы координат».

2. Выделите оба маркера на панели *Привязка* используя клавишу **Ctrl**.

3. Выберите команду *Создать масштабную линейку* в контекстном меню. Созданная таким образом масштабная линейка будет добавлена в список *Масштабные линейки* на панели *Привязка*

4. На панели *Привязка* нажмите кнопку *Просмотр исходных значений*

5. Двойным нажатием левой кнопки мыши выберите поле *Расстояние, м.*, расположенное рядом с названием созданной масштабной линейки, и введите известную длину линейки в метрах.

### Для создания масштабной линейки между центрами фотографирования

1. Выберите два снимка на панели *Проект* или *Привязка* используя клавишу **Ctrl**. Также снимки можно выбрать в окне *Модель*.

2. В контекстном меню выберите команду *Создать масштабную линейку*. Созданная *Масштабная линейка* появится в списке *Масштабные линейки* на панели *Привязка*

3. Переключитесь в режим *Просмотр исходных значений*, используя соответствующую кнопку на панели *Привязка*.

4. Двойным нажатием левой кнопки мыши выберите поле *Расстояние, м.*, расположенное рядом с названием созданной масштабной линейки, и введите известную длину линейки в метрах.

### Для запуска оптимизации на основе масштабных линеек

1. На панели *Привязка* выберите все масштабные линейки, которые будут использованы в процессе оптимизации.

2. Нажмите кнопку *Параметры* на панели *Привязка*. В диалоговом окне *Параметры привязки* укажите предполагаемую точность масштабных линеек.

3. Нажмите *ОК*

4. Нажмите кнопку *Оптимизировать* на панели инструментов. В диалоговом окне *Оптимизировать положения...* выберите дополнительные параметры камер, требующие оптимизации, если таковые имеются. Нажмите *ОК* для начала оптимизации.

После завершения процесса оптимизации приближенные значения координат центров фотографирования и маркеров а также значения всех ошибок будут обновлены. Для анализа результатов оптимизации нажмите кнопку *Просмотр рассчитанных значений* на панели *Привязка*. В разделе *Масштабные линейки* на панели *Привязка* будут отображены рассчитанные длины масштабных линеек.

### Для удаления масштабной линейки

1. На панели *Привязка* выберите масштабную линейку, которую необходимо удалить.

2. Вызовите контекстное меню нажатием правой клавиши мыши и выберите пункт *Удалить масштабные линейки*.

3. Для удаления выбранной масштабной линейки нажмите *ОК*.

# Значение ошибок на панели Привязка

Для просмотра ошибок переключите панель *Привязка* в режим *Просмотр ошибок*, нажав соответствующую кнопку на панели инструментов.

## Раздел *Камеры*

1. Ошибка (м) - остаточная ошибка по координате или в трехмерном пространстве. Расстояние между заданной (измеренной) и расчетной позициями центра фотографирования.

2. Ошибка (град) - остаточная ошибка по углу ориентации или в трехмерном пространстве (среднеквадратическая ошибка вычисленная по всем трем углам ориентации камеры).

3. Ошибка (пикс) - среднеквадратическая ошибка репроецирования вычисленная по всем характерным точкам, обнаруженным на фотографиях.

4. Общая ошибка рассчитывается как среднеквадратичное значение по каждой колонке данных.

Ошибка репроецирования соответствует расстоянию между проекцией (точкой на изображении) восстановленной трехмерной точки, и исходной (распознанной на снимке) особой точкой, использованной для процедуры восстановления трехмерной точки.

## Раздел *Маркеры*

1. Ошибка (м) - остаточная ошибка по координате или в трехмерном пространстве. Расстояние между заданной (измеренной) и расчетной позициями маркера.

2. Ошибка (пикс) - среднеквадратическая ошибка репроецирования рассчитанная по всем фотографиям, на которых виден маркер.

3. Общая ошибка (опорные и контрольные точки) рассчитывается как среднеквадратичное значение по каждой колонке данных.

Если общая ошибка репроецирования для какого-либо маркера кажется слишком большой, рекомендуется проверить ошибки репроецирования данного маркера на отдельных фотографиях. Информация доступна в окне *Информация*, вызываемом соответствующей командой из контекстного меню маркера на панели *Привязка*.

В Metashape расчёт координат контрольных точек (и величины ошибок), отображаемых на панели *Привязка*, производится на основании минимизации только ошибки репроецирования, без учета измеренных пространственных координат контрольных точек. Таким образом эти координаты не соответствуют координатам, уточненным при уравнивании связок, а рассчитываются исключительно на основании измерений снимка.

Напротив, при расчете координат опорных точек учитываются как ошибка репроецирования, так и измеренные пространственные координаты. Данный подход позволяет лучше выявлять ошибки измерений.

Для того, чтобы сравнить измеренные (исходные) и рассчитанные (в процессе триангуляции) координаты опорной точки, следует временно снять галочку напротив соответствующей точки на панели *Привязка* (в результате опорная точка временно становится контрольной точкой) и оценить значения на вкладке *Ошибки*. Стоит отметить, что после того, как опорная точка была переведена в режим контрольной точки (снятие галочки), не следует нажимать кнопку *Обновить привязку*, так как в противном случае значения будут пересчитаны для случая, когда рассматриваемая точка не учитывается в вычислениях.

### Раздел *Масштабные линейки*

1. Ошибка (м) - остаточная ошибка по координате или в трехмерном пространстве. Разница между заданной (измеренной) длиной масштабной линейки и измеренным расстоянием между маркерами начальной и конечной точек линейки.

2. Общая ошибка (контрольне и опорные масштабные линейки)рассчитывается как среднеквадратичное значение по каждой колонке данных.

# Работа с кодированными и некодированными марками

Кодированные и некодированные марки являются простыми инструментами для полевой работы, которые могут способствовать успешному трехмерному моделированию объекта съемки. Марки представляют собой заранее изготовленные знаки, помещаемые в пределах объекта съемки, которые могут быть использованы для отождествления в ручном режиме, в случае если автоматически не удается найти связующие точки. Кроме того, кодированные и некодированные марки могут обозначать точку с известными координатами, которая может быть использована для привязки модели. Одни некодированные марки представляют собой однотонный круг, другие - фигуру (круг, прямоугольник) разделенную на четыре контрастных (черных и белых) сегмента. Кодированные марки снабжены кольцом из черных и белых секторов, охватывающим центральный круг. Идентификатор кодированной марки закодирован в конфигурации секторов, что позволяет распознавать такие марки в автоматическом режиме.

## Преимущества и ограничения кодированных марок

Кодированные марки (КМ) могут использоваться в качестве маркеров для задания локальной системы координат и масштаба модели или в качестве верного соответствия для повышения эффективности процедуры выравнивания снимков. В программе Metashape предусмотрено автоматическое выявление и сопоставление КМ на исходных фотографиях, что позволяет сэкономить время, затрачиваемое при ручной расстановке маркеров. Кроме того, при автоматической обработке возрастает точность проводимых операций (обнаружение КМ и расстановка маркеров).

Metashape поддерживает четыре типа круговых КМ: 12 бит, 14 бит, 16 бит и 20 бит. Считается, что 12-битная марка распознается точнее, однако 14-битная, 16-битная и 20-битная марки позволяют использовать в одном проекте большее число КМ.

Для успешного обнаружения КМ должна занимать значительное число пикселей на исходном снимке. Это приводит к естественному ограничению применения КМ: они часто оказываются полезными в проектах, где съемка производится с близкого расстояния, тогда как для корректного распознавания марок на аэроснимках требуется располагать на земле огромные КМ.

## Обработка кодированных марок

Кодированные марки всех четырех типов (12 бит, 14 бит, 16 бит и 20 бит) могут быть созданы в программе Metashape.

### Для создания готового к печати PDF файла с кодированными марками

1. Выберите пункт *Напечатать марки...* в разделе *Маркеры* меню *Инструменты*.

2. Укажите тип КМ и необходимые параметры печати в диалоговом окне *Напечатать марки*.

3. Нажмите кнопку *ОК*.

Созданный набор шаблонов может быть распечатан, и КМ могут быть размещены в пределах области, предполагаемой для съемки.

После загрузки в программу изображений с видимыми на них КМ, Metashape может автоматически обнаружить и распознать КМ.

### Для обнаружения кодированных марок на исходных изображениях

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Найти марки...*

2. Укажите параметры обнаружения в диалоговом окне *Найти марки* в соответствии с выбранным типом КМ.

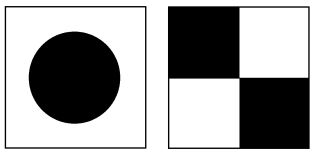
3. Нажмите кнопку *ОК*.

Metashape обнаружит и отметит КМ и добавит соответствующие маркеры на панель *Привязка*.

Кодированные марки, автоматически созданные в Metashape, состоят из четного числа секторов. Отметим, что предыдущие версии Metashape не имели ограничения четности, поэтому если в проекте представлены КМ, созданные в более ранних версиях Metashape, необходимо отключить проверку четности, чтобы обеспечить корректную работу детектора.

## Применение некодированных марок

Некодированные марки (НКМ) также могут быть обнаружены Metashape (см. диалоговое окно *Найти марки*). Заметим, что для обнаружения НКМ в автоматическом режиме, необходимо предварительно провести процедуру выравнивания.



Пример некодированных марок

Некодированные марки в большей степени отвечают требованиям аэросъемки, так как простота рисунка позволяет распечатывать их в большем размере. В большинстве случаев Metashape может автоматически сопоставить обнаруженные некодированные марки и соответствующие им координаты, загруженные в отдельном файле. Для этого необходимо в диалоговом окне *Импорт CSV* выбрать опцию *Игнорировать подписи*. В случае если автоматическое сопоставление не работает или работает с ошибками, требуется ручная идентификация марок (присвоение идентификатора каждому обнаруженному маркеру) для корректного импорта координат из соответствующего файла.

# Глава 5. Проведение измерений

## Проведение измерений на модели

Metashape включает в себя набор измерительных инструментов, которые позволяют вычислять расстояния между точками, площадь поверхности и объем трехмерной модели. Все инструкции приведенные ниже относятся к режиму отображения *Модель* (полигональная модель или плотное облако точек), таким образом измерения производятся в трехмерном пространстве модели (в отличие от измерений на плоскости, проводимых на вкладке *Орто*).

## Измерение расстояний

Metashape позволяет проводить измерения расстояний между точками построенной 3D модели. Очевидно, что до начала измерений должна быть задана система координат. Измерение также возможно, если модель масштабирована на основании известных расстояний (масштабных линеек). Инструкции по установке маркеров, уточнению их положений и заданию систем координат даны в главе «Задание системы координат». Инструкция по созданию масштабных линеек и их использованию для задания масштаба модели приведены в разделе «Оптимизация».

### Для измерения расстояния

1. Выберите пункт *Линейка* на панели инструментов вкладки *Модель*.

2. Последовательно щелкните левой клавишей мыши на двух точках, между которыми необходимо измерить расстояние.

3. Расстояние между указанными точками отобразится на вкладке *Модель* (в виде лейбла к последней указанной точке).

4. Также расстояние может быть измерено вдоль линии, нарисованной при помощи инструмента *Линейка*.

5. Для завершения измерения нажмите на клавиатуре кнопку **Esc**. Результат измерения отобразится в окне *Консоль*.

На вкладке *Модель* также возможно задание фигур. Подробная информация по рисованию фигур приведена в разделе «Фигуры». Команда *Измерить* доступная в контекстном меню выделенной фигуры позволяет узнать координаты вершин и периметр фигуры.

Для измерения нескольких расстояний между парами точек и автоматического сохранения результатов измерения рекомендуется использовать маркеры.

### Для измерения расстояний между двумя маркерами

1. Поместите маркеры в точках на поверхности объекта, между которыми необходимо измерить расстояние.

2. Выделите оба маркера на панели *Привязка* используя клавишу **Ctrl**.

3. Выберите команду *Создать масштабную линейку* в контекстном меню модели. Созданная таким образом масштабная линейка будет добавлена в список *Масштабные линейки* на панели *Привязка*

4. Нажмите кнопку *Просмотр рассчитанных значений* на панели *Привязка*.

5. Расчетное расстояние для вновь созданной масштабной линейки равно расстоянию, которое необходимо было измерить.

### Для измерения расстояний между центрами фотографирования

1. Выберите два центра фотографирования на панели *Проект* или *Привязка* используя клавишу **Ctrl**. Либо используйте инструменты выделения в окне *Модель*.

2. Выберите команду *Создать масштабную линейку* в контекстном меню модели. Созданная таким образом масштабная линейка будет добавлена в список *Масштабные линейки* на панели *Привязка*

3. Нажмите кнопку *Просмотр рассчитанных значений* на панели *Привязка*.

4. Расчетное расстояние для вновь созданной масштабной линейки равно расстоянию, которое необходимо было измерить.

### Примечание

- Обратите внимание, что следует убрать флажок выделения для масштабной линейки, используемой для измерения расстояний, на панели *Привязка*.

- Значения расстояний, измеряемых Metashape, указываются в метрах.

## Измерения по фигурам

### Измерения ломаных и полигонов

1. Постройте линию или полигон на модели с помощью инструментов *Нарисовать ломаную* *Нарисовать полигон* в окне *Модель*.

2. Дважды щелкните по последней точке, чтобы указать конец ломаной.

3. Щелкните правой кнопкой мыши по ломаной или полигону, в контекстном меню выберите *Измерить...*.

4. В диалоговом окне *Измерение фигуры* отобразятся координаты вершин, периметр фигуры и система координат.

### Измерение по точкам

1. Выберите *Нарисовать точку* на основной панели инструментов и поставьте точку на поверхность модели.

2. Щелкните правой кнопкой мыши на точку и выберите *Измерить...* из контекстного меню.

3. В диалоговом окне *Измерение фигуры* будут выведены координаты точки и система координат.

## Измерение площади поверхности и объема

Измерения объема и площади поверхности 3D-модели могут быть проведены только после задания масштаба или системы координат. Инструкции по заданию системы координат даны в главе «Задание системы координат».

### Для измерения объема и площади поверхности

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Измерить площадь и объем...*

2. Площадь поверхности модели и объем будут отображены в появившемся диалоговом окне *Измерить площадь и объем*. Площадь поверхности указывается в квадратных метрах, объем – в кубических метрах.

Измерение объема проводится только для моделей с замкнутой геометрией. Если в геометрии модели есть отверстия, Metashape выдаст нулевой результат. Для заполнения отверстий используется функция *Заполнить отверстия...* в меню *Инструменты*. Операцию по заполнению отверстий необходимо выполнить до проведения измерений.

# Проведение измерений на ЦММ

На ЦММ в Metashape возможно проведение измерений координат точек, расстояний, площадей и объемов, а также отображение профилей по заданным пользователям трассам. Кроме того, возможна автоматическая генерация контурных линий для модели. Отображение контурных линий в Metashape производится на ЦММ или на ортофотоплане на вкладке *Орто* главного окна программы. Измерения на ЦММ производятся при помощи фигур: точек, ломанных и полигонов. Информация о создании и работе с фигурами доступна в разделе «Фигуры».

## Измерения в точке

На вкладке *Орто* возможно измерение координат любой точки построенной модели. Координаты обозначенной курсором точки: X, Y и высота над заданным пользователем вертикальным датумом отображаются в правом нижнем углу окна *Орто*.

## Измерение расстояния

### Для измерения расстояния при помощи Линейки

1. Выберите пункт *Линейка* на панели инструментов вкладки *Орто*.

2. Последовательно щелкните левой клавишей мыши на двух точках ЦММ, между которыми необходимо измерить расстояние.

3. Расстояние между указанными точками отобразится на ЦММ на вкладке *Орто* (в виде лейбла к последней указанной точке).

4. Расстояние может быть измерено вдоль линии, нарисованной при помощи инструмента *Линейка*.

5. Для завершения измерения, нажмите на клавиатуре кнопку **Esc**. Результат измерения отобразится в окне *Консоль*.

### Для измерения расстояния при помощи Фигур

1. Соедините интересующие вас точки ломаной, используя инструмент *Нарисовать ломаную*, доступный на панели инструментов вкладки *Орто*.

2. Дважды щелкните левой клавишей мыши на последней точке, чтобы обозначить конец ломаной.

3. В контекстном меню ломаной, доступном по щелчку правой клавишей мыши, выберите команду *Измерить...*.

4. Результат измерения доступен в диалоге *Измерение фигуры*. Расстояние равно значению периметра для данной фигуры.

Кроме длины ломаной (периметр в диалоге *Измерение фигуры*), на вкладке *Плановые* диалога *Измерение фигуры* отображены координаты вершин ломаной.

### Примечание

- Измерения доступны только для выбранной ломаной. Чтобы выбрать ломаную, дважды щелкните по ней левой клавишей мыши. Выбранная ломаная отмечена красным цветом.

## Измерение площади поверхности и объема

### Для измерения площади и объема

1. На ЦММ создайте полигон, используя инструмент *Нарисовать полигон*, чтобы обозначить область измерения.

2. Вызовите контекстное меню щелчком правой клавиши мыши и выберите команду *Измерить...*.

3. Результаты измерения отображаются в диалоговом окне *Измерение фигуры*: значение площади поверхности доступно на вкладке *Плановые*, а значение объема на вкладке *Объем*.

Измерение объема в Metashape может производиться над аппроксимирующей плоскостью/над средним уровнем/над заданным уровнем. Аппроксимирующая плоскость и средний уровень рассчитываются для заданных вершин полигона. Измерение объема над заданным пользователем уровнем позволяет отслеживать изменения объема во времени для фиксированной области.

### Примечание

- Измерения доступны только для выбранного полигона. Чтобы выбрать полигон, дважды щелкните по нему левой клавишей мыши. Выбранный полигон отмечен красным цветом.

# Отображение профиля и контурных линий

Metashape позволяет просматривать профили вдоль линий, заданных при помощи фигур (ломанных и полигонов). Разрез строится по заданной трассе в плоскости параллельной оси Z. Профиль для ломаной/полигона рассчитывается для всех отрезков, составляющих фигуру, начиная с отрезка, нарисованного первым.

### Для создания профиля

1. Задайте трассу разреза используя инструменты *Нарисовать ломаную* и *Нарисовать полигон* доступные на панели инструментов вкладки Орто.
2. Дважды щелкните левой клавишей мыши на последней точке, чтобы обозначить конец ломаной.
3. Вызовите контекстное меню щелчком правой клавиши мыши на ломаной/полигоне и выберите команду *Измерить...*.
4. Просмотр профиля разреза доступен в диалоговом окне *Измерение фигуры* на вкладке *Профиль*.

Команда *Построить контуры...* доступна из контекстного меню ЦММ на вкладке *Проект*, а также в меню *Инструменты*.

### Для построения контурных линий

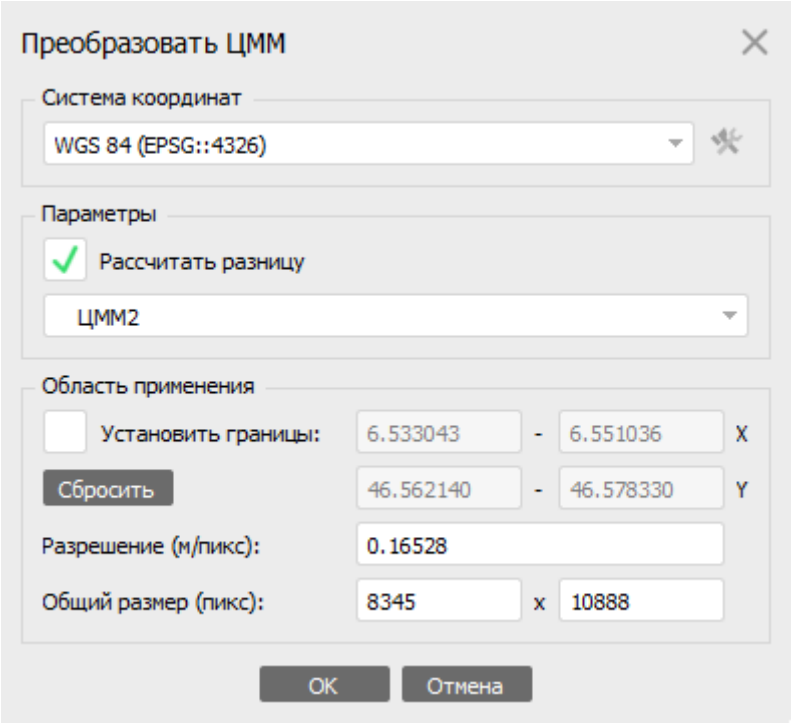
1. В меню *Инструменты* выберите команду *Построить контуры...*
2. В диалоговом окне *Построить контуры* выберите карту высот в качестве исходных данных для расчета.
3. Задайте значения параметров *Минимальная высота* и *Максимальная высота*, а также интервал. Все значения следует указать в метрах.
4. Нажмите *OK*.
5. Статус обработки будет отображаться во всплывающем окне. Для отмены операции нажмите *Отменить*.
6. По завершении расчетов, в информации о блоке на вкладке *Проект* появится значок контурных линий.

Контурные линии отображаются на ЦММ или на ортофотоплане на вкладке *Орто*. Удаление контурных линий возможно при помощи команды *Удалить контуры*, доступной в контекстном меню значка контурных линий на вкладке *Проект*.

Для экспорта контурных линий используется команда *Экспорт контуров*, доступная в контекстном меню значка контурных линий на вкладке *Проект*. Также команда доступна в меню *Файл*. В диалоговом окне *Экспортировать линии контуров* необходимо задать тип линий. Файл .SHP может содержать линии только одного из типов: либо ломаные, либо полигоны.

# Преобразование ЦММ

Metashape поддерживает функцию преобразования ЦММ, позволяя таким образом рассчитывать разницу между двумя ЦММ и прослеживать изменения.




Диалоговое окно "Преобразование ЦММ"

### Чтобы преобразовать ЦММ:

1. Выберите ЦММ на панели *Проект*.
2. Выберите команду *Преобразовать ЦММ...* в меню *Инструменты*.
3. В диалоговом окне функции выберите опцию *Рассчитать разницу* и укажите в выпадающем списке файл для расчета.
4. Нажмите кнопку *OK*, чтобы запустить преобразование ЦММ.
5. Нажмите кнопку *Да* в диалоговом окне, если хотите создать новый файл с результатом расчета. Если нажать кнопку *Нет*, результат будет сохранен в выбранном файле.
6. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку *Отмена*.
7. По завершении процедуры в файловую структуру блока, показанную на панели *Проект*, будет добавлена итоговая ЦММ.

# Расчет индексов растительности

## Мультиспектральные камеры

Metashape позволяет рассчитать NDVI и другие индексы растительности, используя в качестве исходных данных мультиспектральные изображения. Формула для расчета индекса может быть задана пользователем, что позволяет варьировать методы анализа

данных в зависимости от конкретных задач. Рассчитанные значения могут быть экспортированы в виде сетки значений индекса, рассчитанных для каждого пикселя ортофотоплана, или в виде ортофотоплана, окрашенного согласно цветовой схеме, выбранной пользователем. В случае, если для ортофотоплана рассчитаны несколько индексов, результаты могут быть экспортированы в виде многоканального изображения (где каждый канал соотвтетсвует определенному индексу). Кроме того, значения трех различных индексов растительности могут быть смешаны и представлены в виде "псевдо-RGB" изображения.

## Калибровка отражательной способности

Metashape позволяет выполнять калибровку отражательной способности изображений, полученных с помощью мультисенсорных камер Parrot Sequoia или MicaSense RedEdge. Изображения с Parrot Sequoia и MicaSense RedEdge могут быть загружены сразу для всех сенсоров. Если изображения хранятся в нескольких папках, необходимо повторить операцию для каждой папки. Metashape может автоматически отсортировать калибровочные изображения в специальную папку камеры на панели *Проект*, если метаданные изображений содержат информацию об их принадлежности к калибровке. Изображения будут заблокированы автоматически (не будут использоваться в фактической обработке). Если в метаданных изображения такая информация отсутствует, калибровочные изображения будут автоматически обнаружены в процессе калибровки отражательной способности.

### Примечание

- Не забудьте добавить калибровочные изображения.

1. В меню *Инструменты* выберите команду *Калибровать отражательную способность*.

2. Нажмите кнопку *Найти панели*. В результате изображения с калибровочной панелью будут перемещены в отдельную папку, а части изображения вокруг самой панели будут закрыты маской. При первой загрузке панели (пока ее калибровка еще не добавлена во внутреннюю базу данных программы) Metashape предложит загрузить калибровку из CSV-файла.

3. При отсутствии CSV-файла с информацией о калибровке, значения калибровки можно ввести вручную в диалоговом окне *Калибровать отражательную способность* или с помощью кнопки *Выбрать панели...*. В диалоговом окне *Выбрать калибровочную панель* можно: загрузить информацию об отражательной способности из CSV-файла; сохранить текущую таблицу (Длина волны / Отражательная способность); изменить имя панели в базе данных (имя используется в диалоговом окне Калибровать отражательную способность); удалить панель из базы данных.

4. Выберите опции *Использовать калибровочные панели* и *Использовать сенсор освещенности*, чтобы выполнить калибровку на основе данных с калибровочных панелей и/или метаданных изображения.

5. Нажмите *OK*, чтобы начать процесс калибровки.

## Для расчета индекса растительности

1. На вкладке *Орто* откройте оротофотоплан, дважды щелкнув по значку ортофотоплана на панели *Проект*.

2. Откройте *Растровый калькулятор* используя кнопку *Растровый калькулятор* на панели инструментов вкладки *Орто*.

3. На вкладке *Преобразование* диалогового окна *Растровый калькулятор* в левом столбце перечислены все каналы исходных изображений. В правом столбце, используя доступные кнопки или ввод с клавиатуры, можно задать выражение для расчета индекса растительности. Верное выражение будет отмечено символом .

4. Допускается расчет нескольких индексов, для добавления/удаления нового выражения используйте кнопки , .

5. Нажмите кнопку *OK* для расчета индексов. На результирующем ортофотоплане каждый индекс будет представлен отдельным каналом. Для экспорта используйте команду *Экспорт ортофотоплана* в меню *Файл*. Более подробная информация о настройках экспорта представлена в разделе «Экспорт данных NDVI».

6. Если необходим предварительный просмотр значений индексов на вкладке *Орто*, пропустите шаг 5 (экспорт) и следуйте инструкции ниже. Выберите опцию *Включить преобразование* и перейдите на вкладку *Палитра* диалогового окна *Растровый калькулятор*. Из выпадающего списка *Канал* выберите входной канал.

7. Нажмите кнопку *Обновить* для отображения гистограммы значений индекса в левой части вкладки.

8. Задайте диапазон значений: вручную на гистограмме или автоматически, для этого нажмите кнопку *Авто* под гистограммой.

9. Из выпадающего меню справа от гистограммы выберите одну из предлагаемых палитр.

10. Нажмите кнопку *Применить*. Для расчета индексов будет применена формула, занимающая первую сточку в столбце *Выходные каналы* на вкладке *Преобразование*. После того как все индексы растительности рассчитаны, результат отображается на вкладке *Орто*. Визуализация значений индекса осуществляется в соответствии с цветами палитры, заданными в диалоге *Растровый калькулятор*.

11. Нажмите кнопку *OK*, чтобы закрыть диалоговое окно.

Значения индекса отображаются в соответствии с цветами Палитры. В Metashape существуют стандартные пресеты палитр, доступные на вкладке *Палитра* диалогового окна *Растровый калькулятор*. Пресет (NDVI, Нагрев, Серый) может быть выбран из выпадающего списка. Также пользователь может загрузить предварительно созданную в стороннем приложении палитру в формате Surfer Color Spectrum (*.clr) при помощи кнопки *Импорт палитры*. Палитра может быть отредактирована в Metashape при помощи кнопок *Добавить цвет* и *Удалить цвет* на вкладке *Палитра* диалогового окна *Растровый калькулятор*. Для каждой новой строки в палитре необходимо ввести значение индекса. Для ввода значения дважды щелкните по новой строке. Пользовательская палитра может быть сохранена для последующего использования в других проектах при помощи кнопки *Экспорт палитры* на вкладке *Палитра* диалогового окна *Растровый калькулятор*.

Диапазон значимых величин индекса может быть задан вручную в левой части вкладки *Палитра* или автоматически при помощи кнопки *Авто*. Для добавления промежуточных

градаций цвета на результирующее изображение можно отметить галочкой опцию *Интерполировать цвета*.

Опция *Псевдо цвета* в выпадающем списке предустановленных палитр позволяет отобразить смешанные значения для трех заданных индексов в виде псевдо-RGB цветов.

### Примечание

- При изменении выражения в первой строчке поля *Выходные каналы* на вкладке *Преобразование*, необходимо заново настроить палитру для лучшей визуализации: на вкладке *Палитра* нажмите кнопку *Обновить* для обновления гистограммы, задайте диапазон значений и выберите подходящую цветовую палитру.
- Для просмотра другого индекса растительности (отличного от уже просмотренного) необходимо переместить соответствующее выражение на первую строчку поля *Выходные каналы* на вкладке *Преобразование* окна *Растровый калькулятор*.
- Для того чтобы вернуться к исходному мультиспектральному ортофотоплану, после просмотра индекса растительности, отмените выбор функции *Включить преобразование* на вкладке *Преобразование* окна *Растровый калькулятор* и нажмите кнопку *OK/Применить*. Если исходные изображения имеют три канала, отмеченные как R, G, B, ортофотоплан будет представлен в виде RGB изображения (или псевдо-RGB изображения). В других случаях спектральные данные из первого канала будут отображаться в оттенках серого.

# Карта предписаний

Карта предписаний строится на основании ортофотоплана и рассчитанных индексов. Для этого в диалоговом окне *Ортофотоплан*, доступном из меню *Инструменты*, следует выбрать опцию *Построить карту предписаний*.

Карта предписаний в Metashape строится в соответствии со следующим алгоритмом:

Прежде всего следует удостовериться, то для области построения Карты предписаний построен ортофотоплан, к которому в свою очередь применено преобразование согласно заданному правилу (рассчитан индекс).

Для первого преобразованного канала растрового изображения строится гистограмма значений индекса, далее гистограмма разбивается на кластеры значений индекса согласно выбранному методу.

При использовании метода естественных границ (по Дженксу) кластеризация происходит автоматически.

При использовании метода кластеризации на равные интервалы происходит разбивка гистограммы на равные интервалы в пределах от минимального до максимального значений индекса (задаются пользователем). Значения индекса, превышающие указанное максимальное значение, попадают в один кластер с максимальным значением, а значения ниже минимума - в один кластер с минимальным значением.

Далее на растровое изображение накладывается сетка с заданным размером ячейки, при этом угол наклона сетки относительно системы координат ортофотоплана задается пользователем через указание азимута направления.

Значение индекса в каждой ячейке усредняется и распределяется в один из выделенных кластеров. Таким образом каждая ячейка попадает в определенный кластер, границы каждого кластера (на основании отнесенных к нему ячеек) записываются в слой фигур, названный Prescription.

В результате слой Prescription содержит несколько групп полигонов, соответствующих выделенным кластерам. В атрибутах каждой группы содержится среднее значение индекса для соответствующего кластера (zonal_mean) и порядковый номер кластера (cluster_id) начиная с 1.

Настройка параметров построения Карты предписаний:

**Границы (слой фигур):**
Указывает слой фигур, в котором находятся полигоны, задающие границы области построения Карты предписаний. При отсутствии ограничивающих полигонов - будет использован ортофотоплан целиком.

**Размер ячейки (м)**
Задает размер ячейки в метрах.

**Азимут сетки (°)**
Задает азимут направления сетки.

**Метод кластеризации**
Позволяет выбрать один из двух методов кластеризации: Естественные границы (по Дженксу) или Равный интервал.

**Количество кластеров**
Задает количество кластеров.

**Мин. значение индекса**
Задает минимальное значение индекса.

**Макс. значение индекса**
Задает максимальное значение индекса.

# Модифицированная камера видимого спектра

Изображения полученные при помощи модифицированной камеры видимого спектра содержат три канала, однако благодаря физической модификации сенсора, эти каналы отличаются от стандартных RGB. Например, Colored Infrared (CIR) камера от MAVinci записывает следующие три канала: Красный (R)+NIR в первый канал, Зеленый (G)+NIR во второй и NIR в третий канал.

Модифицированные камеры видимого спектра используются для мониторинга растительности наряду с мультиспектральными камерами. Перед применением формулы для расчета индекса растительности в Metashape необходимо откалибровать данные, полученные при помощи модифицированной камеры, таким образом, чтобы получить в качестве начальных параметров значения R, G, NIR. Для калибровки необходима матрица калибровки, а именно матрица линейной трансформации исходных значений интенсивности света по каждому из каналов в абсолютные значения интенсивности света.

В случае с CIR камерой от MAVinci матрица калибровки рассчитывается на основании гистограмм для следующих отношений: NIR/R, NIR/G. Калибровочные значения для спектра задаются положением ограничителя для ($k_R$, $k_G$) соответствующих гистограмм: C = {($k_R$, 0, -1), (0, $k_G$, -1), (0, 0, 1)}. Тогда вектор абсолютных значений интенсивности для

каналов R, G, NIR относительно интенсивности NIR рассчитывается как $X_1=C*X_0$, где C [3x3]- калибровочная матрица CIR , $X_0$ [3x1]- вектор исходных значений интенсивности для каждого канала.

Матрица калибровки в Metashape может быть задана вручную в разделе *Матрица цветов* на вкладке *Калибровка CIR* диалогового окна *Растровый калькулятор*. Заметим, что вкладка доступна только для трехканальных изображений, поскольку при обработке мультиспектральных снимков калибровка данных не требуется. При ручной настройке матрицы пользователь может ввести значения с клавиатуры или при помощи слайдеров на гистограммах. В случае с CIR камерой от MAVinci матрица калибровки может быть задана автоматически кнопкой *Авто*.

После того как значения калибровочной матрицы заданы, нажмите кнопку *Применить*, и Metashape проведет калибровку. Затем можно приступить к расчету индексов на вкладках *Преобразование* и *Палитра*. В качестве входных каналов Metashape будет использовать откалиброванные значения.

## Контурные линии индексов растительности

Metashape позволяет создавать контурные линии на основании рассчитанных значений индексов.

### Для построения контурных линий по данным индекса растительности

1. В то время как на вкладке *Орто* отображаются значения индекса, выберите команду *Построить контуры...* в контекстном меню значка ортофотоплана на панели *Проект*.
2. В качестве источника для расчета контурных линий выберите *Ортофотоплан*.
3. Отрегулируйте значения мин./макс. и интервал.
4. Нажмите кнопку *OK*.
5. Этап и статус обработки будет отображаться во всплывающем окне. Для отмены операции нажмите *Отмена*.
6. По завершении процедуры на вкладке *Проект* появится значок контурных линий. Линии контуров будут отображаться поверх данных о значении индекса на вкладке *Орто*.

# Автоматическое распознавание линий электропередач

Metashape позволяет автоматически распознавать линии электропередач на предварительно выровненных снимках. Выявленные линии электропередач сохраняются в виде 3D ломанных линий в один или несколько слоев с фигурами. Подробная информация о свойствах фигур представлена в разделе «Фигуры».

### Примечание

- Слой с ломанными, отображающими линии электропередач, может использоваться совместно с инструментом планирования полета дрона для определения опасных зон.

### Для выявления линий электропередач

1. В меню *Инструменты* выберите команду *Найти провода*.
2. В диалоговом окне *Найти провода* задайте необходимые параметры.
3. Этап и статус обработки будет отображаться во всплывающем окне. Для отмены операции нажмите *Отмена*.

## Параметры процедуры поиска линий электропередач

Общий вид диалогового окна Найти провода

**Использовать модель для проверки видимости:**
Помогает выявить провода на моделях со сложной геометрией, а также в случаях, когда провода закрыты на снимках посторонними объектами.

**Мин. высота над ЦММ (м)**
Помогает исключить из рассмотрения другие линейные объекты, присутствующие на снимках (например, дорожную разметку, заборы). Требует предварительного построения ЦММ.

**Число вершин на сегмент**
Данный параметр позволяет ограничить число вершил ломанной линии, отображающей обнаруженный провод ЛЭП. Если ограничение числа вершин не желательно, следует задать нулевое значение параметра.

# Работа в стереоскопическом режиме и векторизация

Metashape поддерживает выполнение измерений и векторизацию в стереоскопическом режиме на облаке точек, 3D-модели и перекрывающихся снимках (стереопарах). В Metashape стереоскопический режим доступен только для систем (графических карт) с поддержкой технологии Quad Buffered Stereo.

Перед началом использования стерео режима необходимо изменить параметры стереоскопического просмотра в диалоговом окне *Настройки*, доступного в меню *Инструменты*. Metashape поддерживает простой анаглифный режим отображения (с применением анаглифных очков красный-синий), а также аппаратный стереоскопический режим с применением поляризационных очков и профессионального оборудования (графического процессора с поддержкой Quad Buffered Stereo и 3D-монитора). Параметры 3D-контроллера могут быть настроены на вкладке *Навигация* диалогового окна *Настройки*.

Например, при использовании контроллера Stealth3DMouse пользователю следует установить виртуальный COM-порт, после чего данный тип контроллера появится на вкладке *Навигация* диалогового окна *Настройки*, и станет возможна настройка его параметров. Если параметры 3D-контроллера не могут быть настроены на вкладке *Настройки* следует предварительно выполнить следующие действия:

- проверить серийный COM-порт USB в разделе Порты (Ports) менеджера устройств компьютера;

- открыть диалоговое окно Свойства (Properties) и на вкладке Настройки порта (Port Settings) перейти в раздел Расширенные настройки (Advanced) нажав соответствующую кнопку. В разделе Расширенные настройки следует для параметра номер COM-порта выбрать COM3;
- перезапустить компьютер;
- в Metashape нужно снова открыть вкладку *Навигация* диалогового окна *Настройки*, доступного в меню *Инструменты* и выбрать порт COM3 для устройства Stealth3DMouse.

В Metashape работа в стерео режиме происходит в окне *Модель* в режиме просмотра *Сверху*.

### Настройки стерео режима

1. Выровняйте снимки. Дополнительная информация о выравнивании снимков доступна в разделе «Выравнивание снимков»
2. Перейдите в окно просмотра *Модель*.
3. В меню *Модель* выберите для пункта *Ракурс* значение *Сверху*.
4. Выберите *Стерео режим* в разделе *Режим просмотра* в меню *Модель*.
5. Для отображения стереопары, включите *Показать снимки* на панели инструментов.

### Навигация

1. Перемещение по стереопарам осуществляется с зажатой правой кнопкой мыши.
2. Для изменения глубины 3D курсора, перемещайтесь с помощью правой кнопки мыши и клавиши **Shift**. При использовании 3D-контроллера глубина регулируется по средством специального колесика.

### Выбор стереопары

1. Нажмите правой кнопкой мыши в области интереса на модели и выберите пункт *Отфильтровать по точке*.
2. В окне *Снимки* выберите 2 изображения, которые формируют стереопару, нажмите правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт *Перейти к ракурсу*.
3. Чтобы избежать переключения между стереопарами во время навигации по модели, заблокируйте текущую стереопару, выбрав *Закрепить снимок* на панели инструментов.
4. При необходимости перехода на другую стереопару, повторите второй шаг.

### Измерения и векторизация

## Примечание

- Для удобства стереовекторизации Metashape включает опцию примыкания, которая включает следующие типы: примыкание к осям, примыкание к вершинам и примыкание к ребрам. Для включения примыкания следует выбрать на панели

инструментов кнопку, соответствующую делаемому типу: *Примыкание к осям*, *Примыкание к вершинам*, *Примыкание к ребрам* и удерживать клавишу **Shift** при рисовании фигур.

1. Для измерения расстояния выберите инструмент *Линейка* на панели инструментов, зажмите правую кнопку мыши и левой нажмите на точку, после чего переместите 3D курсор на следующую точку и поставьте вторую точку.

2. Чтобы нарисовать точку, выберите *Нарисовать точку* на панели инструментов и нажмите левой кнопкой на интересующую точку.

3. Чтобы нарисовать ломаную, выберите *Нарисовать ломаную* на панели инструментов, зажмите правую кнопку мыши, нажмите левой кнопкой мыши на первую точку, после чего переместите 3D курсор до следующей точки и нажмите левой кнопкой мыши. Для завершения создания ломаной, нажмите дважды левой кнопкой мыши.

4. Для рисования полигона, выберите *Нарисовать полигон* на панели инструментов, зажмите правую кнопку мыши, нажмите левой кнопкой мыши на первую точку, переместите 3D курсор на следующую точку и нажмите левой кнопкой мыши, повторите эти действия. Для завершения создания полигона дважды нажмите левой кнопкой мыши.

# Глава 6. Редактирование

## Использование масок

### Обзор

Metashape использует маски для выделения на снимках областей, которые могут привести к ошибочным результатам обработки. Маски могут быть использованы во время следующих стадий обработки:

- Выравнивание снимков
- Построение карт глубины
- Построение полигональной модели на основании карт глубины и с применением опции *Использовать строгие пространственные маски*
- Построение текстуры 3D модели
- Построение тайловой модели
- Построение ортофотоплана

**Выравнивание снимков**

Маскируемая область может быть исключена во время поиска особых точек. Иначе говоря, объекты под маской не будут учитываться при определении положения камеры. Это важно в случае, если исследуемый объект двигается (например, при использовании вращающегося стола во время фотосъемки).

Использование масок может быть также полезно, если исследуемый объект занимает незначительную часть кадра. Это позволит избежать ситуации, при которой небольшое число связующих точек на объекте съемки будет ошибочно отфильтровано как шум, а большое число связующих точек заднего плана будет оставлено.

**Построение плотного облака точек**

При построении плотного облака точек маскируемые области не учитываются в процессе создания поверхности. Маскирование может быть использовано для уменьшения сложности итогового плотного облака точек путем исключения из рассмотрения не представляющих интереса областей снимка.

Маскированные области не учитываются ни при построении плотного облака точек, ни при генерации текстуры, в том числе в случае построения тайловой модели.

Возьмем, к примеру, набор снимков некоторого объекта. Помимо объекта на снимках присутствуют области, содержащие фон. Эти области могут быть полезными для более точного определения центров фотографирования, поэтому их стоит использовать во время выравнивания снимков. Однако если использовать эти области при построении плотного облака точек, итоговое облако будет содержать фон (помимо интересующего объекта). Геометрия фона "перетянет" на себя часть полигонов, которые могли бы использоваться для более точного построения основного объекта. Использование масок для подобного рода областей позволяет избежать указанных проблем и увеличить точность и качество результатов.

**Построение текстурного атласа**

Маскированные области снимков не используются во время построения текстурного атласа модели (как для полигональной модели, так и для тайловой). Для предотвращения эффекта "призрака" на итоговой текстуре рекомендуется использовать маски для посторонних объектов, закрывающих интересующие области.

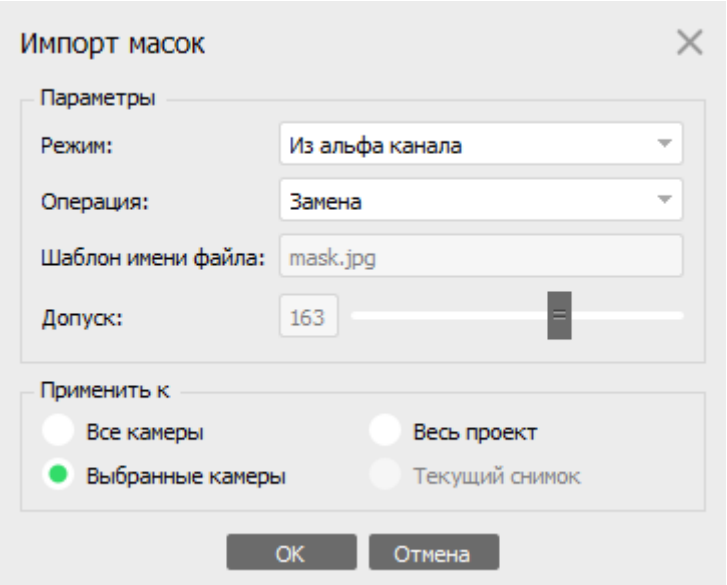
# Загрузка масок

Маски могут быть загружены из внешних источников, либо сгенерированы автоматически из снимков фона, если таковые существуют. Metashape поддерживает загрузку масок следующими способами:

- Из альфа-канала исходных снимков.
- Из отдельных изображений.
- Сгенерированных на основе разницы со снимками фона.
- Основанные на созданной трехмерной модели.

## Для импорта масок

1. В меню *Файл* выберите пункт *Импорт масок...*
2. В диалоговом окне *Импорт масок* укажите необходимые параметры. Нажмите кнопку *OK*.
3. При создании масок из отдельных изображений или на основе фона появится диалоговое окно выбора папки. Выберите папку, содержащую необходимые изображения, и подтвердите выбор.
4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.




Диалоговое окно "Импорт масок"

Следующие параметры могут быть использованы при импорте масок:

**Режим**

Задает источник данных для масок.

*Из альфа канала* - загружает маски из альфа канала исходных снимков.

*Из файла* - загружает маски из отдельных файлов изображений.

*Из фотографии фона* - генерирует маски на основе снимков фона.

*Из модели* - создает маски основанные на созданной модели.

**Операция**

Определяет действие, выполняемое при загрузке второй маски для конкретного снимка.

*Замена* - новая маска будет загружена взамен предыдущей и сохранена для данного снимка.

*Объединение* - две маски будут объединены и сохранены как одна.

*Пересечение* - область пересечения двух масок будет сохранена как новая маска для текущего снимка.

*Разность* - только разница двух масок будет сохранена как новая маска для текущего снимка.

**Шаблон имен файлов (не используется для режима *Из альфа канала*)**

Задает шаблон имен файлов, используемых для генерации имен файлов с масками. Шаблон может содержать специальные теги, которые будут заменены на соответствующие данные для каждого маскируемого изображения. Список поддерживаемых тегов:

*{filename}* - имя исходного файла снимка без расширения.

*{fileext}* - расширение исходного файла.

*{camera}* - название камеры.

*{frame}* - номер кадра.

*{filenum}* - порядковый номер импортируемой маски.

Например, шаблон {filename}_mask.png может быть использован для случая, когда маски сохранены в файлах типа PNG и имеют суффикс *_mask*.

**Допуск (только для режима *Из фотографии фона*)**
Задает пороговое значение, используемое при вычитании фона. Значение допуска должно быть указано в соответствии с разницей цветов точек объекта и фона.

**Применить к**
Задает применение масок для текущего снимка, активного блока или для всего проекта.

*Все камеры* - загружает маски для активного блока.

*Весь проект* - загружает маски для всех блоков в проекте.

*Выбранные камеры* - загружает маски для выбранных камер (если таковые имеются).

*Текущий снимок* - загружает маску для открытого снимка (если таковой имеется).

# Создание масок

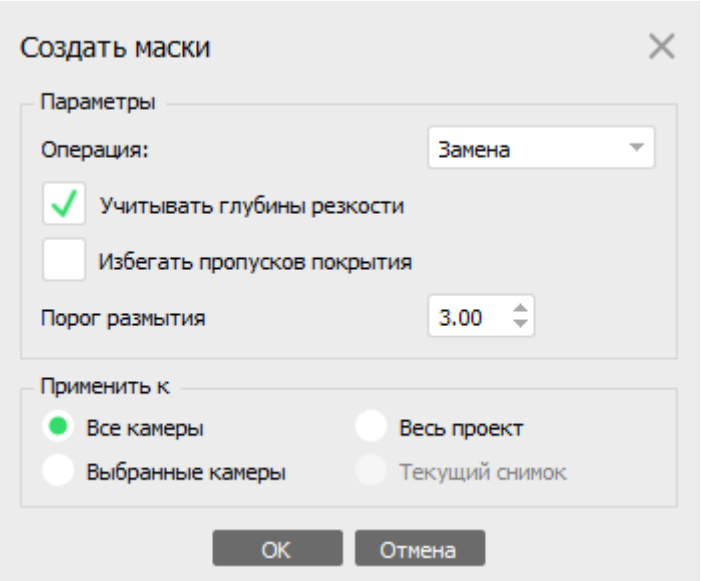
Инструмент *Создать маски* позволяет создать маски на основании полигональной модели. Как бы тщательно ни был спланирован сценарий съемки, некоторые части объекта съемки будут вне фокуса на одних снимках и в фокусе - на других. Результирующая текстура будет включать в том числе и размытые области. Для того чтобы при создании текстурного атласа исключить такие области, следует закрыть их автоматически созданными масками.

## Для создания маски

1. В меню *Инструменты*, подменю *Модель* выберите пункт *Создать маски*.

2. В диалоговом окне *Создать маски* укажите необходимые параметры. Нажмите кнопку *OK*.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.




Диалоговое окно Создать маски

В диалоговом окне *Создать маски* можно задать следующие параметры:

**Операция**

Указывает операцию, которая применяется в случае создания второй маски для снимка.

*Замена* - исходная маска будет заменена новой.

*Объединение* - обе маски будут объединены.

*Пересечение* - в качестве новой маски сохранится пересечение с исходной.

*Разность* - в качестве новой маски сохранится разница с исходной.

**Учитывать глубины резкости**

Позволяет применить маски для размытых областей (из-за плохой фокусировки) на основании информации о глубине резкости в каждой точке снимка.

**Избегать пропусков покрытия (только для операций *Замена* и *Объединение*)**

При создании масок позволяет избегать слепых зон на поверхности модели.

**Порог размытия**

Задает пороговое значение глубины резкости.

**Применить к**

Задает применение масок для текущего снимка, активного блока или для всего проекта.

*Все камеры* - создает маски для активного блока.

*Весь проект* - создает маски для всех блоков в проекте.

*Выбранные камеры* - создает маски для выбранных камер (если таковые имеются).

*Текущий снимок* - создает маску для открытого снимка (если таковой имеется).

# Редактирование масок

Изменение действующей маски производится путем добавления или удаления выделенных областей, которые создаются с помощью имеющегося набора инструментов. Добавление/вычитание выделенной области к/из области под текущей маской осуществляется по средством команд *Добавить выделение* или *Вычесть выделение*.

## Для редактирования маски

1. Откройте предназначенный для редактирования снимок двойным щелчком по его имени в списке на панели *Проект* / *Снимки*. Снимок откроется в основном окне. Существующая маска будет представлена в виде затененной области на снимке.

2. Выберите необходимый инструмент и выделите область.

3. Нажмите кнопку *Добавить выделение* для добавления области к текущей маске, либо кнопку *Вычесть выделение* для вычитания выделенной области из маски. Кнопка *Инвертировать выделение* позволяет инвертировать текущее выделение, перед тем как добавить или вычесть его из имеющейся маски.

Следующие инструменты могут быть использованы для выделения областей:

**Прямоугольное выделение**

Прямоугольное выделение используется для выделения больших областей, либо для очищения маски после использования других инструментов.

**Выделение контура**

Выделение контура используется для выделения области путем указания ее границы. Граница формируется после указания щелчком мыши вершин, которые автоматически соединяются сегментами границы. Сегменты могут быть как прямыми линиями, так и кривыми контурами, повторяющими границы объектов на снимке. Чтобы включить "прилипание" контуров к границам объектов, необходимо удерживать клавишу **Ctrl** на клавиатуре во время выбора следующей точки. Для завершения выделения необходимо замкнуть контур, щелкнув левой кнопкой мыши в непосредственной близости от начальной точки контура.

**Выделение области**

*Выделение области* используется для плавного выделения мышью, при этом к выделенной области постепенно добавляются небольшие участки изображения.

**Выделение связных областей**

Инструмент *Выделение связных областей* используется для выбора однородных областей на изображении. Для выбора необходимо нажать левой клавишей мыши внутри области, предназначенной для выделения.

Диапазон цветов пикселей, выбираемых инструментом, контролируется параметром *Допуск*. Меньшее значение допуска сужает диапазон цветов, похожих на цвет пикселя, выделенного нажатием мыши. Большее значение допуска расширяет цветовой диапазон.

### Примечание

- Для добавления области к текущему выделению необходимо удерживать клавишу **Ctrl** во время выделения добавляемой области.
- Чтобы вырезать часть из текущего выделения, зажмите клавишу **Shift** во время выделения области, которую нужно удалить.
- Для удаления маски с текущего изображения нажмите клавишу **Esc**.

Маску можно инвертировать при помощи команды *Инвертирование масок* в меню *Снимок*. Команда активна только из панели *Снимки*. Также можно инвертировать маски для выделенных снимков или для всех снимков в блоке при помощи команды *Инвертировать маски...* контекстного меню снимка на панели *Снимки*.

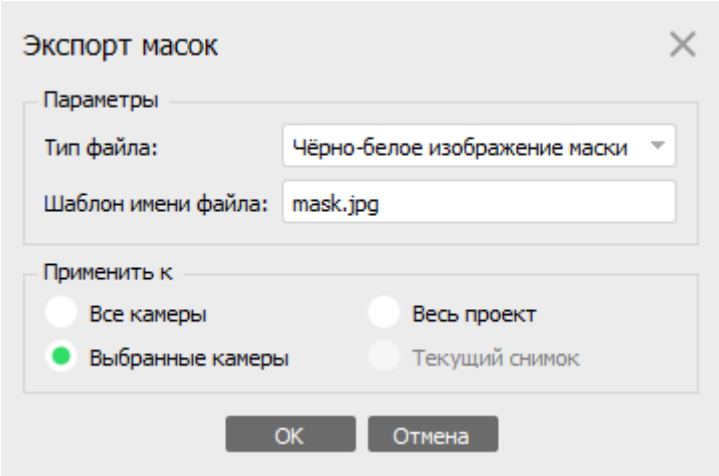
Маски создаются отдельно для каждого изображения. Если требуется маскировать определенный объект, то это следует сделать на всех снимках, где он присутствует.

# Сохранение масок

Маски, созданные в Metashape, также могут быть сохранены (в том числе для последующего редактирования).

### Для экспорта масок

1. В меню *Файл* выберите пункт *Экспорт масок...*
2. В диалоговом окне *Экспорт масок* укажите необходимые параметры. Нажмите кнопку *OK*.
3. Выберите папку, в которую будут сохранены маски, и подтвердите выбор.
4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.




Диалоговое окно "Экспорт масок"

Следующие параметры могут быть использованы при экспорте масок:

**Экспортировать маски для**

Устанавливает, будут ли маски экспортированы для открытого снимка, для активного блока или для всего проекта.

*Текущий снимок* - сохраняет маску для открытого снимка (если таковой имеется).

*Активный блок* - сохраняет маски для для активного блока.

*Весь проект* - сохраняет маски для всех блоков в проекте.

**Тип файла**

Задает тип сохраняемых файлов.

*Черно-белое изображение маски* - создает одноканальное черно-белое изображение маски.

*Снимок с маской в альфа канале* - создает цветное изображение на основе исходного снимка с добавлением данных о маске в альфа канал.

**Шаблон имен файлов**

Задает шаблон имен файлов, используемых для генерации имен файлов с масками. Шаблон может содержать специальные теги, которые будут заменены на соответствующие данные для каждого маскируемого изображения. Список поддерживаемых тегов:

*{filename}* - имя исходного файла снимка без расширения.

*{fileext}* - расширение исходного файла.

*{camera}* - название камеры.

*{frame}* - номер кадра.

*{filenum}* - порядковый номер экспортируемой маски.

Например, шаблон {filename}_mask.png может быть использован для сохранения масок в файлах типа PNG с суффиксом *_mask*.

### Примечание

- При импорте/экспорте маски только для текущего изображения Metashape запросит имя файла вместо пути к папке. Параметр *Шаблон имен файлов* при этом не используется.

# Редактирование облака точек

В Metashape доступны следующие инструменты редактирования облака точек:

- Автоматическая фильтрация на основе выбранного критерия (только для разреженного облака)
- Автоматическая фильтрация на основе масок (только для плотного облака)
- Автоматическая фильтрация по цвету точек (только для плотного облака)

- Автоматическая фильтрация по классам (только для плотного облака)
- Автоматическая фильтрация по выделению (только для плотного облака)
- Автоматическая фильтрация по достоверности (только для плотного облака)
- Уменьшение количества точек в облаке путем задания предела количества связующих точек для каждого снимка (только для разреженного облака)
- Уменьшение количества точек в плотном облаке путем задания предела расстояния между точками
- Расчет цветов точек плотного облака
- Операция дискретизации поверхности для создания плотного облака точек из полигональной или тайловой модели
- Ручное удаление точек

### Примечание

- Операции редактирования разреженного облака точек могут быть отменены. Для отмены следует использовать пункты *Отмена* / *Повтор* в меню *Редактировать*.

# Фильтрация точек на основе выбранного критерия

В некоторых случаях может быть полезно внутри разреженного облака точек определить положение точек с высокой ошибкой репроецирования и/или удалить такие точки. Фильтрация облака позволяет выделять точки соответствующие заданному критерию.

Metashape поддерживает следующие критерии фильтрации точек в облаке:

**Ошибка репроецирования**

Высокие значения ошибки репроецирования обычно указывают на плохую точность локализации проекций точки на этапе отождествления. Также это типичная ситуация для некорректно выявленных соответствующих точек на снимках. Удаление таких точек может улучшить точность последующей оптимизации выравнивания.

**Точность определения положения**

Большие ошибки при определении положения характерны для точек, получаемых со снимков с малой стереобазой. Такие точки могут значительно отклоняться от поверхности объекта, внося дополнительный шум в облако точек. Удаление такого рода точек не влияет на точность, их можно удалить для удобства визуализации, либо в случае построения геометрии модели на основе разреженного облака точек.

**Количество проекций**

Metashape восстанавливает все точки, которые видны по крайней мере на двух снимках. Тем не менее положение точек, видимых только на двух снимках, вероятно, будет рассчитано с низкой точностью. Фильтрация *Количество проекций* позволяет удалить такие ненадежные точки из облака.

**Точность проекций**

Данный критерий позволяет отфильтровать точки с относительно плохой локализацией, которая является следствием их большего размера.

### Для удаления точек на основе выбранного критерия

1. Переключитесь в режим Облако точек, используя кнопку *Облако точек* на панели инструментов или в меню *Вид*.
2. Выберите пункт *Плавное выделение...* в меню *Модель*.
3. В диалоговом окне *Плавное выделение* укажите критерий, который будет использоваться для фильтрации. Установите пороговый уровень с помощью слайдера. В основном окне можно наблюдать за тем, как меняется выделение при перемещение слайдера. Нажмите кнопку *OK* для подтверждения сделанного выделения.
4. Для удаления выделенных точек используйте пункт *Удалить выделение* в меню *Редактировать* или нажмите кнопку *Удалить выделение* на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

## Фильтрация точек на основе масок

### Для удаления точек на основании примененных масок

1. Переключитесь в режим просмотра Плотное облако используя кнопку *Плотное облако* на панели инструментов.
2. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Выделить точки по маске...*
3. В диалоговом окне *Выделить точки по маске* укажите снимки, для которых необходимо принять в расчет маски. Отрегулируйте резкость границ используя уровень. Нажмите *OK* для начала процедуры выделения.
4. Для удаления выбранных точек используйте команду *Удалить выделение* в меню *Редактировать* или кнопку *Удалить выделение* (или просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

## Фильтрация точек по цвету

### Для удаления точек в зависимости от их цвета

1. Переключитесь в режим просмотра *Плотное облако* используя кнопку *Плотное облако* на панели инструментов.
2. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Выделить точки по цвету...*
3. В диалоговом окне *Выделить точки по цвету* используя слайдер укажите цвет и чувствительность. Нажмите *OK* для запуска процедуры фильтрации.
4. Для удаления выбранных точек используйте команду *Удалить выделение* в меню *Редактировать* или кнопку *Удалить выделение* (или просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

# Фильтрация точек по классам

Для выбора объектов одного типа, плотное облако можно фильтровать по классам. Классификация выполняется автоматически. Следует сразу выбирать только интересующий класс.

### Чтобы отфильтровать точки, принадлежащие определенному классу

1. Переключитесь в режим просмотра *Плотное облако* используя кнопку *Плотное облако* на панели инструментов.
2. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Отфильтровать по классу*.
3. В диалоговом окне *Отфильтровать по классу* выберите классы, которые будут использоваться в качестве фильтра. Нажмите кнопку *ОК* для запуска процедуры фильтрации.
4. Результат фильтрации отобразится в окне просмотра *Модель*.
5. Для отмены фильтрации по классам выберите команду *Сбросить фильтр* из подменю *Плотное облако*в меню *Инструменты*.

# Фильтрация точек по выделению

### Для удаления выделенных точек

1. Переключитесь в режим просмотра *Плотное облако* используя кнопку *Плотное облако* на панели инструментов.
2. Выделите точки для фильтрации с помощью инструментов Прямоугольное выделение, Овальное выделение или Произвольное выделение.
3. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Отфильтровать по выделению*.
4. Результат фильтрации отобразится в окне просмотра *Модель*.
5. Для отмены фильтрации по выделению выберите команду *Сбросить фильтр* из подменю *Плотное облако*в меню *Инструменты*.

# Фильтрация точек по достоверности

Metashape позволяет фильтровать точки плотного облака по достоверности. Для этого при построении плотного облака точек в диалоговом окне *Построить плотное облако* следует выбрать опцию *Рассчитывать достоверность точек*.

### Для фильтрации по достоверности

1. Переключитесь в режим просмотра *Плотное облако* используя кнопку *Плотное облако* на панели инструментов.

2. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Отфильтровать по достоверности...*
3. В диалоговом окне *Выбор интервала достоверности* выберите минимальное и максимальное значения для границ интервала фильтрации. Интервал ограничивает число карт глубины, используемых для построения точек плотного облака.
4. Нажмите кнопку *OK*, чтобы начать процедуру фильтрации.
5. Результат фильтрации отобразится в окне просмотра *Модель*.
6. Для отмены фильтрации по выделению выберите команду *Сбросить фильтр* из подменю *Плотное облако*в меню *Инструменты*.

# Ограничение числа связующих точек для каждого снимка

Параметр *Максимальное количество проекций* на одном снимке может быть откорректирован перед этапом Выравнивание снимков. Значение параметра задает предел максимального количества связующих точек на каждом снимке. Использование нулевого значения означает отсутствие фильтрации по данному параметру.

Число проекций может быть сокращено по завершении процедуры выравнивания при помощи команды *Связующие точки - Проредить связующие точки*, доступной в меню *Инструменты*. Эта операция приведет к уменьшению количества точек в разреженном облаке, тогда как результаты выравнивания останутся неизменными.

# Прореживание плотное облако

Metashape позволяет задать расстояние между точками плотного облака и таким образом проредить плотное облако в соответствии с шагом регулярной сетки.

### Для прореживания плотного облака

1. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Проредить плотное облако...*
2. В диалоговом окне *Проредить плотное облако* задайте значение параметра Расстояние между точками в метрах.
3. Нажмите кнопку *OK*, чтобы начать процедуру фильтрации.
4. Ход операции будет отображаться в окне прогресса. Для отмены процедуры нажмите кнопку *Отменить*.

### Примечание

- В диалоговом окне выберите опцию *Да*, если в активном блоке нужно создать новое облако точек, содержащее результат прореживания. При выборе опции *Нет* плотное облако в активном блоке будет перезаписано.

# Расчет цветов точек плотного облака

Metashape позволяет рассчитать цвета для точек плотного облака на основе цветов снимков или ортофотоплана.

1. Выберите целевое плотное облако на панели *Проект*.
2. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Рассчитать цвета точек*.
3. В диалоговом окне *Рассчитать цвета точек* в качестве исходных данных следует выбрать Ортофотоплан или Изображения.
4. Нажмите кнопку *ОК* для запуска процедуры фильтрации. В диалоговом окне будет отображаться текущее состояние обработки.

# Дискретизация поверхности

Функция *Дискретизация поверхности* позволяет создавать плотное облако точек из полигональной или тайловой модели.

### Для преобразования полигональной сетки в плотное облако точек

1. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Дискретизация поверхности*.
2. В диалоговом окне *Дискретизация поверхности* выберите тип исходной поверхности (полигональная или тайловая модель) и задайте желаемое расстояние между точками. В поле *Количество точек* будет отражаться число точек в результирующем плотном облаке, рассчитанное на основании указанных параметров.
3. Нажмите кнопку *ОК* для запуска процедуры фильтрации. В диалоговом окне будет отображаться текущее состояние обработки. Для отмены процедуры нажмите кнопку *Отменить*.

В диалоговом окне *Дискретизация поверхности* можно задать следующие параметры:

**Исходные данные**
Указывает тип исходной поверхности: Полигональная модель или Тайловая модель.

**Шаг дискретизации**
Указывает желаемое расстояние между точками создаваемого плотного облака.

**Количество точек**
Указывает число точек в результирующем плотном облаке.

# Удаление точек в ручном режиме

Ошибочные точки могут быть удалены вручную.

### Для удаления точек из разреженного облака вручную

1. Переключитесь в режим Разреженное облако, используя кнопку *Облако точек* на панели инструментов или в режим просмотра Плотное облако используя кнопку *Плотное облако* на панели инструментов.
2. Выберите инструмент Прямоугольное выделение, Овальное выделение или Произвольное выделение на панели инструментов.

3. Выполните выделение с использованием мыши. Для добавления новых точек к текущему выделению, удерживайте клавишу **Ctrl** на клавиатуре во время выделения. Для удаления точек из текущего выделения, удерживайте клавишу **Shift**.

4. Для удаления выделенных точек используйте инструмент *Удалить выделение* в меню *Редактировать* или нажмите кнопку *Удалить выделение* на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре). Для удаления всех точек кроме выделенных используйте инструмент *Обрезать выделение* в меню *Редактировать* или нажмите кнопку *Обрезать выделение* на панели инструментов.

# Классификация точек плотного облака

Metashape позволяет классифицировать плотное облако точек, при этом возможны два способа: автоматическое разделение всех точек на два класса (точки земли и все оставшиеся), и выбор групп точек для определения их в заданный класс (из стандартизированного списка для данных LIDAR) в ручном режиме. Классификация точек плотного облака позволяет пользователю выбирать источник данных (определенный класс или классы точек) для построения полигональной модели. Например, при использовании только точек земли в качестве исходных данных при построении полигональной модели или ЦММ, пользователь сможет в дальнейшем экспортировать ЦМР (цифровую модель рельефа).

## Автоматическая классификация точек рельефа

В Metashape реализована функция автоматического распознавания точек рельефа, что существенно упрощает процедуру классификации.

### Для автоматической классификации точек рельефа

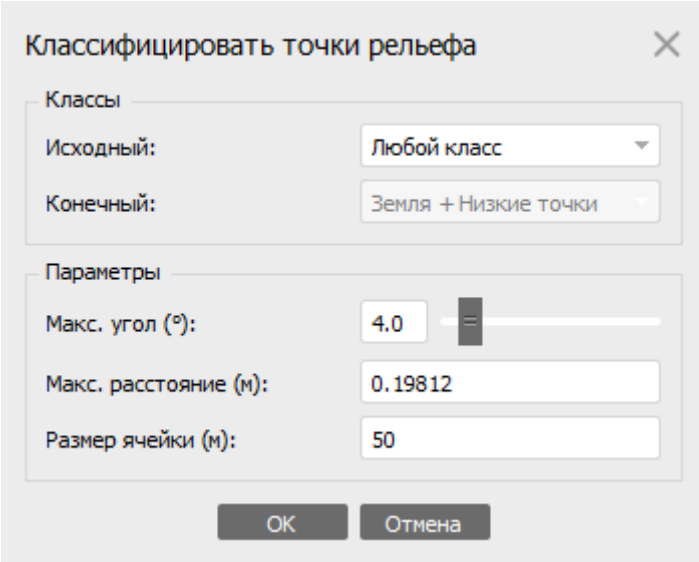
1. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Классифицировать точки рельефа...*

2. В диалоговом окне *Классифицировать точки рельефа* выберите источник точек для классификации. Нажмите *OK* для начала процедуры классификации.

Процедура автоматической классификации состоит из двух этапов. На первом этапе плотное облако разбивается на ячейки определенного размера. Для каждой ячейки определяется точка с наименьшей отметкой по высоте. Результатом триангуляции таких точек (заведомо расположенных не выше поверхности земли) является модель рельефа в первом приближении.

Кроме того, на этом этапе Metashape отфильтровывает некоторые точки шума, которые будут обрабатываться как класс Низкие точки(шум).

На втором этапе к классу точек рельефа добавляются точки, удовлетворяющие следующему условию: они лежат на определенном расстоянии от модели рельефа и угол между моделью рельефа и линией, соединяющей каждую из этих точек с точкой рельефа, меньше определенного значения. Второй этап повторяется, пока все точки не будут подвергнуты описанной процедуре.




Диалоговое окно "Классифицировать точки рельефа"

Контроль за процедурой автоматической классификации точек рельефа осуществляется посредством следующих параметров:

**Максимальный угол (град)**

Определяет один из параметров верификации точки как точки рельефа, т. е. устанавливает предел значения угла между моделью рельефа и линией, соединяющей верифицируемую точку и точку из класса точек рельефа. Для равнин и близких к равнинам поверхностей рекомендуется использовать значение по умолчанию (15 град). При наличии крутых склонов на местности рекомендуется увеличить значение параметра.

**Максимальное расстояние (м)**

Определяет один из параметров верификации точки как точки рельефа, т. е. устанавливает предел значения расстояния от верифицируемой точки до модели рельефа. Фактически этот параметр определяет максимальную предполагаемую величину перепада высоты в пределах объекта съемки.

**Размер ячейки (м)**

Определяет размер ячеек, на которые разбивается облако точек на подготовительном этапе процедуры классификации точек. Размер ячейки должен определяться в зависимости от размера наибольшей области на объекте съемки, не содержащей ни одной точки рельефа (например, здание или густой лес).

# Автоматическая классификация точек по нескольким классам

Metashape позволяет семантически классифицировать плотное облако для интерпретации данных на более высоком уровне. За счет использования методов машинного обучения Metashape позволяет автоматически классифицировать плотное облако на основе любой комбинации из следующих классов: Земля, Высокая растительность, Здания, Дорожное покрытие, Автомобиль и Искусственный объект.

### Для запуска классификации плотного облака по нескольким классам

1. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выберите команду *Классифицировать точки*.

2. В диалоговом окне *Классифицировать точки рельефа* выберите источник точек для классификации.

3. Выберите целевые классы из списка.

4. Задайте параметр *Достоверность* от 0 до 1. Более высокое значение параметра означает, что точка, класс которой не может быть надежно назначен, останется неклассифицированной.

5. Нажмите *OK* для начала процедуры классификации.

Диалоговое окно "Классифицировать точки"

### Примечание

- Если вы не удовлетворены результатами автоматической классификации по нескольким классам и хотели бы внести свой вклад в улучшение классификатора, пожалуйста, отправьте размеченные вручную облака точек на адрес электронной почты ***support@agisoft.com***. Правила разметки плотного облака опубликованы на странице: http://www.agisoft.com/support/tips-tricks/

## Классификация точек плотного облака в ручном режиме

Metashape позволяет отнести все точки плотного облака к определенному стандартному классу (см. классификация данных LIDAR). Это позволяет разнообразить возможности экспорта для каждого типа объектов внутри одного проекта, например, ЦМР для земли, полигональная модель для зданий и облако точек для лесных массивов.

### Для того, чтобы приписать класс группе точек необходимо

1. Переключиться в режим просмотра Плотного облака точек используя кнопку меню *Плотное Облако*.

2. Выбрать точки для выделения их в определенный класс, используя кнопки Прямоугольное выделение, Овальное выделение и Произвольное выделение. Для добавления новых точек в текущее выделение, необходимо удерживать клавишу **Ctrl** в процессе выделения дополнительных точек. Для исключения некоторых точек из текущего выделения, необходимо удерживать клавишу **Shift** в процессе выделения исключаемых точек.

3. В меню *Инструменты* из подменю *Плотное облако* выбрать команду *Назначить класс...*

4. В диалоге *Назначить класс* выбрать источник исходных точек для процедуры классификации и целевой класс. Нажать *OK* для запуска процедуры классификации.

Очистить результаты классификации плотного облака можно при помощи команды *Сбросить классификацию* в меню *Инструменты - Плотное облако*.

# Редактирование геометрии модели

В Metashape доступны следующие инструменты редактирования полигональной модели:

- Упрощение модели
- Уточнение модели
- Заполнение отверстий
- Сглаживание модели
- Расчет цветов вершин
- Автоматическая фильтрация полигонов на основе выбранного критерия
- Ручное удаление полигонов
- Исправление топологических нарушений в модели

Более сложное редактирование можно произвести с помощью сторонних 3D-редакторов. Metashape позволяет экспортировать геометрию для этих целей и импортировать отредактированный результат обратно в Metashape.

### Примечание

- Операция ручного удаления полигонов (в том числе на основании фильтрации по размеру связных компонент) может быть отменена. Для отмены следует использовать пункты Отмена / Повтор в меню *Редактировать*.
- Обратите внимание, что пункты Отмена / Повтор не работают в случаях использования функции упрощения модели: эта операция не может быть отменена.

## Упрощение модели

Функция упрощения модели используется для уменьшения геометрического разрешения модели: разрешение полигональной модели снижается, а точность передачи геометрии остается при этом высокой. Metashape создает 3D модели с превышающим геометрическим разрешением, таким образом, упрощение полигональной модели – желательная операция после завершения построения модели.

Высоко детализированные модели могут состоять из миллионов полигонов. Работать с такими сложными моделями возможно в специальных редакторах, однако, в наиболее распространенных программах для просмотра (таких как Adobe Reader или Google Earth) излишняя детализация модели может приводить к заметному уменьшению производительности. Высокая сложность модели также требует гораздо более длительного времени для построения текстуры и экспорта модели в pdf формат.

В некоторых случаях требуется хранить наиболее детализированную геометрию модели для научных или архивных целей. Однако, при отсутствии специальных требований

рекомендуется упростить модель до 100 000 - 200 000 полигонов для экспорта в pdf и до 100 000 (и меньше) для визуализации в Google Earth или ей подобных средах.

### Для упрощения 3D модели

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Упростить модель...*
2. В диалоговом окне *Упростить модель* укажите желаемое число полигонов, которые останутся в итоговой модели. Нажмите кнопку *OK*.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- При упрощении модели происходит удаление текстурного атласа. В случае необходимости текстурный атлас можно построить заново.

## Уточнение модели

Metashape позволяет уточнить построенную модель на основе снимков, а также смоделировать дополнительные детали поверхности (барельефы, углубления, канавы и т.д.).

### Для уточнения модели

1. Для сохранения копии исходной модели (до ее уточнения) используйте команду *Создать копию...*.
2. В меню *Инструменты* из подменю *Модель* выберите команду *Уточнить модель...*
3. В диалоговом окне задайте желаемое качество, количество итераций и уровень сглаживания. Нажмите кнопку*OK* для запуска операции.
4. Ход выполнения текущей операции будет отображаться в диалоговом окне. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

## Параметры уточнения модели

**Качество**

Задает целевое качество уточнения. Для построения более подробной модели и уточнения геометрии можно использовать Высокое и Очень высокое качество, но обработка займет большее время. Смысл параметра Качество здесь аналогичен параметру качества, приведенному в разделе «Построение плотного облака точек».

**Количество итераций**

В некоторых случаях дополнительные итерации помогают построить более подробную модель. Увеличение числа итераций приведет к пропорциональному замедлению процесса.

**Уровень сглаживания**

Небольшое значение параметра даст более хорошие результаты, но также может увеличить количество шумов. Увеличение уровня сглаживания позволяет уменьшить

количество шумов, но также может излишне сгладить детали. Необходимо подобрать оптимальное значение для подавления шума и достаточной детализации модели.

# Расчет цветов вершин модели

Metashape позволяет рассчитывать цвета вершин полигональной модели на основании данных снимков, разреженного и плотного облаков точек и ортофотоплана.

### Для расчета цветов вершин модели

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Модель* и из представленного списка выберите опцию *Рассчитать цвета вершин...*.
2. В диалоговом окне *Рассчитать цвета вершин* выберите источник исходных данных.
3. Нажмите *OK* для запуска процедуры.
4. Ход выполнения текущей операции будет отображаться в диалоговом окне. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

# Заполнение отверстий

Процедура заполнения отверстий применяется для моделей, содержащих отверстия. Появление отверстий в модели может являться результатом, например, недостаточного перекрытия исходных снимков.

Некоторые задачи могут быть выполнены только для моделей с замкнутой поверхностью. Примером такой задачи является измерение объема в Metashape.

Заполнение отверстий производится на основании данных экстраполяции. Пользователь может контролировать уровень точности модели по средством задания максимального размера отверстия, для которого будет выполнена процедура заполнения отверстий.

### Для заполнения отверстий 3D модели

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Заполнить отверстия...*
2. В диалоговом окне *Заполнение отверстий* при помощи ползунка задайте максимальный размер отверстия, которое будет заполнено на основе данных экстраполяции. Нажмите кнопку *OK*.
3. Ход выполнения текущей операции будет отображаться в диалоговом окне. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- Ползунок позволяет задать максимальный размер отверстия по отношению к площади поверхности всей модели.

# Сглаживание модели

Инструмент сглаживания позволяет сделать поверхность модели более плавной и удалить неровности на поверхности. Некоторые задачи требуют более гладкой поверхности, чем исходная модель, без мелких деталей или некоторых реальных объектов. Инструмент можно применить ко всей модели или только к выбранной области.

### Примечание

- Чтобы применить сглаживание к определенной области, необходимо сначала выбрать ее, а затем провести операцию сглаживания.

### Для сглаживания модели

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Сгладить модель...*
2. В диалоговом окне *Сгладить модель* отрегулируйте значение параметра *Сила* при помощи слайдера. Если необходимо, выберите опцию *Применить к выбранным полигонам*.
3. Нажмите кнопку *ОК*. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

### Примечание

- Для модели с открытыми краями можно применить опцию *Зафиксировать границы модели*, которая позволяет сохранить позиции вершин полигонов на внешнем крае модели во время процедуры сглаживания.

## Фильтрация полигонов на основе выбранного критерия

Фильтрация полигонов с использованием различных критериев позволяет выделить ошибочные или ненужные полигоны и удалить их. Это могут быть как слишком большие полигоны в составе модели, так и небольшие изолированные области, находящиеся близко с основной моделью, но не представляющие интереса, либо загораживающие модель.

Metashape поддерживает следующие критерии фильтрации полигонов:

**Размер связных компонент**
Этот критерий фильтрации позволяет выделять изолированные фрагменты исходя из относительного числа полигонов в их составе. Число полигонов во всех компонентах, подлежащих выделению, определяется значением параметра *Уровень* и указывается в процентном отношении к общему числу полигонов во всей модели. Все изолированные компоненты фильтруются по числу полигонов в их составе, и выделение происходит в порядке возрастания числа полигонов.

**Размер полигонов**
Этот критерий фильтрации позволяет выделять полигоны определенного размера. Значение параметра *Уровень* отражает, какой процент от общей площади поверхности модели составляет площадь выделенных полигонов. Выделение полигонов происходит в порядке уменьшения их площади, исходя из предварительно отсортированного по размеру списка. Эта функция может оказаться полезной при работе с геометрией гладкого типа, когда возникает необходимость удалить полигоны, являющиеся результатом автоматического заполнения отверстий, поскольку они, как правило, имеют большую площадь по сравнению с остальными полигонами.

### Для удаления небольших изолированных фрагментов

1. В меню *Модель* выберите пункт *Плавное выделение...*

2. В диалоговом окне *Плавное выделение* выберите критерий *Размер связных компонент*.

3. Укажите размеры изолированных компонент с помощью слайдера. Изменение выделенных областей можно наблюдать при перемещении слайдера. Нажмите кнопку *OK* для подтверждения сделанного выделения.

4. Для удаления выбранных компонентов выберите пункт *Удалить выделенное* в меню *Редактирование*, или нажмите кнопку на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

### Для удаления чрезмерно больших полигонов

1. В меню *Модель* выберите пункт *Плавное выделение...*

2. В диалоговом окне *Плавное выделение* выберите критерий *Размер полигонов*.

3. Укажите размеры больших полигонов с помощью слайдера. Изменение выделенных областей можно наблюдать при перемещении слайдера. Нажмите кнопку *OK* для подтверждения сделанного выделения.

4. Для удаления выбранных компонент выберите пункт *Удалить выделенное* в меню *Редактирование*, или нажмите кнопку на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

Обратите внимание, что Metashape выделяет фрагменты, начиная с самых мелких по размеру. Таким образом, для модели, состоящей из одного фрагмента, выделение будет пустым.

## Удаление полигонов вручную

Ненужные или лишние области геометрии модели могут быть удалены вручную.

### Для удаления полигонов вручную

1. Выберите инструмент прямоугольного, овального или произвольного выделения, используя кнопки *Прямоугольное выделение*, *Овальное выделение* или Произвольное выделение на панели инструментов.

2. Выполните выделение с использованием мыши. Для добавления новых полигонов к текущему выделению, удерживайте клавишу **Ctrl** на клавиатуре во время выделения. Для удаления полигонов из текущего выделения, удерживайте клавишу **Shift**.

3. Для удаления выделенных полигонов нажмите кнопку *Удалить выделенное* на панели инструментов. Для удаления всех полигонов кроме выделенных, нажмите кнопку *Обрезать выделенное* на панели инструментов либо выберите пункт*Обрезать выделенное* в меню *Редактировать*.

### Для увеличения или уменьшения текущего выделения

1. Для увеличения текущего выделения путем добавления к нему приграничных полигонов нажмите клавишу **PageUp** на клавиатуре в режиме выделения. Для увеличения выделения резким скачком нажмите **PageUp** при зажатой клавише **Shift**.

2. Для уменьшения текущего выделения путем удаления из него приграничных полигонов нажмите клавишу **PageDown** на клавиатуре в режиме выделения. Для уменьшения выделения резким скачком нажмите **PageDown** при зажатой клавише **Shift**.

# Исправление топологических нарушений в модели

В Metashape возможно исправление основных топологических нарушений на модели.

### Для исправления топологии модели

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Информация о модели...*

2. В диалоговом окне *Информация о модели* представлены параметры построенной полигональной модели. В случае если имеются проблемы в топологии, будет активна кнопка *Исправить*. Нажатие кнопки *Исправить* запускает процедуру исправления топологических нарушений.

3. В диалоговом окне состояния будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку *Отмена*.

# Редактирование полигональной модели с помощью внешней программы

### Для экспорта полигональной модели с целью последующего ее редактирования во внешней программе

1. В меню *Файл* выберите пункт *Экспорт модели...*

2. В диалоговом окне сохранения выберите желаемый формат экспортируемой модели в поле *Тип сохранения*. Укажите имя, которое будет присвоено файлу, и нажмите кнопку *Сохранить*.

3. В открывшемся диалоговом окне укажите дополнительные параметры, соответствующие выбранному формату файла. Нажмите кнопку *ОК*.

### Для импорта отредактированной модели

1. В меню *Инструменты* выберите пункт *Импорт модели...*

2. В открывшемся диалоговом окне найдите и выберите файл с моделью. Нажмите *Открыть*.

### Примечание

- Metashape поддерживает загрузку моделей только в форматах Wavefront OBJ, 3DS, STL, COLLADA, Stanford PLY, Autodesk FBX, Autodesk DXF, OpenCTM and U3D. Убедитесь в правильности формата при экспорте модели из стороннего 3D-редактора.

- Для корректной работы с моделью, импортированной в Metashape после редактирования в стороннем приложении, необходимо убедиться, что данные

о привязке, если они присутствовали в файле экспорта, сохранены во вновь импортируемом файле.

# Фигуры

Фигуры могут использоваться для обозначения границ экспорта ЦММ/ортофотопланов, а также для проведения измерений. Инструменты рисования фигур на ЦММ, ортофотоплане, и модели находятся на панели инструментов вкладок *Орто* и *Модель* соответственно. Кроме того, возможен импорт фигур из файлов .SHP/.DXF/.KML, для этого используется команда *Импорт фигур...* раздела *Импорт...* меню *Файл*. Фигуры, созданные в Metashape, могут быть экспортированы при помощи команды *Экспорт фигур...* раздела *Экспорт...* меню *Файл*.

## Для создания фигуры на ЦММ/Ортофотоплане/Модели

1. Откройте вкладку *Орто* двойным щелчком левой клавиши мыши по значку ЦММ/ортофотоплан на вкладке *Проект*, либо аналогичным способом откройте вкладку *Модель*.

2. На панели инструментов вкладки *Орто* или *Модель* выберите инструмент *Нарисовать точку* / *Нарисовать ломаную* / *Нарисовать полигон*.

3. При помощи курсора нарисуйте точку, ломаную или полигон на ЦММ или ортофотоплане. По умолчанию вершина фигуры будет размещена на доступной поверхности, однако в Metashape можно рисовать фигуры на заданной плоскости (например, на определенной высоте). Чтобы настроить плоскость рисования, выберите ломаную или полигон с тремя или более вершинами или тремя маркерами, размещенными в 3D пространстве. Затем щелкните правой кнопкой мыши по выделенной фигуре и выберите команду *Задать рабочую плоскость* из контекстного меню. Для сброса рабочей плоскости выберите соответствующую команду в контекстном меню.

4. Чтобы обозначить конец ломаной, дважды щелкните по нему левой клавишей мыши. Чтобы замкнуть полигон совместите конечную точку с начальной.

5. Как только фигура создана, в информации о блоке на вкладке *Проект* появится значок фигуры. Все фигуры созданные для конкретной модели (и соответствующих ЦММ и ортофотоплана) будут отображаться под одним значком на вкладке *Проект*.

6. После создания фигуры, программа автоматически переключится в режим навигации.

Возможность рисовать фигуры в 3D (то есть на модели) позволяет отобразить подвалы и другие скрытые объекты, невидимые на ортофотоплане. Однако такое построение может оказаться недостаточно точным. Для более точного построения Metashape позволяет рисовать фигуры на исходных снимках, после чего такие фигуры автоматически отображаются в пространстве 3D модели.

## Для автоматического построения фигуры в 3D

1. В диалоговом окне *Настройки*, доступном из меню *Инструменты*, на вкладке *Дополнительно* активируйте опцию *Прикреплять маркеры к вершинам фигур*.

2. На вкладке *Снимки* откройте снимок двойным нажатием левой клавиши мыши на соответствующем эскизе.

3. На панели инструментов выберите *Нарисовать точку* / *Нарисовать ломаную* / *Нарисовать полигон*.

4. При помощи курсора нарисуйте точку, ломаную или полигон на снимке.

5. Чтобы обозначить конец ломаной, дважды щелкните по нему левой клавишей мыши. Чтобы замкнуть полигон совместите конечную точку с начальной. Все вершины будут обозначены маркерами.

6. Переключитесь в режим отображения *Модель*, чтобы удостовериться, что фигура автоматически построена в 3D пространстве.

7. Для уточнения положения фигуры выберите пункт *Отфильтровать по фигуре* в контекстном меню снимка. При этом фигура должна быть активна (для этого дважды щелкните по ней левой клавишей мыши).

8. Просмотрите и, если необходимо, отредактируйте положение вершин на всех снимках, содержащих активную фигуру. Положение фигуры в трехмерном пространстве модели будет пересчитано автоматически.

Созданную фигуру можно редактировать при помощи команд контекстного меню *Добавить вершину* и *Удалить вершину*. Команда *Удалить вершину* доступна только из контекстного меню вершины. Чтобы открыть контекстное меню вершины, двойным щелчком левой клавиши мыши выберите фигуру, а затем также двойным щелчком выберите вершину, принадлежащую выбранной фигуре. Для того чтобы изменить положение вершины, перетащите ее в нужное место при помощи курсора.

При помощи фигур можно производить измерения расстояний как на ЦММ, так и на трехмерной модели, а также определять координаты, измерять площадь поверхности и объем на трехмерной модели. Подробная информация приведена в разделе «Проведение измерений на модели», «Проведение измерений на ЦММ».

Фигуры, добавленные в определенный блок проекта, могут быть организованы в слои. Первый слой создается автоматически, после добавления первой фигуры в папку Фигуры (доступна из дерева проекта). Этот слой служит фоном и называется No Layer. Изначально все фигуры хранятся в этом слое по умолчанию.

Для создания нового слоя используется команда *Новый слой фигур* контекстного меню папки *Фигуры* на вкладке *Проект*. Любой слой может быть использован по умолчанию при помощи команды *Использовать по умолчанию*, доступной из контекстного меню имени слоя на вкладке *Проект*. Имя слоя также может быть задано в контекстном меню.

Команда *Экспорт слоев...*, доступная из контекстного меню слоя, позволяет сохранить фигуры в данном слое в одном из поддерживаемых форматов: shp, dxf, kml, kmz, GeoJSON.

Фигура может быть перемещена в конкретный слой при помощи команды *Свойства...* в контекстном меню фигуры на вкладке *Модель*/*Орто*.

# Свойства фигур

Metashape позволяет задать стиль для слоя с фигурами: для слоя можно указать имя, прозрачность, цвет границы, цвет заполнения и стиль заливки (для полигонов). Редактирование таблицы атрибутов доступно в диалоге свойств фигуры.

### Примечание

- Стиль заливки для полигонов отображается только в режиме просмотра *Орто*.

### Для задания свойств фигуры

1. Нажмите правой кнопкой мыши на выделенной фигуре в основном окне программы в режиме просмотра *Модель*, *Орто* или *Снимок*.
2. В появившемся контекстном меню выберите пункт *Свойства...*.
3. Добавьте фигуру в один из слоев из списка или создайте новый слой, воспользовавшись кнопкой *Добавить слой*.
4. Заполните таблицу атрибутов для фигуры.
5. Подтвердите изменения, нажав кнопку *OK*.

Metashape позволяет изменять стиль для слоя фигур через панель *Свойства*, которая вызывается одноименной командой из меню *Вид*. На панели *Свойства* для каждой выбранной фигуры отображаются ее атрибуты: название, описание и слой. Для редактирования стиля слоя для конкретной фигуры следует вызвать диалог свойств слоя, дважды щелкнув в колонке *Значение* в строке *Слой* и нажав кнопку *Редактировать слой*. Параметры стиля слоя можно изменить в появившемся диалоговом окне *Свойства слоя фигур*.

# Редактирование линий пореза ортофотоплана

Metashape позволяет адаптировать процедуру построения ортофотоплана в зависимости от исходных данных и решаемых задач. В некоторых случаях на ортофотоплане могут присутствовать артефакты, возникающие при съемке движущихся объектов. Схожие проблемы могут возникать при съемке под углом территории, на которой присутствуют высотные здания, или при съемке фасада по касательной. Для устранения упомянутых дефектов визуализации ортофотоплана, в Metashape реализован инструмент редактирования линий пореза, который позволяет выбрать снимок или снимки для текстурирования обозначенных пользователем участков ортофотоплана. Таким образом ортофотоплан может быть откорректирован в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Автоматические линии пореза можно просмотреть на вкладке *Орто*. Для этого необходимо нажать кнопку *Показать линии пореза* на панели инструментов.

### Для редактирования линий пореза

1. Нарисуйте полигон на поверхности ортофотоплана при помощи инструмента *Нарисовать полигон* в той области, на которой требуется редактирование.
2. В контекстном меню выделенного полигона выберите команду *Назначить снимки...*.
3. В диалоговом окне *Назначить снимки* выберите снимок, который будет использовано для текстурирования ортофотоплана внутри полигона. Результат выбора того или

иного снимка можно оценить на ортофотоплане в окне *Орто*. Для подтверждения выбора нажмите *OK*.

4. На панели инструментов вкладки *Орто* нажмите кнопку *Обновить ортофотоплан*, чтобы применить изменения.

В случае если в диалоговом окне *Назначить снимки* в поле *Разрешить множественное выделение* стоит галочка, то можно выбрать несколько снимков для смешения текстуры внутри выделенного полигона. При этом предварительный просмотр ортофотоплана с изменениями невозможен. Для того чтобы применить изменения и просмотреть результат необходимо нажать кнопку *Обновить ортофотоплан* на панели инструментов вкладки *Орто*. Пока изменения не применены, пространство внутри полигона штрихуется синими линиями, чтобы показать, что изменения ждут подтверждения пользователя. Режим смешивания мозаики, выбранный на этапе построения ортофотоплана будет применен при редактировании.

В диалоговом окне *Назначить снимки* также можно исключить те или иные снимки из смешивания текстуры для выделенного участка ортофотоплана. Для этого отметьте галочкой поле *Исключить выбранные снимки*. Заметим, что в этом случае в полигоне отображается снимок, который будет исключен, просмотр результата исключения снимков доступен только после применения изменений. Нажмите кнопку *Обновить ортофотоплан* на панели инструментов вкладки *Орто*, чтобы применить изменения.

# Редактирование текстуры

## Удаление освещения

Metashape позволяет удалять освещенность текстуры автоматически. Как правило, удаление теней и восстановление нейтрального освещения при сохранении текстурных особенностей невозможно - по крайней мере, из-за неоднозначности между темной текстурой, создаваемой тенями на поверхности, и темной текстурой, создаваемой темными областями поверхности. Но, как показывает практика, поиск, основанный на некоторых предположениях, может дать хорошие результаты.

Инструмент удаления освещения сглаживает темные и светлые стороны объектной модели и может добавлять освещенности поверхностям, которые оказались слишком темными по отношению к глобальному освещению поверхности.

1. Откройте проект с текстурированной моделью. Если необходимо отредактировать модель из внешнего источника, создайте пустой проект или добавьте новый блок, выбрав команду *Добавить блок* на вкладке *Проект*, а затем импортируйте текстурированную модель, используя команду *Импорт модели...* в меню *Файл - Импорт*.

2. Создайте копию модели, чтобы иметь возможность сравнить отредактированную текстуру с оригинальной. Используйте функцию *Создать копию* в контекстном меню трехмерной модели на вкладке *Проект*.

3. В меню *Инструменты*, подменю *Модель* выберите команду *Удалить освещение*.

4. В окне настроек *Удалить освещение* выберите необходимые типы параметров. Включены следующие параметры: цветовой режим, пресет и карта окружающей окклюзии. После нажмите *OK*.

**Цветовой режим**

Доступны два типа цветового режима: Однотонный и Многоцветный. Используйте Однотонный, если модель однородная, и Многоцветный, если поверхность представляет собой комбинацию цветов.

**Пресет**

Предварительно настраивает расширенные параметры для некоторых особых случаев.

**Агрессивный (для камней)**

Предназначен для удаления освещения горной местности, но иногда его применение может привести к появлению артефактов.

**Карта окружающей окклюзии**

Metashape позволяет загружать карту окружающей окклюзии, что делает возможным восстановление глобального освещения темных участков модели.

# Изменение размера текстуры

Metashape позволяет изменять размер текстурного атласа.

1. В меню *Инструменты*, подменю *Модель* выберите команду *Изменить размер текстуры*.

2. В окне настроек *Изменить размер текстуры* задайте размер карты цветов в пикселях и нажмите *OK*.

**Размер карты цветов (пикс)**

Указав желаемый размер параметра можно уменьшить или увеличить текстурный атлас для модели.

# Глава 7. Автоматизация

## Использование блоков

При работе с типовыми наборами данных рутинные этапы обработки могут быть в значительной степени автоматизированы. Функция пакетной обработки в Metashape позволяет выполнять несколько этапов обработки один за одним. При этом участие пользователя может быть сведено к минимуму благодаря концепции многоблочных проектов, где каждый блок содержит один типовой набор данных. В проектах с несколькими блоками, содержащими схожие данные, каждая операция, включенная в сценарий пакетной обработки, производится последовательно для каждого выделенного блока, что позволяет обрабатывать несколько наборов данных по очереди.

Кроме того, концепция многоблочных проектов может быть полезна в тех случаях, когда сложно или даже невозможно построить трехмерную модель поверхности за один раз. Например, если общее количество снимков слишком большое для одновременной обработки. Metashape позволяет разделить набор снимков на несколько отдельных блоков внутри проекта. Этапы выравнивание снимков, построение плотного облака, ортофотоплана и трехмерной модели, а также построение текстурного атласа будут выполняться для каждого блока в отдельности, после чего блоки со всеми результатами построения могут быть обеднены.

Работа с блоками не сложнее обычной работы с Metashape. Любой проект Metashape содержит в себе как минимум один блок, для которого выполняются все операции построения трехмерной модели из набора снимков.

Все, что следует дополнительно знать о работе с блоками: как создавать новые блоки и как совмещать результирующие данные из разных блоков в одно целое.

## Создание блоков

Для того чтобы создать новый блок, нажмите на кнопку *Добавить блок* на панели *Проект* или выберите команду *Добавить блок* из контекстного меню панели *Проект* (доступно при щелчке правой клавишей мыши на корневом элементе панели *Проект*).

В новый блок, после его создания, можно загружать снимки, выравнивать их, строить плотное облако, строить геометрию модели, создавать текстурный атлас, экспортировать модели и т. д. Модели в разных блоках никак не связаны друг с другом.

Список всех блоков в текущем проекте отображается на панели *Проект*, статус блоков отображается в виде следующих меток:

**R (Привязан)**
Уведомляет о том, что 3D модель в блоке привязана. Также эта метка появляется, когда два или более блоков выровнены относительно друг друга. Подробнее о привязке модели см. раздел «Задание системы координат».

**S (Масштабирован)**
Уведомляет о том, что для масштабирования 3D модели в блоке использовались только данные масштабных линеек, а данные о системе координат отсутствуют. Подробнее о создании масштабных линеек см. раздел «Оптимизация».

**T (Трансформирован)**

Указывает, что 3D-модель была изменена вручную с помощью по крайней мере одного из следующих инструментов: Повернуть объект, Переместить объект или Масштабировать объект.

Для переноса снимков из одного блока в другой просто выберите необходимые снимки из списка на панели *Проект*, после чего перетащите их при помощи зажатой левой кнопки мыши в целевой блок.

### Примечание

- Блок может содержать несколько экземпляров одного и того же объекта (облако точек, полигональная модель и т.д.).

# Работа с блоками

Все операции с отдельным блоком выполняются в обычной последовательности работы с Metashape: загрузка снимков, выравнивание снимков, построение плотного облака, построение модели, построение текстурного атласа, экспорт 3D модели и т. д.

Обратите внимание, что все эти операции применяются к активному блоку. Создание нового блока автоматически активирует его. Операция сохранения проекта сохраняет состояние и содержание всех блоков. Для сохранения выделенных блоков в отдельном проекте используется команда *Сохранить блоки* в контекстном меню блоков.

### Для смены активного блока

1. Щелкните правой кнопкой мыши на названии блока на панели *Проект*.
2. Выберите в появившемся контекстном меню пункт *Выбрать активным*.

### Для удаления блока

1. Щелкните правой кнопкой мыши на названии блока в поле *Проект*.
2. Выберите в появившемся контекстном меню пункт *Удалить блоки*.

Чтобы изменить порядок блоков в списке на панели *Проект*, просто перетащите их.

# Выравнивание блоков

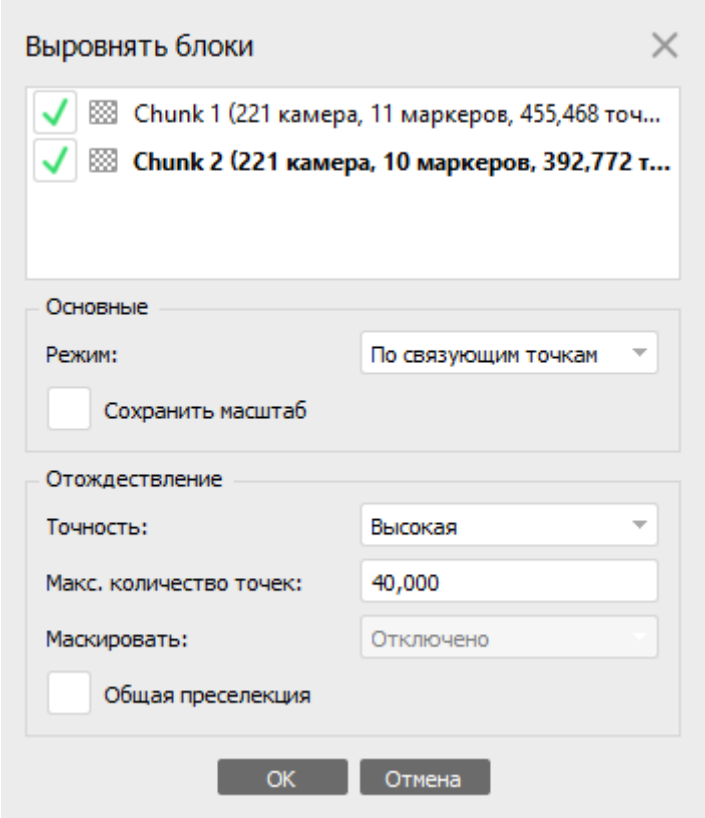
Модели, построенные в отдельных блоках, могут быть объединены в одну. Для этого необходимо предварительно выровнять блоки.

### Для выравнивания нескольких блоков

1. В меню *Обработка* выберите пункт *Выровнять блоки*.
2. В диалоговом окне *Выровнять блоки* выберите блоки, которые необходимо выровнять; двойным щелчком мыши укажите опорный блок (блок, положение которого меняться не будет). Выберите необходимые значения параметров. Нажмите кнопку *OK*.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку *Отмена*.

## Параметры выравнивания блоков




Диалоговое окно "Выровнять блоки"

В диалоговом окне *Выровнять блоки* необходимо задать параметры выравнивания, приведенные ниже.

**Способ**

Определяет метод выравнивания. При способе *По связующим точкам* блоки выравниваются в соответствии с результатами отождествления снимков из разных блоков. При способе *По маркерам* в качестве общих точек снимков из разных блоков используются маркеры. Подробнее об использовании маркеров можно прочитать в разделе «Задание системы координат». Способ *По камерам* используется для выравнивания блоков по рассчитанным положениям центров фотографирования. Снимки, соответствующие одинаковым позициям съемки в выравниваемых блоках, должны иметь одинаковые названия.

**Точность (доступен только для способа *По связующим точкам*)**

Значение этого параметра *Высокая* позволяет получить наиболее точное выравнивание блоков. Значение *Низкая* может использоваться для получение грубого выравнивания в более короткий срок.

**Максимальное количество точек (Доступен только при выравнивании по связующим точкам)**

Обозначает верхний предел количества связующих точек на каждом снимке, используемых в процессе выравнивания блоков.

**Сохранить масштаб**

Эта функция применима в том случае, если масштабы моделей в разных блоках были точно заданы и должны оставаться неизменными в процессе выравнивания блоков.

**Предварительный выбор пар снимков (доступен только для способа *По связующим точкам*)**

Процесс выравнивания большого количества блоков может занять долгое время. Значительная часть этого времени тратится на поиск соответствующих элементов на снимках. *Предварительный выбор пар снимков* может ускорить этот процесс благодаря выделению поднабора пар снимков, для которых будет произведено отождествление.

**Маскировать: использовать маску для фильтрации точек (доступен только в режиме *По связующим точкам*)**

При включении этой опции соответствующие точки, обнаруженные в области снимка под маской, не учитываются. Если выбран параметр *Маскировать характерные точки*, то замаскированные области исключаются из процедуры отождествления для конкретных снимков, на которых применена маска. При этом, если эта же область не закрыта маской на других снимках, то будет выполнено отождествление точек в этой области. Опция *Маскировать связующие точки* означает, что определенные связующие точки исключаются из процедуры выравнивания. Фактически это означает, что если некоторая область маскируется по крайней мере на одном снимке, соответствующие характерные точки на остальных снимках, на которые попадает данная область, также будут игнорироваться во время процедуры выравнивания (связующая точка - это результат отождествления характерных точек, которые были выявлены как проекции одной и той же трехмерной точки на разных снимках). Это может быть полезно для исключения фона в сценарии съемки с поворотным столом только с одной маской. Подробнее об использовании масок можно прочесть в разделе «Использование масок».

### Примечание

- Операция выравнивания блоков может быть произведена только для предварительно выровненных снимков.
- Нет необходимости выравнивать блоки с географической привязкой, так как они уже находятся в одной системе координат.

# Объединение нескольких блоков

После того как произведено выравнивание блоков, их можно объединить в один.

### Примечание

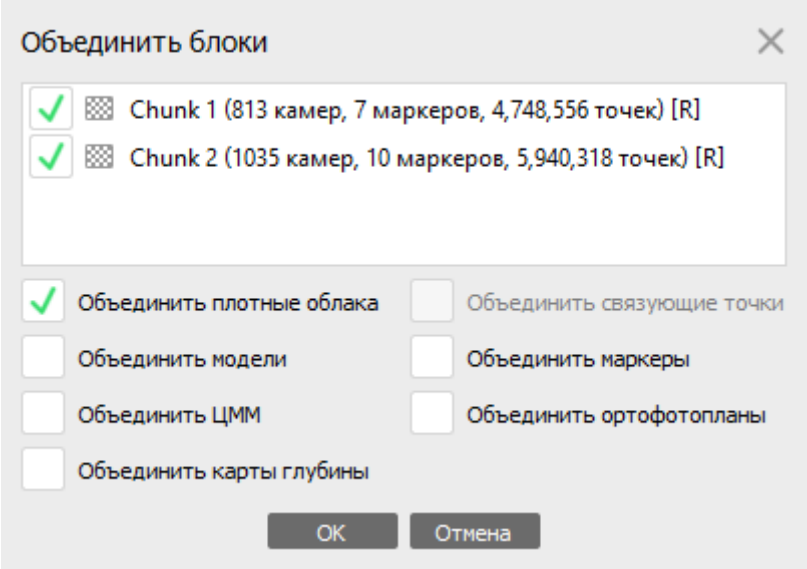
- Для большей точности результатов рекомендуется производить обработку у одном блоке. Метод разбивки на блоки с последующим их объединением должен использоваться только в тех случаях, когда это необходимо.

## Для объединения блоков

1. В меню *Обработка* выберите пункт *Объединить блоки*.
2. В диалоговом окне *Объединение блоков* выберите блоки, подлежащие объединению, и необходимые значения параметров. Нажмите кнопку *OK*.

3. Metashape объединит блоки в один. Результирующий блок появится в списке содержимого проекта на панели *Проект*.

## Параметры объединения блоков




Диалоговое окно "Объединение блоков"

Следующие параметры определяют процедуру объединения блоков. Их значения можно задать в диалоговом окне *Объединить блоки*.

**Объединить связующие точки**
Задает объединение проекций связующих точек для соответствующих объектов. Поскольку операция объединения связующих точек предполагает повторное отождествление объектов из разных блоков, операция может занять много времени. Поэтому рекомендуется отключить объединение связующих точек, если это не требуется.

**Объединить плотные облака**
Задает объединение плотных облаков из выбранных блоков.

**Объединить модели**
Задает объединение моделей из выбранных блоков.

**Объединить ЦММ**
Задает объединение цифровых моделей местности из выбранных блоков.

**Объединить маркеры**
Задает объединение маркеров из выбранных блоков (только маркеры с одинаковыми названиями будут объединены).

**Объединить ортофотопланы**
Задает объединение ортофотопланов из выбранных блоков.

**Объединить карты глубины**
Задает объединение карты глубины из выбранных блоков.

Результат объединения блоков (т. е. снимки, облако точек, цифровые модели местности, ортофотопланы и геометрия модели) сохраняется в новом блоке, с которым можно продолжить работу как с обычным блоком.

### Примечание

- Операции объединения плотных облаков, цифровых моделей местности, ортофотопланов и полигональных моделей будут применяться только к активным элементам. Отключенные (неактивные) элементы не будут переданы объединенному блоку.

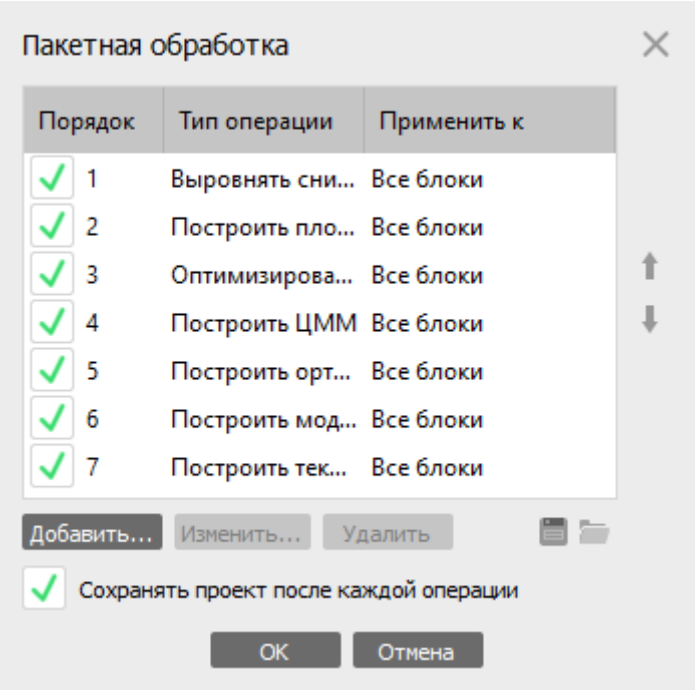
# Пакетная обработка

Metashape позволяет применять различные этапы обработки к нескольким блокам в автоматическом режиме. Это особенно полезно при работе с большим количеством блоков.

Пакетная обработка может быть применена ко всем блокам на панели *Проект*, только к необработанным блокам, или к блокам, выбранным пользователем. Каждая операция, выбранная в диалоговом окне *Пакетная обработка*, сперва применяется к каждому выделенному блоку, после этого выполняется следующая операция.

| | | |
|---|---|---|
| Выровнять снимки | Выровнять/Объединить блоки | Сохранить/Загрузить проект |
| Оптимизировать выравнивание | Упростить модель | Экспортировать/ Импортировать камеры |
| Построить плотное облако | Сгладить модель | Экспортировать облака точек |
| Построить модель | Заполнить отверстия | Экспортировать модель |
| Построить текстуру | Рассчитать коррекцию цветов | Экспортировать текстуру |
| Построить тайловую модель | Удалить освещение | Экспортировать тайловую модель |
| Построить ЦММ | Классифицировать точки рельефа | Экспортировать ЦММ |
| Построить ортофотоплан | Импортировать фигуры | Экспортировать ортофотоплан |
| Уточнить модель | Импортировать маски | Сбросить область реконструкции |
| Дискретизация поверхности | Создать маски | Преобразовать снимки |
| Найти маркеры | Найти координатные метки | Выполнить скрипт |
| Создать отчет | Рассчитать цвета точек / Рассчитать цвета вершин | |

### Для запуска пакетной обработки




Диалоговое окно "Пакетная обработка"

1. В меню *Обработка* выберите пункт *Пакетная обработка...*

2. Нажмите кнопку *Добавить...* для добавления необходимой операции обработки.

3. В диалоговом окне *Добавить операцию* выберите тип операции, которую необходимо выполнить, список блоков, к которым ее следует применить, и подходящие параметры обработки. Нажмите кнопку *OK*.

4. Повторите предыдущие шаги, чтобы добавить другие операции, в случае необходимости.

5. При необходимости измените порядок выполнения задач с помощью стрелок Вверх и Вниз справа от списка задач в диалоговом окне *Пакетная обработка...*

6. Нажмите кнопку *OK* для запуска пакетной обработки.

7. В диалоговом окне будет отображаться список и статус запланированных задач, а также ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку *Отмена*.

Если пакетная обработка для нескольких блоков включает функции импорта/экспорта, предлагается использовать следующие команды в строке Путь процедур импорта/экспорта:

- *{filename}* - имя файла (без расширения),
- *{fileext}* - расширение файла,
- *{camera}* - имя снимка,
- *{frame}* - индекс кадра,

- *{chunklabel}* - название блока,
- *{imagefolder}* - папка, содержащая снимки в активном блоке,
- *{projectfolder}* - путь к папке текущего проекта,
- *{projectname}* - название текущего проекта.
- *{projectpath}* - абсолютный путь к текущему проекту.

Список задач для пакетной обработки может быть экспортирован в файле формата XML при помощи кнопки *Сохранить* диалогового окна *Пакетная обработка* и импортирован в другой проект при помощи кнопки *Открыть*.

# 4D обработка

## Обзор

Данные, полученные, когда объект съемки движется, а его движение отслеживается статическими синхронизированными камерами, могут быть обработаны в Metashape благодаря концепции многокадровых блоков. При этом кадры, сделанные в различные моменты времени, должны быть загружены для каждого положения камеры, и сформированы в многокадровый блок. Стоит отметить, что это лишь частный случай работы с блоками, так как обычные блоки также являются многокадровыми, но с единственным загруженным кадром. Навигация по последовательности файлов осуществляется с помощью панели *Шкала времени*.

Для обработки снимков в отдельные моменты времени могут быть использованы обычные (не многокадровые) блоки, однако использование многокадрового блока дает следующие дополнительные преимущества:

- Системы координат для отдельных кадров согласованы между собой. Выравнивание блоков между собой после индивидуальной обработки не требуется.
- Каждый этап обработки может быть применен ко всей последовательности либо к заданному пользователем интервалу. Таким образом, не требуется использование пакетной обработки, что упрощает схему работы.
- Точность выравнивания снимков выше благодаря совместному использованию снимков всей последовательности кадров.
- Маркеры могут автоматически отслеживаться по всей последовательности.
- Навигация по последовательности кадров проста и интуитивно понятна.

Многокадровые блоки могут эффективно применяться (с некоторыми ограничениями) для обработки неупорядоченных наборов снимков одного и того же объекта, при условии, что камеры остаются неподвижными на протяжении всей последовательности.

## Работа с многокадровыми блоками

Многокадровое представление задается в момент добавления снимков в блок. Оно будет отражать организацию хранения файлов изображений. Таким образом, заранее

необходимо организовать хранение данных на диске соответствующим образом. Metashape поддерживает следующие формы организации данных:

a. Все кадры соответствующие определенным камерам хранятся в отдельных подпапках. Число подпапок соответствует числу камер.

b. Соответствующие кадры для всех камер хранятся в отдельных подпапках. Число подпапок соответствует количеству кадров в последовательности.

c. Все кадры для соответствующей камеры хранятся в отдельном многостраничном файле изображения. Число многостраничных файлов соответствует количеству камер.

d. Соответствующие кадры для всех камер хранятся в отдельном многостраничном файле изображения. Число многостраничных файлов соответствует количеству кадров в последовательности.

После того, как данные организованы правильным образом, они могут быть загружены в Metashape в виде многокадрового блока. Точная процедура будет зависеть от того, использован ли вариант с подпапками (варианты *a* и *b*), либо вариант с многостраничными изображениями (варианты *c* и *d*).

## Для создания многокадрового блока на основе подпапок

1. В меню *Обработка* выберите пункт *Добавить папку...*

2. В диалоговом окне *Добавить папку* укажите корневую папку, которая содержит подпапки с изображениями. Нажмите кнопку *Выбор папки*.

3. В диалоговом окне *Добавить снимки* выберите подходящую структуру данных. Для варианта *a* выберите пункт *Создать многокадровые камеры используя папки как камеры*. Для варианта *b* выберите пункт *Создать многокадровые камеры используя папки как кадры*.

4. Созданный многокадровый блок появится на панели *Проект*.

## Для создания многокадрового блока на основе многостраничных файлов изображений

1. В меню *Обработка* выберите пункт *Добавить снимки...* или нажмите кнопку *Добавить снимки* на панели *Проект*.

2. В диалоговом окне *Добавить снимки* выберите папку с необходимыми снимками и укажите конкретные файлы. Нажмите кнопку *Открыть*.

3. В диалоговом окне *Добавить снимки* выберите подходящую структуру данных. Для варианта *c* выберите пункт *Создать многокадровый блок из каждой папки используя файлы как камеры*. Для варианта *d* выберите пункт *Создать многокадровый блок из каждой папки используя файлы как кадры*.

4. Созданный многокадровый блок появится на панели *Проект*.

Рекомендуется проверить загруженные последовательности кадров на наличие ошибочных данных. Просмотр кадров осуществляется на панели *Снимки*, а прокрутка кадров производится на панели *Шкала времени*.

При необходимости кадры можно разделить и обработать отдельно, для этого используется команда *Разделить кадры...* из контекстного меню блока.

Кадры из одного блока могут быть добавлены в другой блок, для этого используется команда *Добавить* > *Добавить кадры* в контекстном меню активного блока. В диалоговом окне *Добавить кадры* выберите блок, из которого нужно добавить кадры, и нажмите кнопку *OK*.

Созданный многокадровый блок может быть обработан как обычные блоки. Для многокадровых блоков в диалоговых окнах обработки будут доступны дополнительные параметры, позволяющие выбрать диапазон предназначенных для обработки кадров.

# Отслеживание маркеров

В Metashape реализован автоматический поиск проекций маркеров на всех кадрах одной последовательности, при этом положение объекта на соседних кадрах не должно значительно изменяться. Автоматизация в этом случае позволяет упростить расстановку маркеров на двигающемся объекте, особенно при большом числе кадров.

### Для отслеживания маркеров в пределах последовательности кадров

1. Отмотайте кадры к началу с помощью слайдера на панели *Шкала времени*. Добавьте маркеры на изображения первого кадра (см. раздел «Задание системы координат»).

2. Выберите пункт *Проследить маркеры...* в меню *Инструменты*.

3. При необходимости укажите индексы начального и конечного кадров, для которых будет произведена процедура отслеживания маркеров. Значения по умолчанию соответствуют текущему кадру и конечному кадру последовательности. Нажмите кнопку *OK* для запуска процедуры.

4. Проверьте автоматически найденные положения маркеров. Такие маркеры будут отмечены значком . В случае ошибки, скорректируйте неправильное положение маркера на кадре и запустите процедуру отслеживания маркеров еще раз начиная с кадра, на котором произошел сбой. Как только положение маркера скорректировано пользователем, значок маркера изменится на

5. Запустите процедуру отслеживания маркеров повторно, используя команду *Проследить маркеры...*

### Примечание

- Если индекс завершающего кадра меньше индекса стартового кадра, отслеживание будет произведено в обратном направлении.

- Автоматическое отслеживание маркеров скорее всего не будет работать при использовании структурированной подсветки, поскольку световой рисунок будет смещаться относительно движущейся поверхности объекта.

# Сценарии на Python

Metashape поддерживает интерфейс программирования приложений (API) на Python, используя движок Python 3.8.

Команды и скрипты Python могут исполняться внутри Metashape одним из следующих способов:

- Панель Metashape *Консоль* может использоваться как стандартная консоль Python;
- Запуск скрипта Python осуществляется по нажатию кнопки *Выполнить скрипт...* на панели *Консоль* или из меню *Инструменты* - пункт *Выполнить скрипт...*
- Из командной строки, используя аргумент *-r*.

  Операционная система Windows:
  **metashape.exe -r <имя_скрипта.py>**

  Операционная система Linux:
  **./metashape.sh -r <имя_скрипта.py>**

  Операционная система macOS:
  **./MetashapePro.app/Contents/MacOS/MetashapePro -r <имя_скрипта.py>**
- Из папки автоматического запуска.
  Для Windows: C:/Users/<user>/AppData/Local/Agisoft/Metashape Pro/scripts/

  Для Linux: /home/<user>/.local/share/Agisoft/Metashape Pro/scripts/

  Для macOS: /Users/<user>/Library/Application Support/Agisoft/Metashape Pro/scripts/

  Для всех OS (для всех пользователей): <installation folder>/scripts/

Более детальная информация относительно функциональности Metashape, доступной по средством скриптов Python, представлена на официальной странице Agisoft в документе Python API Reference (http://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/).

Коллекция примеров скриптов на Python доступна в репозитории Agisoft на GitHub: https://github.com/agisoft-llc/metashape-scripts.

## Автономный модуль Python

Для работы с Metashape может использоваться автономный модуль Python 3.

### Для настройки среды разработки:

1. Скачайте модуль Python 3 для используемой операционной системы с сайта Agisoft: https://www.agisoft.com/downloads/installer/
2. Установите модуль Metashape Python 3.
3. Импортируйте модуль Metashape Python 3 и начните работу с ввода команды:

   import Metashape

# Использование Java API

Metashape поддерживает Java API, что позволяет при помощи языка программирования Java интегрировать возможности фотограмметрической обработки данных в другие

приложения. Java API представляет собой отдельную библиотеку, которая доступна для загрузки на сайте Agisoft в разделе Downloads.

### Для настройки среды разработки

1. Загрузите Metashape Java API с сайта Agisoft: https://www.agisoft.com/downloads/installer/
2. Распакуйте загруженный архив и скопируйте папки libs и jniLibs в папку с проектом.
3. Добавьте jars из папки libs в classpath проекта.

**Важно**

Система сбора мусора Java может освобождать пространство памяти, занятое объектами Metashape, с задержкой, так как объем памяти, потребляемой нативными объектами, остается неизвестным. Для предотвращения чрезмерного потребления памяти рекомендуется вызвать метод delete() вручную для каждого объекта, полученного при помощи Metashape Java API, после того как он больше не нужен.

Детальная информация о функциональности Metashape Java API доступна в javadoc, включенном в пакет установки. Примеры доступны для ознакомления в папке samples, также включенной в пакет установки.

# Глава 8. Распределенная обработка

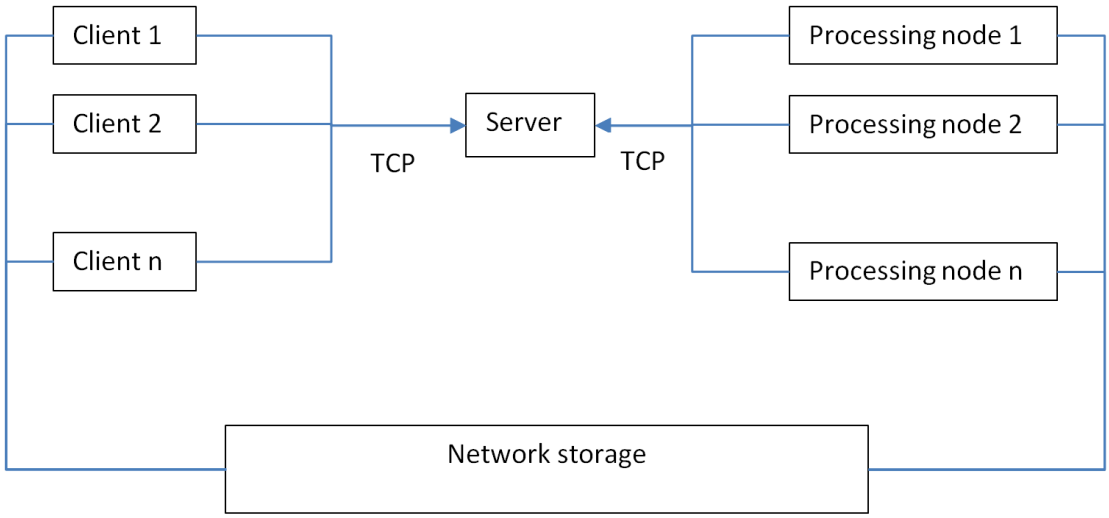
## Сетевая обработка

Agisoft Metashape может быть запущен на компьютерном кластере, состоящим из нескольких вычислительных узлов, соединенных по локальной сети. При этом задачи обработки будут автоматически распределяться между вычислительными узлами, что позволяет уменьшить необходимое время обработки за счет параллельного решения задач.

По умолчанию процесс обработки разделен между узлами по блокам или по кадрам (когда это возможно). Дополнительно может быть применено более тонкое разделение задач на этапах отождествления и выравнивания снимков, построения карт глубины и плотного облака точек, тайловой модели, ЦММ и ортофотопланов, а также при построении модели на основе карт глубины. При тонком разделении задач обработка индивидуальных блоков/кадров распределяется между несколькими вычислительными узлами.

Информация между вычислительными узлами, сервером и клиентами передается по средством TCP соединений. Для хранения исходных данных и промежуточных результатов обработки используется сетевое хранилище данных, доступное всем вычислительным узлам и клиентам.

## Компоненты кластера




### Сервер

Сервер координирует работу всех вычислительных узлов и поддерживает очередность задач для всех текущих проектов. Соединение клиентов с сервером, для создания новых задач или для мониторинга выполнения текущих, осуществляется через отдельный интерфейс.

Сервер не выполняет обработку, поэтому может быть запущен на компьютере с низкой производительностью. Корректная работа сервера имеет определяющее значение для работы кластера, поэтому рекомендуется обеспечить бесперебойную работу сервера.

Сервер принимает TCP соединения от вычислительных узлов и от клиентов через два отдельных интерфейса, которые могут соединяться с различными интерфейсами локальной сети, если это необходимо. Сервер не инициирует TCP соединения. Для дополнительной гарантии бесперебойной работы сервера, пользователь может подключить к основному несколько ведомых серверов.

## Вычислительные узлы

Вычислительные узлы производят расчеты и поэтому должны быть запущены на высокопроизводительных машинах. Каждый вычислительный узел соединяется с сервером при включении и находится в режиме ожидания до получения задания. Как только задание получено, узел начинает расчеты, информируя сервер о ходе выполнения задания. Результаты, по завершении процесса обработки, помещаются в общее хранилище данных, а информация о завершении процесса поступает на сервер. После этого вычислительный узел приступает к выполнению следующей задачи, как только таковая становится доступна.

Вычислительные узлы могут быть добавлены в кластер или исключены из него по мере необходимости. Аварийное завершение работы вычислительного узла в большинстве случаев не приводит к некорректной работе кластера. Тем не менее рекомендуется отключить Agisoft Network Monitor на вычислительных узлах перед их отключением от кластера.

## Клиенты

Клиенты могут подключаться к серверу для контроля за выполнением и статусом операций на кластере. Возможно ставить новые задачи обработки в ПО Agisoft Metashape на кластерной конфигурации клиента, в то время как для контроля работы кластера используется Agisoft Network Monitor. Несколько клиентов могут быть подключены к серверу одновременно.

# Настройка кластера

Перед началом работы убедитесь, что все вычислительные узлы и клиенты имеют доступ к сетевому хранилищу данных и используют для этого один абсолютный путь. То есть хранилище данных должно располагаться в одной и той же папке на всех узлах (Linux), или иметь одинаковый UNC сетевой путь (Windows). В случае если такая конфигурация невозможна (например, в случае кластера включающего узлы как Windows, так и Linux), рекомендуется задать префикс пути на каждом узле для компенсации различий.

## Запуск сервера

Рекомендуется использовать статический, а не динамический IP адрес для сервера. Этот же IP адрес необходим для каждого вычислительного узла и каждого клиента.

Обработка на сервере может быть инициирована по средством запуска Metashape со следующими аргументами командной строки:
**metashape --server --host <ip>[:port]**

**--server** параметр, указывающий, что Metashape должен быть запущен в режиме сервера.

**--host <hostname>[:port]** параметр, определяющий сетевой интерфейс, который будет использоваться для коммуникации с клиентами и вычислительными узлами. В случае если значение порта не указано, порт 5840 используется по умолчанию. Параметр host может

быть указан несколько раз, в этом случае сервер будет получать команды через несколько интерфейсов.

**--master <hostname>[:port]** параметр, который переключает сервер в подчиненный режим (slave), и запускает репликацию указанного главного сервера (master). В случае если значение порта не указано, порт 5840 используется по умолчанию.

Например:
**metashape --server --host 10.0.1.1**

В этом случае Metashape будет использовать интерфейс 10.0.1.1 для клиентов и вычислительных узлов с портами, назначенными по умолчанию.

## Запуск сетевых узлов

Для запуска вычислительного узла необходимо запустить Metashape со следующими аргументами командной строки:
**metashape --node --host <ip>[:port] [--root prefix]**

**--node** параметр, указывающий, что Metashape должен быть запущен в режиме вычислительного узла.

**--host <hostname>[:port]** параметр, указывающий IP сервера, к которому производится подключение. В случае если значение порта не указано, порт 5840 используется по умолчанию. Параметр host может быть указан несколько раз, в этом случае вычислительный узел будет автоматически подключаться к следующему серверу по списку, в случае если предыдущий становится недоступен. Данный параметр следует использовать при наличии подчиненных (slave) серверов.

**--root** параметр, который может использоваться для задания точки соединения с сетевым хранилищем или префикса пути в случае если путь различается в пределах сети.

**--priority <priority>** параметр, используемый для указания приоритета узла. Большее значение параметра указывает на больший приоритет.

**--capability {cpu, gpu, any}** параметр, определяющий для конкретно узла работу над задачами, использующими исключительно CPU, или исключительно GPU, или над любыми задачами.

**--gpu_mask <mask>** параметр, указывающий маску GPU для задач, поддерживающих обработку на GPU.

**--cpu_enable {0,1}** параметр, позволяющий подключить или отключить CPU для задач, поддерживающих обработку на GPU.

**--absolute_paths {0,1}** параметр, позволяющий задать абсолютные пути.

**--timestamp** параметр, позволяющий добавлять временные метки к выходным сообщениям.

**--auto-submit** параметр, позволяющий автоматически создавать отчет о сбое.

**--email <address>** параметр, указывающий адрес электронной почты для включения в отчеты о сбоях.

**--comment <text>** параметр, указывающий необязательный комментарий в отчете о сбоях.

Например:
**metashape --node --host 10.0.1.1 --root /mnt/datasets**

Данная команда запустит вычислительный узел с IP сервера 10.0.1.1 и значением порта 5840.

## Проверка статуса кластера

После запуска приложения Agisoft Network Monitor введите IP адрес сервера, используемый для клиентских соединений, в поле имя хоста (10.0.1.1 в примере). Укажите имя порта, если не использовано значение по умолчанию. Нажмите кнопку *Connect*.

В нижней части окна отображается список доступных узлов, подключенных к серверу. Необходимо удостовериться, что все запущенные вычислительные узлы перечислены. Agisoft Network Monitor для каждого узла позволяет изменить приоритет, нагрузку, включить/отключить использование CPU и GPU, а также приостановить/возобновить узел. Приоритет для задач также может быть изменен, а сами задачи могут быть приостановлены, возобновлены и прерваны через Agisoft Network Monitor.

В верхней части списка отображаются задачи, находящиеся в обработке в данный момент; задачи, выполнение которых завершено, удаляются из списка. Список задач будет пуст, если нет запущенных процессов обработки.

## Запуск сетевой обработки

1. Настройте Agisoft Metashape для сетевой обработки.

   Запустите Agisoft Metashape на любом компьютере, соединенным с кластером.

   В меню *Инструменты* откройте диалог *Настройки*. На вкладке *Сеть* убедитесь, что функция Включить сетевую обработку подключена и укажите IP адрес сервера, используемый для клиентских соединений в поле Имя хоста. Укажите Имя порта, если не использовано значение по умолчанию.

   При обработке однокадровых блоков с большим количеством снимков рекомендуется использовать Тонкое разделение задач для всех поддерживаемых операций (Отождествление, Выравнивание снимков, Построение карт глубины, Построение модели на основании карт глубины, Построение плотного облака точек, построение тайловой модели, Построение ЦММ, Построение ортофотоплана, Классификация облака точек). При обработке большого числа маленьких блоков или блоков с большим количеством кадров допускается отключить функцию Тонкое разделение задач. В этом случае каждый блок или кадр будет обрабатываться на отдельном вычислительном узле без какого-либо разделения задач.

   Нажмите кнопку *OK*.

2. Подготовка проекта для сетевой обработке.

   Откройте файл проекта, который будет в последствии обработан на кластере. Удостоверьтесь, что проект сохранен в формате Metashape Project (*.psx). Обработка проектов в формате Metashape Archive (*.psz) не поддерживается в режиме обработки на кластере.

   ВНИМАНИЕ! Необходимо удостовериться, что исходные снимки находятся в общем сетевом хранилище данных, а не на локальном компьютере, так как в противном случае вычислительные узлы не смогут загрузить снимки.

3. Начало обработки.

   Начните обработку, используя соответствующую команду из меню *Обработка* либо запустите последовательность комманд через опцию *Пакетная обработка*. Текущий ход выполнения будет отображаться в диалоговом окне сетевой обработки.

4. Ожидание завершения обработки.

   В случае необходимости (например, для работы над другими проектами) соединение с сервером можно прервать при помощи кнопки *Разъединить* в диалоговом окне *Сетевая обработка*. Обработка продолжится в фоновом режиме.

   Статус обработки после отсоединения от сервера можно проверить в соответствующем файле проекта .psx в сетевом хранилище. Кроме того, для просмотра статуса обработки всех текущих проектов может быть использован Agisoft Network Monitor.

5. Просмотр результатов обработки.

   После завершения обработки нажмите кнопку *Закрыть*, чтобы закрыть диалоговое окно *Обработка по сети*. Проект, содержащий результаты обработки, будет отображаться в окне Metashape.

# Администрирование кластера

## Добавление вычислительных узлов

Новые вычислительные узлы могут быть добавлены в кластер. Для этого необходимо запустить Agisoft Metashape на дополнительных компьютерах в режиме вычислительного узла, как описано в разделе Запуск сетевых узлов данной главы.

## Исключение вычислительных узлов

Прерывание работы или отсоединение вычислительного узла в процессе кластерной обработки небезопасно и может привести к порче проекта, если разрыв соединения производится на финальных стадиях обработки (при заключительном обновлении проекта). Не смотря на то, что вероятность данного сценария относительно мала, рекомендуется воздержаться от данной операции. Для безопасного отсоединения вычислительного узла от кластера необходимо сперва закончить обработку на этом узле при помощи Agisoft Network Monitor.

1. Запустите Agisoft Network Monitor. Убедитесь, что адрес IP сервера указан корректно и имя хоста прописано, и нажмите кнопку *Connect*.

2. Найдите вычислительный узел, работу которого необходимо приостановить, в списке узлов сети в нижней части окна. В меню узла выберите команду Пауза, чтобы остановить узел после того как он завершит текущую работу, или команду Стоп для немедленного прерывания обработки.

3. Дождитесь пока параметры Batch # и Progress для выбранного узла станут пустыми. Это означает, что узел закончил обработку. Статус узла должен быть Поставлен на паузу.

4. Теперь вычислительный узел можно безопасно отсоединить, закрыв Metashape.

## Использование запасных серверов

В случае неполадок на сервере и непредвиденной остановки его работы, очередь задач будет потеряна, и все незавершенные процессы необходимо будет начать с начала. Для того чтобы избежать подобной проблемы, рекомендуется настроить один или более подчиненных серверов, которые будут автоматически синхронизироваться с основным сервером. При неполадках на основном сервере, систему можно будет переключить на подчиненный и продолжить выполнение задач.

Пример кластера с запасным сервером:

**metashape --server --host 10.0.1.1**

**metashape --server --host 10.0.2.1 --master 10.0.1.1**

**metashape --node --host 10.0.1.1 --host 10.0.2.1 --root /mnt/datasets**

Эти команды запускают главный сервер в интерфейсе 10.0.1.1 и подчиненный сервер в интерфейсе 10.0.2.1. Кроме того, один из узлов будет следить за состоянием основного сервера по обоим адресам 10.0.1.1 и 10.0.2.1. В случае поломки основного сервера, этот узел автоматически подсоединится к подчиненному серверу, который продолжит работать над выполнением текущих задач.

### Важно

- В случае поломки основного сервера, подчиненный сервер не перейдет в режим работы основного сервера автоматически. Оператор может изменить статус одного из подчиненных серверов (перевести его в режим основного) при помощи команды *Reset Master Server* в меню *File* пакета Agisoft Network Monitor. Также оператору следует переподключить оставшиеся подчиненные сервера к новому основному серверу. В случае работы без участия оператора, эти операции могут быть заданы при помощи Python или Java API.
- Перед тем как назначить новый основной сервер, следует удостовериться, что исходный сервер отключен и не будет внезапно ре-активирован (что возможно, например, если в сети был временный сбой). Одновременное функционирование двух основных серверов приведет к прерыванию работы над проектом и дальнейшая обработка данных будет невозможна.

## Настройка сервера и вычислительных узлов в качестве сервиса Windows

Сервер и вычислительные узлы могут быть запущены в качестве сервиса Windows. В таком случае, кластер будет запускаться автоматически при запуске машины, без необходимости входа в учетную запись пользователя.

Следующие параметры используются в командной сроке для настройки сервиса Windows:

**--service {install,remove,start,stop}** используется для конфигурации сервиса Windows.

**--service-name <name>** дополнительный параметр, задающий имя сервиса Windows. Необходим, если на одном компьютере запущено несколько сервисов.

Например:

**metashape --service install --node --host 10.0.1.1 --root /mnt/datasets**

**metashape --service install --server --host 10.0.1.1**

**metashape --service start**

**metashape --service stop**

**metashape --service remove**

### Примечание

Эти команды требуют особых прав и должны быть выполнены из Командной строки администратора.

# Обработка в облаке

Agisoft Metashape предоставляет возможность облачной обработки, интегрированной в пользовательский интерфейс программы. Использование обработки в облаке позволяет экономить на создании аппаратной инфраструктуры, и одновременно получать высококачественные результаты для больших наборов данных.

## Запуск облачной обработки

Возможность облачной обработки доступна только тем владельцам лицензий Metashape, которые зарегистрировались на странице Agisoft Cloud: https://account.agisoft.com/. В учетной записи пользователя содержится информация о выбранном плане обслуживания, доступном объеме хранилища данных, доступном количестве часов обработки, проектах, загруженных в облако, счетах и личная информация. После регистрации учетной записи и выбора плана оплаты, следует указать данные учетной записи Agisoft Cloud на вкладке *Сеть* диалогового окна *Настройки* окна программы Metashape.

### Настройка обработки в облаке

1. В меню *Инструменты* откройте диалоговое окно *Настройки*.
2. Введите данные учетной записи Agisoft Cloud на вкладке *Сеть* в разделе *Облако*.
3. Включите опцию *Включить обработку в облаке*, и одновременно отключите опцию *Включить сетевую обработку*.
4. Нажмите кнопку *OK*, когда вся информация предоставлена.

Когда облачная обработка включена и выбранный план позволяет обрабатывать новые проекты, каждый раз при выполнении операции обработки Metashape будет запрашивать подтверждение, будет ли операция выполняться локально или в облаке. Если выбран вариант облачной обработки, данные проекта и соответствующие исходные снимки будут загружены/синхронизированы с данными в учетной записи пользователя в Agisoft Cloud. Для отслеживания процесса обработки можно использовать вкладку Проект в учетной записи пользователя.

Не отключайте Интернет и не выключайте компьютер во время процесса загрузки. Интернет может быть отключен, сразу после начала обработки, при этом параметры

обработки выставляются в соответствии с указаниями в интерфейсе программы и веб-интерфейсе учетной записи пользователя.

При обращении к локальному файлу проекта после завершения обработки в облаке, обновленные файлы проекта будут загружены из облака и синхронизированы с локальной копией.

# Загрузка данных из облака

### Для загрузки проекта из облака

1. В меню *Файл - Облако* выбрать команду*Скачать проект...*
2. Выберите нужный проект из списка.
3. Для начала скачивания проекта нажмите OK.

# Отображение результатов

Для того, чтобы проект можно было просматривать через веб-интерфейс, его следует предварительно опубликовать. В ходе публикации материалы проекта специальным образом трансформируются для 3D визуализации в веб-интерфейсе. Публикация возможна только для геопривязанных проектов в формате PSX. Каждая публикация занимает пространство хранения данных.

При первой обработке нового проекта в Agisoft Cloud, пользователь может в диалоговом окне *Запустить обработку в облаке* отметить галочкой опцию *Опубликовать результаты*. При выборе опции *Опубликовать результаты* при первом запуске обработки текущего проекта в Agisoft Cloud, все последующие результаты обработки для этого проекта будут автоматически опубликованы.

Кроме того, проект можно опубликовать через веб-интерфейс Agisoft Cloud. После публикации результаты обработки доступны по нажатию кнопки *View*.

Для того, чтобы отменить публикацию проекта (то есть приостановить возможность просмотра проекта через интернет) используйте кнопку *Unpublish* на странице проектов в персональном аккаунте. Кнопка *Unpublish* доступна только когда проект выбран из списка.

# Загрузка проекта в облако

При условии, что функция облачной обработки включена и должным образом настроена (правильные Email и пароль указаны на вкладке *Сеть* диалогового окна *Настройки*) в Metashape, то при каждом запуске обработки в облаке Agisoft Cloud будет выполняться процедура синхронизации, то есть все исходные данные и файлы проекта будут записываться в учетную запись в Agisoft Cloud.

Кроме того, загрузка данных в Agisoft Cloud возможна в ручном режиме из интерфейса Metashape (при этом не требуется запускать процесс обработки данных).

### Для загрузки проекта в облако

1. В меню *Файл - Облако* выберите команду *Загрузить проект...*
2. Нажмите кнопку *Yes* для подтверждения операции загрузки проекта.

# Скачивание данных из облака

### Для загрузки данных из облака

1. Откройте проект, для которого следует загрузить снимки, в окне Metashape.
2. В меню *Файл - Облако* выберите команду *Скачать снимки...*
3. В диалоговом окне *Скачать снимки* укажите путь к папке, куда необходимо сохранить снимки и выберите конкретные снимки из списка.
4. Для начала скачивания снимков нажмите OK.

### Примечание

- Обработка в облаке поддерживается только для проектов, сохраненных в формате Metashape Project (* .psx).
- Все файлы, относящиеся к определенному проекту, могут быть удалены (чтобы освободить доступное дисковое пространство) из учетной записи пользователя в веб-интерфейсе Agisoft Cloud.
- Некоторые операции не поддерживаются облачной обработкой (например, любые операции экспорта). Если задача *Пакетной обработки*, отправляемая в облако, включает такие операции, появится предупреждающее сообщение. Список задач пакетной обработки можно настроить перед отправкой в Agisoft Cloud.

# Предоставление доступа к проекту в облаке

Доступ к проекту в облаке Agisoft Cloud может быть предоставлен по ссылке или по электронной почте. По умолчанию статус проекта - приватный, то есть доступ к проекту есть только у владельца учетной записи. В приватном режиме пользователь может просматривать проект в веб-интерфейсе или загрузить проект для работы над ним локально в Metashape.

### Для предоставления доступа к проекту по ссылке

1. На странице просмотра проекта нажмите кнопку *Share* или выберите опцию *Share* из меню на странице *My Projects* (Мои проекты).
2. В появившемся окне *Share* из выпадающего списка выберите опцию *Anyone with the link can view*, скопируйте ссылку и закройте окно. Скопированную ссылку можно отправить адресату.

Пользователи, которым предоставлен доступ по ссылке, могут просматривать проект через веб-интерфейс, при этом им не нужно создавать собственную учетную запись в Agisoft Cloud.

Для предоставления доступа ограниченному кругу лиц можно использовать возможность доступа к опубликованным или не опубликованным проектам по электронной почте. Пользователи, чей адрес электронной почты включен в список для предоставления доступа к проекту, могут просматривать проект через веб-интерфейс или загружать копию проекта на локальный компьютер и просматривать через оно просмотра Metashape.

### Для предоставления доступа к проекту по электронной почте

1. На странице просмотра проекта нажмите кнопку *Share* или выберите опцию *Share* из меню на странице *My Projects* (Мои проекты).

2. В появившемся окне *Share* из выпадающего списка выберите опцию *Invited people can view and download*, добавьте адрес электронной почты пользователя, которому следует предоставить доступ к проекту и нажмите кнопку *Invite*. Закройте окно Share.

### Для возвращения проекту приватного статуса

1. На странице просмотра проекта нажмите кнопку *Share* или выберите опцию *Share* из меню на странице *My Projects* (Мои проекты).

2. В появившемся окне *Share* из меню проекта на странице *My Projects* выберите опцию *Turn off sharing*.

### Для того чтобы закрыть доступ к проекту для конкретного пользователя

1. На странице просмотра проекта нажмите кнопку *Share* или выберите опцию *Share* из меню на странице *My Projects* (Мои проекты).

2. В появившемся окне *Share* нажмите кнопку *Delete*, обозначенную крестом, напротив адреса электронной почты пользователя, которому нужно закрыть доступ к проекту. Закройте окно Share.

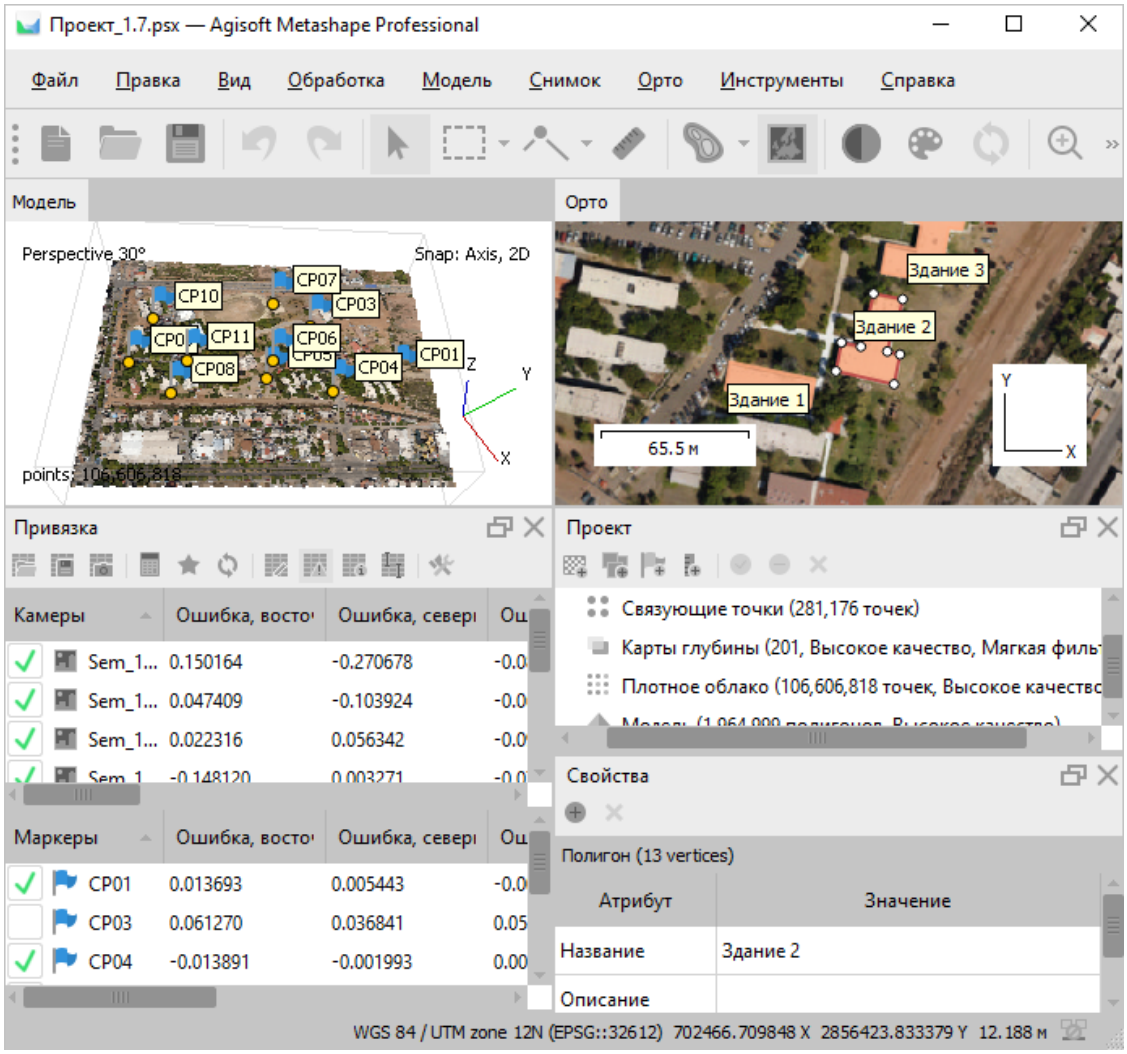
### Примечание

- Пользователи, у которых есть учетная запись в Agisoft Cloud, получат уведомление по электронной почте, а также получат доступ к просмотру проекта через веб-интерфейс, а также смогут загрузить копию проекта на локальный компьютер и просматривать его через оно просмотра Metashape.

- Пользователи, у которых нет учетной записи в Agisoft Cloud, получат по электронной почте приглашение создать собственную учетную запись и получить доступ к просмотру проекта.

# Приложение А. Графический интерфейс

## Окно приложения




Общий вид окна приложения

## Окно просмотра модели

Режим просмотра модели используется для визуализации трехмерных данных, а также для редактирования полигональной модели или облака точек. Вид модели зависит от текущей стадии обработки, для переключения в другой режим отображения используются соответствующие кнопки панели инструментов или опции меню *Вид*.

Модель может быть представлена в виде плотного облака точек (с классификацией или без нее) или как полигональная модель в текстурированном, затененном, сплошном виде или в виде каркаса. Помимо самой модели в режиме просмотра могут быть отображены

результаты выравнивания снимков (разреженное облако точек и положения центров фотографирования). Наконец, в окне просмотра модели может быть отображена тайловая текстурированная модель.

Metashape позволяет использовать следующие инструменты навигации при 3D просмотре:

| **Инструмент** | **Модификатор на клавиатуре** |
|---|---|
| Вращение | По умолчанию |
| Сдвиг | Зажатая клавиша **Ctrl** |
| Масштабирование | Зажатая клавиша **Shift** |

Все перечисленные инструменты доступны только в режиме навигации. Режим навигации включается с помощью кнопки *Навигация* на панели инструментов.

В Metashape реализованы два режима навигации: Режим объекта и Режим местности. Переключение между режимами навигации осуществляется из подменю *Режим навигации* в меню *Вид*. Режим объекта позволяет управлять вращением по трем осям, тогда как в Режиме местности навигация осуществляется с ограниченным вращением по двум осям, ось z закрепляется в вертикальном положении.

При навигации в Режиме объекта вращение при помощи мыши осуществляется с зажатой левой клавишей, нажатие на правую клавишу позволяет перемещать модель внутри окна просмотра. При навигации в Режиме местности функции клавиш мыши противоположные: правая клавиша позволяет вращать модель, левая - перемещать.

### Примечание

- Масштабирование модели осуществляется с помощью колесика мыши.

# Окно просмотра Орто

Окно просмотра *Орто* используется для отображения 2D результатов обработки, таких как ЦММ, ортофотоплан в полном разрешении, ортофотоплан окрашенный в соответствии с палитрой цветов рассчитанного индекса (NDVI и др.), а также фигуры и контурные линии. Переключение между режимом отображения ЦММ и ортофотоплана (при условии, что предварительно были построены как ЦММ, так и ортофотоплан) осуществляется при помощи кнопок на панели инструментов или двойным щелчком мыши по соответствующей иконке на панели *Проект*.

Ортофотоплан может отображаться как в исходных цветах снимков, так и в цветах палитры рассчитанного индекса растительности.

Дополнительные инструменты позволяют рисовать точки, ломаные и полигоны на ортофотоплане и/или ЦММ, что в свою очередь позволяет проводить соответствующие измерения в точке, по профилю, и рассчитывать объем. Также полигоны могут быть использованы как внешние или внутренние границы области экспорта. Использование полигональных фигур позволяет редактировать линии пореза ортофотоплана, что помогает избавиться от некоторых артефактов смешивания текстуры.

Переключение в режим просмотра *Орто* изменяет конфигурацию панели инструментов: появляются инструменты работы с 2D результатами обработки, а лишние кнопки скрываются.

# Окно просмотра снимка

Режим просмотра снимка используется для отображения отдельных снимков, загруженных в проект, а также соответствующих полупрозрачных карт глубины, маркеров, фигур и масок.

В режиме просмотра снимка можно расставлять маркеры, уточнять их проекции, рисовать фигуры и корректировать положения вершин фигур, рисовать маски на снимках. Кроме того, в режиме просмотра снимка можно отобразить остаточные ошибки для связующих точек и маркеров, при условии, что снимки были предварительно выровнены.

Режим просмотра снимка активируется только при открытии какого-либо снимка. Для открытия снимка в режиме просмотра необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на его названии на панели *Проект*, панели *Привязка* или на панели *Снимки*.

В случае если для многокамерной системы данные с нескольких сенсоров были назначены в один слой, то окно просмотра снимков будет вертикально разбито на соответствующее количество подкадров.

Переключение в режим просмотра снимков изменяет конфигурацию панели инструментов: появляются инструменты работы со снимками, а лишние кнопки скрываются.

# Панель Проект

На панели *Проект* отображаются все элементы текущего проекта. Эти элементы могут включать в себя:

- Список блоков проекта.
- Список камер и групп камер для отдельных блоков
- Список маркеров для отдельных блоков
- Список масштабных линеек для отдельных блоков
- Список слоев фигур для отдельных блоков
- Связующие точки для отдельных блоков
- Компоненты для отдельных блоков
- Карты глубины для отдельных блоков
- Плотное облако точек для отдельных блоков
- 3D модель для отдельных блоков
- Тайловая модель для отдельных блоков
- ЦММ для отдельных блоков
- Ортофотоплан для отдельных блоков

Расположенные на панели *Проект* кнопки позволяют:

- Добавлять блоки.
- Добавлять камеры.

- Добавлять маркеры.
- Создавать масштабные линейки
- Включать или отключать некоторые камеры или блоки для их использования на дальнейших стадиях обработки.
- Удалять элементы.

Каждый элемент списка связан с контекстным меню, позволяющим быстро обращаться к некоторым стандартным функциям.

# Панель Снимки

Панель *Снимки* позволяет отображать список снимков / масок / карт глубины для активного блока в виде эскизов.

Расположенные на панели *Снимки* кнопки позволяют:

- Включать или отключать некоторые снимки.
- Удалять снимки.
- Поворачивать выделенные снимки по/против часовой стрелки
- Сбрасывать текущий фильтр для снимков
- Переключаться между эскизами изображений, масок и карт глубины.
- Увеличивать / уменьшать размер эскизов или отображать детальную информацию о снимке, включая данные EXIF.

# Панель Консоль

Панель *Консоль* используется для:

- Отображения вспомогательной информации.
- Отображения сообщений об ошибках.
- Ввода команд на Python.

Расположенные на панели *Консоль* кнопки позволяют:

- Сохранить журнал (в HTML, XHTML или текстовом форматах).
- Очистить журнал.
- Выполнить скрипт Python.

# Панель Привязка

Панель *Привязка* используется для:

- Отображения и редактирования координат центров фотографирования(КЦФ) и / или маркеров.
- Отображения и редактирования длин масштабных линеек.

- Отображения и редактирования углов ориентации камер.
- Отображения расчетных ошибок.
- Отображения и редактирования параметров точности для КЦФ и маркеров, углов ориентации камер и длин масштабных линеек

Расположенные на панели *Привязка* кнопки позволяют:

- Импортировать / экспортировать координаты привязки.
- Конвертировать координаты привязки между различными системами координат.
- Оптимизировать выравнивание снимков и обновлять данные расчетов.
- Переключаться между исходными координатами, рассчитанными координатами и значениями ошибок.
- Выбирать систему координат и расчетную точность измерений через диалоговое окно *Параметры*.

# Панель свойств фигур

Панель *Свойства* используется для:

- Отображения и редактирования названий выбранных фигур
- Отображения и редактирования описаний для выбранных фигур
- Отображения и редактирования существующих атрибутов для выбранных фигур
- Добавления новых атрибутов для выбранных фигур
- Назначения слоя для выбранных фигур
- Редактирования названия и стиля слоя, назначенного для выбранных фигур

Расположенные на панели *Свойства* позволяют:

- Добавить атрибут
- Удалить атрибут

# Панель Очередь задач

Панель *Очередь задач* предназначена для:

- Контроля за состоянием обработки активных и фоновых проектов
- Организации очереди фоновой обработки
- Переключения между проектами

Расположенные на панели *Очередь задач* кнопки позволяют:

- Запустить / приостановить / отменить выбранные задачи
- Изменить порядок выполнения задач в очереди обработки
- Очистить историю задач обработки

### Примечание

- Для переключения между проектами, следует нажать правой кнопкой мыши по имени проекта.

# Панель Шкала времени

Панель *Шкала времени* используется для:

- Работы с многокадровыми блоками.

Расположенные на панели *Шкала времени* кнопки позволяют:

- Добавлять / удалять кадры в многокадровый блок.
- Проигрывать / останавливать последовательность кадров.
- Задавать частоту кадров через диалоговое окно *Параметры*.

# Панель анимации

Панель *Анимация* используется для:

- Создания нового трека камеры на основании доступных шаблонов (горизонтальный, вертикальный) с заданным количеством кадров
- Загрузки трека камеры из внешнего файла в поддерживаемых форматах (Autodesk FBX, Camera Path)
- Экспорта трека камеры
- Воспроизведения движения точки обзора камеры по треку
- Отображения последовательности кадров в виде отдельных изображений для ключевых кадров
- Отображения последовательности кадров в виде видеофайла
- Добавления текущей точки зрения к треку камеры
- Удаления ключевых кадров из трека камеры
- Изменения выбранных позиций ключевых кадров в текущей последовательности трека камеры
- Настройки параметров трека камеры (название, длительность, поле зрения, циклический режим)

Расположенные на панели *Анимация* кнопки позволяют:

- Создать новый трек
- Загрузить трек
- Сохранить трек
- Воспроизвести/остановить воспроизведение анимации в соответствии с треком камеры

- Записать файл видео
- Добавить текущую точку зрения к активному треку камеры
- Удалить выбранные кадры из активного трека камеры
- Переместить выбранные ключевые кадры вверх / вниз
- Обновить выбранный ключевой кадр до текущей точки зрения
- Измененить настройки трека камеры

### Примечание

- Для показа / скрытия любой из перечисленных панелей используйте соответствующий пункт в меню *Вид*.
- Чтобы отобразить трек камеры, в меню *Модель* в подменю *Показать/скрыть* выберите *Показать трек*.
- Положение точки обзора в окне просмотра *Модель* можно изменить, перетащив его с зажатой левой кнопкой мыши.

# Команды меню

**Меню *Файл***

| | |
|---|---|
| Новый | Создать новый файл проекта. |
| Открыть... | Открыть существующий файл Metashape проекта. |
| Добавить... | Добавить существующий файл Metashape проекта к текущему проекту. |
| Сохранить | Сохранить файл Metashape проекта. |
| Сохранить как... | Сохранить файл Metashape проекта под новым именем. |
| Загрузить проект... | Загрузить проект в облако Agisoft Cloud. |
| Скачать проект... | Скачать проект из облака Agisoft Cloud согласно списку доступных проектов. |
| Скачать снимки... | Скачать снимки для текущего проекта из облака Agisoft Cloud. |
| Экспорт облака точек... | Сохранить разреженное / плотное облако точек. |
| Экспорт модели | Сохранить 3D модель. |
| Экспорт тайловой модели... | Сохранить модель в формате иерархических тайлов. |
| Экспорт ортофотоплана | Экспортировать ортофотоплан на основе восстановленной геометрии модели. |
| Экспорт ЦММ | Экспортировать ЦММ на основе восстановленной геометрии модели. |

**Меню *Файл***

| | |
|---|---|
| Создать отчет... | Сохранить отчет обработки данных в Agisoft Metashape (в формате PDF или HTML). |
| Экспорт камер... | Экспортировать параметры внутренней и внешней ориентации камер и связующие точки. |
| Экспорт маркеров... | Экспортировать проекции/рассчитанные положения маркеров. |
| Экспортировать привязку... | Экспортировать содержимое панели Привязка. |
| Экспорт масок... | Экспортировать маски. |
| Экспорт фигур... | Экспортировать фигуры из выбранных слоев. |
| Экспорт текстуры... | Экспортировать текстуру модели. |
| Экспорт панорамы... | Экспортировать сферические панорамы для камер-станций. |
| Экспорт ортофотоснимков... | Экспортировать ортотрансформированные изображения. |
| Преобразовать снимки... | Экспортировать снимки, соответствующие исходным кадрам с компенсацией нелинейных искажений или с применением коррекции цвета. |
| Сгенерировать фотографии... | Создать лентикулярные изображения |
| Импорт камер... | Импортировать параметры внутренней и внешней ориентации камер. |
| Импорт маркеров... | Импортировать проекции маркеров. |
| Импортировать привязку... | Импортировать данные о привязке. |
| Импорт масок... | Импортировать маски или создать маски из модели или снимка фона. |
| Импорт фигур... | Импортировать фигуры для редактирования и проведения измерений. |
| Импорт точек... | Импортировать плотное облако точек. |
| Импорт модели... | Импортировать полигональную модель. |
| Импорт текстуры... | Импортировать текстуру для текущей модели. |
| Импорт тайловой модели... | Импортировать тайловую модель. |
| Импорт ЦММ... | Импортировать цифровую модель местности. |
| Импорт ортофотоплана... | Импортировать ортофотоплан. |

**Меню *Файл***

| | |
|---|---|
| Импорт лазерных сканов... | Импортировать данные лазерного сканирования. |
| Импорт видео... | Импортировать разбитое на кадры видео и сохранить каждый кадр как отдельное изображение. |
| Загрузить данные... | Загрузить созданные данные (разреженное облако, текстурированные модели , тайловые модели, ортофотопланы или ЦММ) на один из поддерживаемых веб-сайтов. |
| Выйти | Выйти из программы. Будет предложено сохранить текущий проект. |

**Меню Правка**

| | |
|---|---|
| Отмена | Отменить последнее действие. |
| Повтор | Повторить последнее отмененное действие. |
| Режим примыкания | Включить или отключить режим примыкания (к осям, к вершинам, к ребрам, 2D примыкание). |
| Добавить выделение | Добавить выделенную область снимка к маске. |
| Вычесть выделение | Вычесть выделенную область снимка из маски. |
| Инвертировать выделение | Инвертировать текущее выделение на снимке. |
| Инвертировать выделение | Инвертировать текущее выделение. |
| Расширить выделение | Расширить текущее выделение точек разреженного облака/ полигонов. |
| Сузить выделение | Сузить текущее выделение точек разреженного облака/ полигонов. |
| Удалить выделение | Удалить выделенные точки / полигоны. |
| Обрезать выделение | Обрезать выделенные точки / полигоны. |
| Инвертировать маску | Инвертировать маску для текущего изображения. |
| Удалить маску | Удалить маску для текущего изображения. |
| Повернуть направо | Повернуть текущее изображение на 90 градусов по часовой стрелке. |
| Повернуть налево | Повернуть текущее изображение на 90 градусов против часовой стрелки. |

**Меню Вид**

| | |
|---|---|
| Увеличить масштаб | Приблизить изображение в текущем режиме просмотра. |

**Меню Вид**

| | |
|---|---|
| Уменьшить масштаб | Отдалить изображение в текущем режиме просмотра. |
| Сбросить ракурс | Сбросить область просмотра для визуализации модели/снимка целиком. |
| Сохранить изображение | Сохранить текущий вид окна проекта (Модель, Орто, Снимки) |
| Проект | Показать или скрыть панель Проект. |
| Шкала времени | Показать или скрыть панель Шкала времени. |
| Анимация | Показать или скрыть панель Анимация. |
| Привязка | Показать или скрыть панель Привязка. |
| Свойства | Показать или скрыть панель Свойства для фигур. |
| Снимки | Показать или скрыть панель Снимки. |
| Консоль | SПоказать или скрыть Консоль. |
| Очередь задач | Показать или скрыть панель Очередь задач. |
| Панель инструментов | Показать или скрыть Панель инструментов. |
| Во весь экран | Переключиться в полноэкранный режим и обратно. |

**Меню Обработка**

| | |
|---|---|
| Добавить снимки... | Загрузить дополнительные снимки в проект для обработки в Metashape. |
| Добавить папку... | Загрузить дополнительные снимки из папок для обработки в Metashape. |
| Выровнять снимки... | Рассчитать положения камер и разреженное облако точек. |
| Построить плотное облако... | Построить плотное облако точек. |
| Построить модель... | Построить трехмерную полигональную модель. |
| Построить текстуру... | Построить текстурный атлас 3D модели. |
| Построить тайловую модель... | Построить тайловую текстурированную модель. |
| Построить ЦММ... | Построить цифровую модель местности. |
| Построить ортофотоплан... | Построить ортофотоплан. |
| Выровнять блоки... | Выровнять блоки. |
| Объединить блоки... | Объединить блоки в единый блок. |

**Меню Обработка**

| | |
|---|---|
| Пакетная обработка... | Открыть диалоговое окно Пакетная обработка. |

**Меню Модель**

| | |
|---|---|
| Навигация | Перейти в режим навигации. |
| Прямоугольное выделение | Подключить инструмент прямоугольно выделения элементов в окне просмотра Модель. |
| Овальное выделение | Подключить инструмент овального выделения элементов в окне просмотра Модель. |
| Произвольное выделение | Подключить инструмент выделения произвольной формы в окне просмотра Модель. |
| Плавное выделение... | Выделить полигоны/точки на основе заданного критерия. |
| Нарисовать точку | Подключить инструмент рисования трехмерной точки. |
| Нарисовать ломаную | Подключить инструмент рисования трехмерной ломаной линии. |
| Нарисовать полигон | Подключить инструмент рисования трехмерного полигона. |
| Линейка | Подключить инструмент измерения пространственных координат и линейных расстояний. |
| Переместить объект | Подключить инструмент перемещения объекта. |
| Повернуть объект | Подключить инструмент вращения. |
| Масштабировать объект | Подключить инструмент масштабирования. |
| Сбросить привязку | Отменить трансформации объекта. |
| Переместить область | Подключить инструмент перемещения области построения. |
| Повернуть область | Подключить инструмент вращения области построения. |
| Изменить размер области | Позволяет изменить размер области построения. |
| Сбросить область реконструкции | Отменить трансформации области построения и вернуть конфигурацию области к начальной. |
| Показать картографическую основу | Показать или скрыть картографическую основу. |
| Показать камеры | Показать или скрыть положения камер, полученные в процессе выравнивания снимков. |

**Меню Модель**

| | |
|---|---|
| Показать эскизы снимков | Показать или скрыть эскизы снимков согласно позициям камер на вкладке Модель. |
| Показать фигуры | Показать или скрыть фигуры. |
| Показать маркеры | Показать или скрыть положения маркеров. |
| Показывать подписи | Показать или скрыть подписи к объектам. |
| Показать снимки | Показать или скрыть стереопары. |
| Закрепить снимок | Зафиксировать выбранный снимок в стереопаре. |
| Показать область | Показать или скрыть область реконструкции. |
| Показать трек | Показать или скрыть трек камеры. |
| Показать трекбол | Показать или скрыть трекбол. |
| Показать информацию | Показать или скрыть подсказки. |
| Показать сетку | Показать или скрыть сетку на плоскости XY. |
| Показать выровненные блоки | Показать все активные выровненные блоки в проекте. |
| Показать все | Показать все элементы одновременно. |
| Скрыть все | Скрыть все элементы. |
| Облако точек | Показать или скрыть разреженное облако точек, полученное в процессе выравнивания снимков. |
| Дисперсия облака точек | Показать или скрыть разреженное облако точек с показанной цветом дисперсией. |
| Плотное облако | Показать или скрыть плотное облако точек. |
| Достоверность плотного облака | Показать точки плотного облака, раскрашенные в соответствии с достоверностью. |
| Классификация плотного облака | Показать или скрыть плотное облако точек, раскрашенное в зависимости от класса точек. |
| Затененный | Показать 3D модель в затененном режиме. |
| Сплошной | Показать 3D модель в сплошном режиме. |
| Каркас | Показать 3D модель в каркасном режиме. |
| Текстурированный | Показать 3D модель с наложенной текстурой. |

**Меню Модель**

| | |
|---|---|
| Достоверность вершин модели | Показать 3D модель, раскрашенную в соответствии с достоверностью вершин. |
| Тайловая модель | Показать тайловую модель. |
| Сплошная тайловая модель | Показать тайловую модель в сплошном режиме. |
| Каркасная тайловая модель | Показать каркас тайловой модели. |
| Перспективный/Ортографический | Переключить режим визуализации между перспективным и ортографическим. |
| Стерео режим | Включить/отключить стереоскопический режим в соответствии с параметрами в диалоге Настройки Metashape. |
| Ракурс | Переключиться в режим просмотра с одного из заданных ракурсов. |
| Режим навигации | Переключиться между режимами навигации Режим объекта / Режим местности в области просмотра модели. В Режиме объекта вращение возможно по 3 осям, в Режиме местности - только по двум осям, ось z фиксирована в вертикальном положении. |

**Меню Снимок**

| | |
|---|---|
| Навигация | Перейти в режим навигации. |
| Прямоугольное выделение | Подключить инструмент прямоугольного выделения. |
| Выделение контура | Подключить инструмент выделения контура. |
| Выделение области | Подключить инструмент выделения области. |
| Выделение связных областей | Подключить инструмент Выделения связных областей. |
| Нарисовать точку | Подключить инструмент рисования трехмерной точки. |
| Нарисовать ломаную | Подключить инструмент рисования трехмерной ломаной линии. |
| Нарисовать полигон | Подключить инструмент рисования трехмерного полигона. |
| Линейка | Подключить инструмент измерения пространственных координат и линейных расстояний. |
| Следующий снимок | Открыть следующий снимок из списка на панели Снимки. |
| Предыдущий снимок | Открыть предыдущий снимок из списка на панели Снимки. |

**Меню Снимок**

| | |
|---|---|
| Следующий маркер | Приблизить проекцию следующего маркера на открытом снимке. |
| Предыдущий маркер | Приблизить проекцию предыдущего маркера на открытом снимке. |
| Показать маски | Показать или скрыть затенение маской. |
| Показывать карты глубины | Показать или скрыть карты глубины поверх снимка. |
| Показать интенсивность | Показать или скрыть карту интенсивности поверх лазерных сканов. |
| Показать фигуры | Показать или скрыть фигуры. |
| Показать маркеры | Показать или скрыть маркеры. |
| Показать невязки по маркерам | Показать или скрыть невязки для каждого маркера. |
| Показывать подписи | Показать или скрыть подписи к объектам. |
| Показать точки | Показать найденные связующие точки на выбранном снимке, используемые для выравнивания. |
| Показать невязки по связующим точкам | Показать или скрыть невязки по каждой связующей точке. |
| Показать все | Отобразить все элементы одновременно. |
| Скрыть все | Скрыть все элементы. |

**Меню Орто**

| | |
|---|---|
| Навигация | Перейти в режим навигации. |
| Прямоугольное выделение | Подключить инструмент прямоугольно выделения элементов в окне просмотра Орто. |
| Овальное выделение | Подключить инструмент овального выделения элементов в окне просмотра Орто. |
| Произвольное выделение | Подключить инструмент выделения произвольной формы в окне просмотра Орто. |
| Нарисовать точку | Подключить инструмент рисования точки на плоскости. |
| Нарисовать ломаную | Подключить инструмент рисования ломаной на плоскости. |
| Нарисовать полигон | Подключить инструмент рисования полигона на плоскости. |
| Нарисовать заплатку | Подключить инструмент рисования заплатки. |

**Меню Орто**

| | |
|---|---|
| Линейка | Подключить инструмент измерения координат и линейных расстояний. |
| Показать картографическую основу | Показать или скрыть картографическую основу в виде спутникового снимка или векторной карты. |
| Показать линии пореза | Показать или скрыть линии пореза ортофотоплана. |
| Показать камеры | Показать или скрыть положения центров фотографирования в соответствии с рассчитанными координатами для выровненных снимков и с исходными координатами для не выровненных. |
| Показать маркеры | Показать или скрыть маркеры. |
| Показать фигуры | Показать или скрыть фигуры. |
| Показывать подписи | Показать или скрыть подписи к объектам. |
| Показать все | Отобразить все элементы одновременно. |
| Скрыть все | Скрыть все элементы. |
| ЦММ | Перейти в режим просмотра ЦММ. |
| Ортофотоплан | Перейти в режим просмотра ортофотоплана. |
| Отмывка рельефа | Включить или выключить режим отображения ЦММ с отмывкой рельефа. |

**Меню Инструменты**

| | |
|---|---|
| Найти маркеры... | Создать маркеры в местах расположения кодированных марок на снимках. |
| Найти координатные метки... | Найти кодированные метки на снимках. |
| Проследить маркеры... | Проследить проекции маркеров по последовательности кадров. |
| Напечатать марки... | Создать готовый для печати PDF файл с кодированными марками. |
| Присоединить маркеры... | Включить / отключить режим, в котором каждая вновь нарисованная фигура имеет маркеры, прикрепленные к ее вершинам. |
| Уточнить маркеры... | Включить / отключить автоматическое уточнение проекции маркера на основе содержимого изображения. |
| Построить облако точек... | Построить разреженное облако точек на основании доступных элементов ориентирования камер. |

**Меню Инструменты**

| | |
|---|---|
| Проредить связующие точки... | Проредить облако точек путем уменьшения количества проекций для каждого снимка в соответствии с заданным пределом. |
| Показать соответствия... | Открыть диалог просмотра связующих точек между парами изображений. |
| Проредить плотное облако... | Проредить плотное облако в соответствии с расстоянием между точками, заданным пользователем. |
| Рассчитать цвета точек... | Рассчитать цвета точек плотного облака на основа входных изображений или ортофотоплана. |
| Инвертировать нормали точек... | Инвертировать нормали для выделенных точек плотного облака. |
| Классифицировать точки рельефа... | Классифицировать точки плотного облака, основываясь на настройках пользователя. |
| Классифицировать точки... | Автоматически распределить точки плотного облака по классам. |
| Назначить класс... | Приписать класс выделенным точкам. |
| Сбросить классификацию... | Сбросить результаты классификации. |
| Выделить точки по маскам... | Выделить точки плотного облака, закрытые маской. |
| Выделить точки по цвету... | Выделить точки плотного облака в соответствии с цветом и чувствительностью. |
| Выделить точки по фигурам... | Выделить точки плотного обалка по построенным фигурам. |
| Отфильтровать по классу | Отобразить только точки плотного облака с заданным классом. |
| Отфильтровать по достоверности | Отфильтровать точки плотного облака по рассчитанному значению достоверности. |
| Отфильтровать по выделению | Отобразить только выделенные точки плотного облака. |
| Сбросить фильтр | Сбросить фильтры отображения точек плотного облака. |
| Сжать плотное облако... | Стереть ранее удаленные точки плотного облака, без возможности их восстановить. |
| Восстановить плотное облако... | Вернуть те ранее удаленные точки плотного облака, которые не были стерты окончательно. |
| Обновить плотное облако... | Обновить информацию о плотном облаке точек, включая число точек и назначенные классы. |
| Уточнить модель... | Запустить операцию уточнения модели с учетом деталей на снимках. |

**Меню Инструменты**

| | |
|---|---|
| Упростить модель... | Упростить полигональную модель до указанного числа полигонов. |
| Сгладить модель... | Сгладить полигональную модель. |
| Заполнить отверстия... | Заполнить отверстия на поверхности модели. |
| Рассчитать цвета вершин... | Рассчитать цвета вершин полигональной модели на основании исходных снимков, ортофотоплана или облака точек. |
| Изменить размер текстуры... | Запустить операцию пересчета размера текстуры для полигональной модели. |
| Удалить освещение... | Выровнять глобальную освещенность текстуры модели. |
| Информация о модели... | Собрать и показать информацию о полигональной модели. |
| Просмотр UV координат... | Отобразить значения UV координат. |
| Измерить площадь и объем... | Измерить и показать объем и площадь полигональной модели. |
| Отфильтровать по выделению | Отобразить только выделенные полигоны 3D модели. |
| Сбросить фильтр | Сбросить фильтр отображения полигональной модели. |
| Преобразовать ЦММ... | Рассчитать разницу между ЦММ. |
| Обновить ортофотоплан | Применить к ортофотоплану все операции, проведенные вручную. |
| Сбросить ортофотоплан | Отменить все операции редактирования и вернуться к начальному варианту ортофотоплана. |
| Удалить ортофотоснимки | Удалить из проекта ортотрансформированные изображения. |
| Построить линии пореза | Создать слой, содержащий полигональные фигуры, повторяющие автоматически сгенерированные линии пореза ортофотоплана. |
| Построить карту предписаний | Создать слой фигур с картой предписаний на основе индекса, расчитанного по ортофотоплану. |
| Калибровать объектив... | Перейти в диалоговое окно калибровки объектива. |
| Показать калибровочную таблицу... | Показать калибровочную таблицу на экране монитора. |
| Калибровка камеры... | Задать параметры калибровки камер. |
| Оптимизировать камеры... | Открыть диалоговое окно оптимизации выравнивания камер. |

**Меню Инструменты**

| | |
|---|---|
| Калибровать отражательную способность... | Вызвать диалог калибровки отражательной способности, который позволяет выбрать калибровочную панель для точной радиометрической калибровки мультиспектральных снимков. |
| Коррекция цветов... | Вызвать диалог коррекции цветов для настройки яркости и баланса белого снимков. |
| Задать основной канал... | Задать основной канал для снимков. |
| Изменить яркость... | Скорректировать яркость снимков для удобства просмотра. |
| Преобразование растра... | Открыть растровый калькулятор для расчета NDVI и других индексов растительности. |
| Построить контуры... | Создать контурные линии рельефа на основании ЦММ или контурные линии индекса растительности на основании ортофотоплана. |
| Планировать маршрут... | Создать маршрут полета с использованием оптимальных наборов. |
| Уменьшить перекрытие... | Уменьшить количество включенных камер в активном проекте для оптимизации покрытия в случае избыточного перекрытия. |
| Найти провода | Запустить процедуру поиска линий электропередач на снимках. |
| Информация о проекте... | Показать интерактивный отчет о проекте в отдельном диалоговом окне. |
| Выполнить скрипт... | Открыть диалоговое окно запуска Python скриптов. |
| Настройки... | Открыть диалоговое окно настроек. |

**Меню Справка**

| | |
|---|---|
| Содержание | Показать справку. |
| Проверить наличие обновлений... | Проверить наличие обновлений для Metashape. |
| Активировать программу... | Вызвать диалоговое окно для для активации программы Metashape с помощью ключа активации либо ее деактивации, а также для заимствования лицензии / возвращения заимствованной плавающей лицензии на сервер. |
| О программе Metashape... | Показать информацию о программе, включая номер версии и авторские права. |

# Элементы панели инструментов

**Основные команды**

| | |
|---|---|
| Новый | Создать новый файл проекта Metashape. |
| Открыть | Открыть существующий файл проекта Metashape. |
| Сохранить | Сохранить файл проекта Metashape. |

**Команды 3D режима**

| | |
|---|---|
| Отмена | Отменить последнее действие редактирования. |
| Повтор | Повторить последнее отмененное действие. |
| Навигация | Перейти в режим навигации. |
| Прямоугольное выделение | Подключить инструмент прямоугольного выделения. |
| Овальное выделение | Подключить инструмент овального выделения. |
| Произвольное выделение | Подключить инструмент произвольного выделения. |
| Сбросить выделение | Сбросить текущее выделение. |
| Переместить область | Подключить инструмент переноса рабочей области. |
| Изменить размер области | Подключить инструмент изменения размера рабочей области. |
| Повернуть область | Подключить инструмент поворота рабочей области. |
| Сбросить область реконструкции | Сбросить область построения до размера плотного облака. |
| Переместить объект | Подключить инструмент переноса модели. |
| Повернуть объект | Подключить инструмент поворота модели. |
| Масштабировать объект | Подключить инструмент изменения масштаба модели. |
| Сбросить трансформацию | Сбросить все предыдущие процедуры трансформации модели. |
| Нарисовать точку | Подключить инструмент рисования 3D точки. |
| Нарисовать ломаную | Подключить инструмент рисования 3D ломаной. |
| Нарисовать полигон | Подключить инструмент рисования 3D полигона. |
| Линейка | Инструмент измерения линейных расстояний на модели. |

**Команды 3D режима**

| | |
|---|---|
| Удалить выделение | Удалить выделенные точки / полигоны. |
| Обрезать выделение | Обрезать выделенные точки / полигоны. |

**Режимы 3D просмотра**

| | |
|---|---|
| Увеличить масштаб | Приблизить модель. |
| Уменьшить масштаб | Отдалить модель. |
| Сбросить ракурс | Вернуться к начальному ракурсу. |
| Облако точек | Показать или скрыть разреженное облако точек, полученное в процессе выравнивания снимков. |
| Дисперсия облака точек | Показать или скрыть разреженное облако точек с показанной цветом дисперсией. |
| Плотное облако | Показать или скрыть плотное облако точек. |
| Достоверность плотного облака | Показать цвета точек плотного облака в соответствии с их достоверностью. |
| Классификация плотного облака | Показать цвета точек плотного облака в соответствии с их классами. |
| Затененный | Показать 3D модель в затененном режиме. |
| Сплошной | Показать 3D модель в сплошном режиме. |
| Каркас | Показать 3D модель в каркасном режиме. |
| Достоверность вершин модели | Показать цвета вершин 3D модели в соответствии с их достоверностью. |
| Текстурированный | Показать 3D модель с наложенной текстурой. |
| Карта цветов | Показать диффузную текстурную карту. |
| Карта нормалей | Показать текстурную карту нормалей. |
| Карта затенённости | Показать текстурную карту затенённости. |
| Тайловая модель | Показать тайловую модель. |
| Сплошная тайловая модель | Показать тайловую модель в сплошном режиме. |
| Каркасная тайловая модель | Показать каркас тайловой модели. |
| Показать картографическую основу | Показать или скрыть картографическую основу. |
| Показать камеры | Показать или скрыть положения камер, полученные в процессе выравнивания снимков. |
| Показать эскизы изображений | Показать или скрыть эскизы изображений на позициях камер. |

**Режимы 3D просмотра**

| | |
|---|---|
| Показать фигуры | Показать или скрыть трехмерные фигуры. |
| Показать маркеры | Показать или скрыть положения маркеров. |
| Показать снимки | Показать или скрыть стереопары. |
| Закрепить снимок | Зафиксировать выбранный снимок в стереопаре. |
| Показать выровненные блоки | Показать или скрыть выровненные блоки. |

**Команды режима Снимок**

| | |
|---|---|
| Отмена | Отменить последнее действие редактирования маски. |
| Повтор | Повторить последнее отмененное действие. |
| Навигация | Перейти в режим навигации. |
| Прямоугольное выделение | Подключить инструмент прямоугольного выделения. |
| Выделение контура | Подключить инструмент выделения контура. |
| Выделение области | Подключить инструмент выделения области. |
| Выделение связных областей | Подключить инструмент выделения связных областей. |
| Параметры инструмента выделения связных областей... | Подключить инструмент изменения параметров функции |
| Сбросить выделение | Подключить инструмент сброса текущего выделения. |
| Нарисовать точку | Подключить инструмент рисования точки. |
| Нарисовать ломаную | Подключить инструмент рисования ломаной. |
| Нарисовать полигон | Подключить инструмент рисования трехмерного полигона. |
| Линейка | Подключить инструмент измерения пространственных координат и линейных расстояний. |
| Добавить выделение | Добавить текущее выделение к маске. |
| Вычесть выделение | Вычесть текущее выделение из маски. |
| Инвертировать выделение | Инвертировать текущее выделение. |
| Изменить яркость | Настроить яркость для лучшей визуализации. |
| Повернуть направо | Повернуть снимок по часовой стрелке. |

**Команды режима Снимок**

| | |
|---|---|
| Повернуть налево | Повернуть снимок против часовой стрелки. |
| Увеличить масштаб | Увеличить масштаб. |
| Уменьшить масштаб | Уменьшить масштаб. |
| Сбросить ракурс | Сбросить текущий ракурс и отобразить снимок целиком. |
| Показать маски | Показать/скрыть затенение маской. |
| Показать карты глубин | Показать/скрыть карты глубин. |
| Показать интенсивность | Показать или скрыть карту интенсивности поверх лазерных сканов. |
| Показать фигуры | Показать/скрыть на текущем снимке. |
| Показать маркеры | Переключиться в режим редактирования маркеров. |
| Показать невязки по маркерам | Отобразить или скрыть невязки по проекциям маркеров. |
| Показать точки | Показать найденные связующие точки на выбранном снимке, используемые для выравнивания. |
| Показать невязки по связующим точкам | Отобразить или скрыть невязки по проекциям связующих точек. |

**Команды режима Орто**

| | |
|---|---|
| Навигация | Перейти в режим навигации. |
| Прямоугольное выделение | Подключить инструмент прямоугольного выделения. |
| Овальное выделение | Подключить инструмент овального выделения. |
| Произвольное выделение | Подключить инструмент произвольного выделения. |
| Сбросить выделение | Сбросить текущее выделение. |
| Нарисовать точку | Подключить инструмент рисования точки. |
| Нарисовать ломаную | Подключить инструмент рисования ломаной. |
| Нарисовать полигон | Подключить инструмент рисования полигона. |
| Нарисовать заплатку | Подключить инструмент рисования заплатки. |
| Линейка | Подключить инструмент измерения линейных расстояний в плане. |
| ЦММ | Перейти в режим отображения ЦММ. |

**Команды режима Орто**

| | |
|---|---|
| Отмывка рельефа | Включить или выключить режим отображения ЦММ с отмывкой рельефа. |
| Ортофотоплан | Перейти в режим отображения ортофотоплана. |
| Изменить яркость | Настроить яркость для лучшей визуализации. |
| Преобразование растра | Открыть растровый калькулятор для проведения расчета NVDI и других индексов растительности. |
| Обновить ортофотоплан | Применить все проведенные изменения к ортофотоплану. |
| Увеличить масштаб | Увеличить масштаб на вкладке Орто. |
| Уменьшить масштаб | Уменьшить масштаб на вкладке Орто. |
| Сбросить ракурс | Оптимизировать масштаб для отображения ортофотоплана или ЦММ целиком. |
| Показать картографическую основу | Показать или скрыть картографическую основу в виде спутникового снимка или векторной карты. |
| Показать линии пореза | Показать/скрыть линии пореза ортофотоплана. |
| Показать камеры | Показать или скрыть положения камер в соответствии с рассчитанными координатами для выровненных снимков и с исходными координатами для не выровненных. |
| Показать маркеры | Показать/скрыть положения маркеров. |
| Показать фигуры | Показать/скрыть имеющиеся фигуры. |

# Горячие клавиши

Для удобства работы Metashape поддерживает горячие клавиши. Ниже приведен список горячих клавиш и их функций по умолчанию, при необходимости функции могут быть переназначены в диалоговом окне *Настройки*. Рядом с пунктом меню *Быстрые клавиши* следует нажать кнопку *Настроить...*.

## Основные

| | |
|---|---|
| Создать новый проект | Ctrl + N |
| Сохранить проект | Ctrl + S |
| Открыть проект | Ctrl + O |
| Запустить скрипт | Ctrl + R |
| Развернуть во весь экран | F11 |

# Просмотр модели

| | |
|---|---|
| Отменить (только для операций: Удалить, Назначить класс / Классифицировать точки рельефа, Маскировать и Закрыть отверстия) | Ctrl + Z |
| Повторить (только для операций: Удалить, Назначить класс / Классифицировать точки рельефа, Маскировать и Закрыть отверстия) | Ctrl + Y |
| Переключиться между навигацией и любым другим предыдущим режимом | Пробел |
| Приблизить | Ctrl + + |
| Отдалить | Ctrl + - |
| Сбросить ракурс | 0 |
| Переключиться в стерео режим | 9 |
| Переключиться между перспективным и ортографическим режимами просмотра | 5 |
| Изменить угол просмотра для перспективного режима | Ctrl + колесико мыши |
| Назаначить класс для выделенных точек плотного облака | Ctrl + Shift + C |
| **Просмотр с определенного ракурса** | |
| Сверху | 7 |
| Снизу | Ctrl + 7 |
| Справа | 3 |
| Слева | Ctrl + 3 |
| Спереди | 1 |
| Сзади | Ctrl + 1 |
| **Повернуть модель** | |
| Повернуть наверх | 8 |
| Повернуть вниз | 2 |
| Повернуть налево | 4 |
| Повернуть направо | 6 |

# Просмотр снимков

| | |
|---|---|
| Следующий снимок (в соответствии с порядком на панели Снимки) | Page Up |
| Предыдущий снимок (в соответствии с порядком на панели Снимки) | Page Dn |
| Переход к следующему маркеру на том же снимке | Tab |
| Переход к предыдущему маркеру на том же снимке | Shift + Tab |

| | |
|---|---|
| Режим навигации | V |
| **Инструменты выделения** | |
| Прямоугольное выделение | M |
| Выделение контура | L |
| Выделение области | P |
| Выделение связных областей | W |
| Добавить выделение | Ctrl + Shift + A |
| Вычесть выделение | Ctrl + Shift + S |
| Инвертировать выделение | Ctrl + Shift + I |

# Приложение B. Поддерживаемые форматы

## Снимки

| Форматы ввода | Форматы компенсации дисторсий |
|---|---|
| JPG | JPG |
| TIFF | TIFF |
| PNG | PNG |
| BMP | BMP |
| OpenEXR | OpenEXR |
| JPEG 2000 | JPEG 2000 |
| TARGA | |
| Цифровой негатив (DNG) | |
| Portable Bit Map (PGM, PPM) | |
| Multi-Picture Object (MPO) | |
| Norpix Sequence (SEQ) | |
| AscTec Thermal Images (ARA) | |

## Калибровка камеры

| Форматы ввода | Форматы экспорта |
|---|---|
| Agisoft Camera Calibration(*.xml) | Agisoft Camera Calibration(*.xml) |
| Australis Camera Parameters (*.txt) | Australis Camera Parameters (*.txt) |
| Australis v.7 Camera Parameters (*.txt) | Australis v.7 Camera Parameters (*.txt) |
| PhotoModeler Camera Calibration (*.ini) | PhotoModeler Camera Calibration (*.ini) |
| 3DM CalibCam Camera Parameters (*.txt) | 3DM CalibCam Camera Parameters (*.txt) |
| CalCam Camera Calibration (*.cal) | CalCam Camera Calibration (*.cal) |
| Inpho Camera Calibration (*.txt) | Inpho Camera Calibration (*.txt) |
| USGS Camera Calibration (*.txt) | USGS Camera Calibration (*.txt) |
| Pix4D Camera Calibration (*.cam) | Pix4D Camera Calibration (*.cam) |
| OpenCV Camera Calibration (*.xml) | OpenCV Camera Calibration (*.xml) |
| PHOTOMOD Camera Calibration (*.x-cam) | PHOTOMOD Camera Calibration (*.x-cam) |
| Z/I Distortion Grid (*.dat) | Z/I Distortion Grid (*.dat) |

## Журнал полета

| Форматы ввода | Рассчитанное положение камер |
|---|---|
| Agisoft XML (*xml) | Agisoft XML (*xml) |
| Character-separated values (*.txt, *.csv) | Character-separated values (*.txt) |

| Форматы ввода | Рассчитанное положение камер |
| --- | --- |
| мета данные EXIF | |
| MAVinci CSV (*.csv) | |
| APM/PixHawk Log (*.log) | |
| C-Astral Bramor log (*.log) | |
| TopoAxis telemetry (*.tel) | |

# Положение опорных точек (GCP)

| Форматы ввода | Рассчитанные положения |
| --- | --- |
| Character-separated values (*.txt, *.csv) | Character-separated values (*.txt) |
| Agisoft XML (*.xml) | Agisoft XML (*.xml) |

# Элементы внутреннего и внешнего ориентирования камеры

| Форматы импорта | Форматы экспорта |
| --- | --- |
| Agisoft XML (*.xml) | Agisoft XML (*.xml) |
| Autodesk FBX (*.fbx) | Autodesk FBX (*.fbx) |
| Alembic (*.abc) | Alembic (*.abc) |
| Realviz RZML (*.rzml) | Realviz RZML (*.rzml) |
| Bundler (*.out) | Bundler (*.out) |
| Inpho Project File (*.prj) | Inpho Project File (*.prj) |
| BINGO (*.dat) | BINGO Project (*.dat) |
| Blocks Exchange (*.xml) | Blocks Exchange (*.xml) |
| N-View Match (*.nvm) | N-View Match (*.nvm) |
| PATB Camera Orientation (*.ori) | PATB Project (*.pro) |
| VisionMap Detailed Report (*.txt) | Boujou (*.txt) |
| | CHAN files (*.chan) |
| | ORIMA (*.txt) |
| | AeroSys Exterior Orientation (*.orn) |
| | Summit Evolution Project (*.smtxml) |
| | Omega Phi Kappa (*.txt) |

# Связующие точки

| | Экспорт связующих точек |
| --- | --- |
| Bundler (*.out) | Bundler (*.out) |
| | BINGO (*.dat) |
| | ORIMA (*.txt) |
| | PATB (*.ptb) |

**Экспорт связующих точек**

Summit Evolution Project (*.smtxml)

Blocks Exchange (*.xml)

# Разреженное/Плотное облако точек

**Форматы импорта**

Wavefront OBJ (*.obj)

Stanford PLY (*.ply)

ASCII PTS (*.pts)

ASPRS LAS (*.las)

LAZ (*.laz)

ASTM E57 (*.e57)

Point Cloud Data (*.pcd)

PTX format (*.ptx)

**Форматы экспорта**

Wavefront OBJ (*.obj)

Stanford PLY (*.ply)

ASCII PTS (*.pts)

ASPRS LAS (*.las)

LAZ (*.laz)

ASTM E57 (*.e57)

Point Cloud Data (*.pcd)

XYZ Point Cloud (*.txt)

Cesium 3D Tiles (*.zip)

Scene Layer Package (*.slpk)

Universal 3D (*.u3d)

Autodesk DXF (*.dxf)

potree (*.zip)

Agisoft OC3 (*.oc3)

Topcon CL3 (*.cl3)

Adobe 3D PDF (*.pdf)

# Полигональная модель

**Импорт модели**

Wavefront OBJ (*.obj)

3DS models (*.3ds)

COLLADA (*.dae)

Stanford PLY (*.ply)

Alembic (*.abc)

STL models (*.stl)

OpenCTM models (*.ctm)

Universal 3D models (*.u3d)

Autodesk FBX (*.fbx)

Autodesk DXF (*.dxf)

**Экспорт модели**

Wavefront OBJ (*.obj)

3DS models (*.3ds)

COLLADA (*.dae)

Stanford PLY (*.ply)

Alembic (*.abc)

STL models (*.stl)

VRML models (*.wrl)

Universal 3D models (*.u3d)

Autodesk FBX (*.fbx)

Autodesk DXF Polyline (*.dxf)

Autodesk DXF 3DFace (*.dxf)

Binary glTF (*.glb)

X3D models (*.x3d)

OpenSceneGraph (*.osgb)

**Импорт модели**

**Экспорт модели**

Google Earth KMZ (*.kmz)
LandXML (*.xml)
Adobe PDF (*.pdf)

# Текстура

**Импорт текстуры**

JPG
TIFF
PNG
BMP
TARGA
JPEG 2000
OpenEXR
Portable Bit Map
Digital negative
Multi-Picture Object
Norpix Sequence File
AscTec Thermal Images

**Экспорт текстуры**

JPG
TIFF
PNG
BMP
TARGA
JPEG 2000
OpenEXR

# Ортофотоплан

**Импорт ортофотоплана**

GeoTIFF Raster Data (*.tif)
GeoPackage (*.gpkg)
Google Earth KML/KMZ (*.kmz)
MBTiles (*.mbtiles)
Tiled Map Service Tiles (*.zip)

**Экспорт ортофотоплана**

GeoTIFF Raster Data (*.tif)
GeoPackage (*.gpkg)
Google Earth KML/KMZ (*.kmz)
MBTiles (*.mbtiles)
Tiled Map Service Tiles (*.zip)
Google Map Tiles (*.zip)
World Wind Tiles (*.zip)
JPG
JPEG 2000 (.jp2)
PNG
BMP

# Цифровая модель местности/рельефа (ЦММ/ЦМР)

**Импорт ЦММ**

GeoTIFF elevation (*.tif)

**Экспорт ЦММ**

GeoTIFF elevation (*.tif)

**Импорт ЦММ**

**Экспорт ЦММ**

Arc/Info ASCII Grid (*.asc)
Band interleaved file format (*.bil)
XYZ (*.xyz)
GeoPackage (*.gpkg)
Sputnik KMZ (*.kmz)
Google Map Tiles (*.zip)
MBTiles (*.mbtiles)
World Wind Tiles (*.zip)
Tile Map Service Tiles (*.zip)

# Тайловая модель

**Импорт тайловой модели**

Agisoft Tiled Model (*.tls)

**Экспорт тайловой модели**

Agisoft Tiled Model (*.tls)
Agisoft Tile Archive (*.zip)
Cesium 3D Tiles (*.zip)
Scene Layer Package (*.slpk)
PhotoMesh Layer (*.zip)
OpenSceneGraph Binary (*.zip)
OpenSceneGraph Text (*.zip)

# Данные лазерного сканирования

**Импорт лазерных сканов**

ASTM E57 (*.e57)
PTX (*.ptx)
Dynamic Depth изображения (*.jpg, *.jpeg)

# Фигуры и контуры

**Импорт фигур**

Shape Files (*.shp)
DXF Files (*.dxf)
KML files (*.kml)
KMZ files (*.kmz)
GeoJSON files (*.geojson)
GeoPackage files (*.gpkg)
Survey Points (*.txt)

**Экспорт фигур/контуров**

Shape Files (*.shp)
DXF Files (*.dxf)
KML Files (*.kml)
KMZ Files (*.kmz)
GeoJSON files (*.geojson)
GeoPackage files (*.gpkg)
Survey Points (*.txt)

# Видео

**Импорт видео**

AVI (*.avi)

Flash video (*.flv)

MOV (*.mov)

MPEG-4 (*.mp4)

WMV (*.wmv)

**Экспорт видео**

AVI (*.avi)

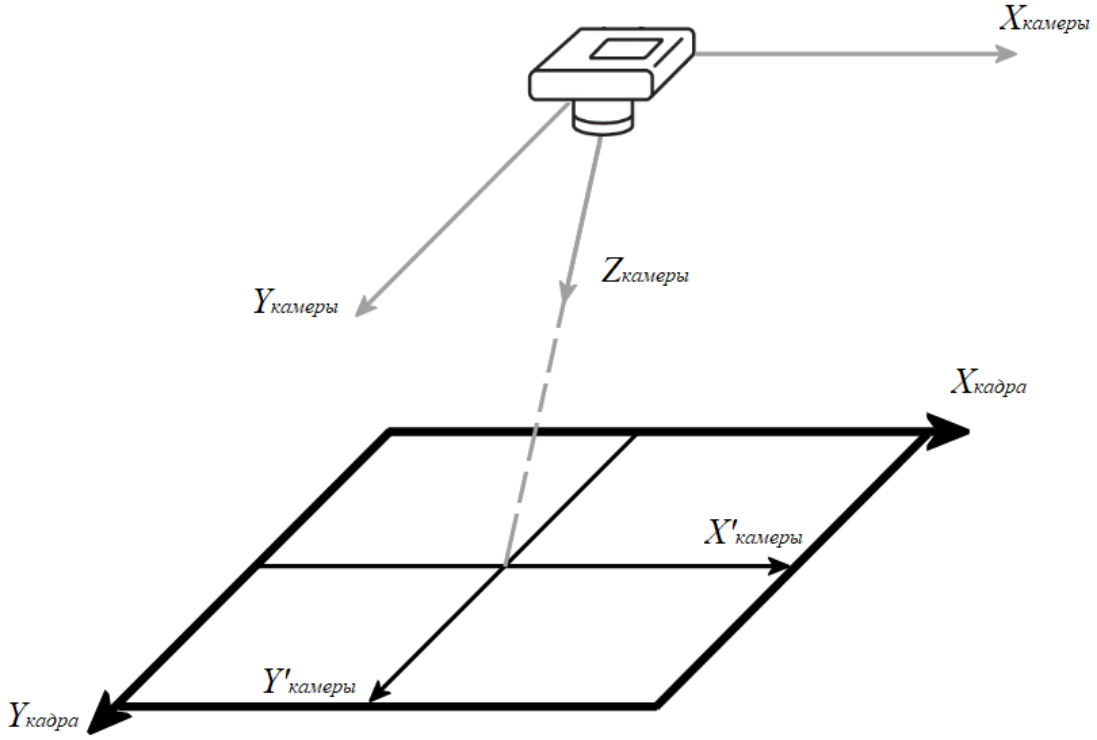
# Приложение C. Модели дисторсии камеры

Agisoft Metashape поддерживает несколько моделей дисторсии объективов. Перед началом обработки следует выбрать модель, наилучшим образом аппроксимирующую реальную дисторсию. Все модели действуют для камеры с центральной проекцией. Для описания нелинейных дисторсий применяется модель Брауна.

Модель дисторсии описывает трансформацию координат точки в локальной системе координат камеры в координаты в пикселях кадра (сенсора).

Начало координат локальной системы координат камеры находится в центре проецирования камеры. Ось Z указывает в направлении взгляда, ось X направлена вправо, ось Y - вниз.

Начало системы координат кадра (сенсора) находится в верхнем левом пикселе кадра, координаты центра которого (0.5, 0.5). Ось X направлена вправо, ось Y - вниз. Координаты кадра измеряются в пикселях.




Системы координат камеры и сенсора (кадра)

Ниже приведены уравнения для расчета проекции точек локальной системы координат камеры на плоскость кадра для каждой из поддерживаемых моделей дисторсии.

В уравнениях использованы следующие параметры:

(X, Y, Z) - координаты точки в локальной системе координат камеры,

(u, v) - координаты точки, в проекции на плоскость кадра (в пикселях),

f - фокусное расстояние (в пикселях),

$c_x$, $c_y$ - смещение кардинальной точки (в пикселях),

$K_1$, $K_2$, $K_3$, $K_4$ - коэффициенты радиальной дисторсии (безразмерные величины),

$P_1$, $P_2$ - коэффициенты тангенциальной дисторсии (безразмерные величины),

$B_1$, $B_2$ - коэффициенты аффинитета и неортогональности (в пикселях),

w - ширина кадра в пикселях,

h - высота кадра в пикселях.

# Кадровая камера

$x = X / Z$

$y = Y / Z$

$r = sqrt(x^2 + y^2)$

$x' = x(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_1(r^2+2x^2) + 2P_2xy)$

$y' = y(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_2(r^2+2y^2) + 2P_1xy)$

$u = w * 0.5 + c_x + x'f + x'B_1 + y'B_2$

$v = h * 0.5 + c_y + y'f$

# Камера "рыбий глаз"

$x_0 = X / Z$

$y_0 = Y / Z$

$r_0 = sqrt(x_0^2 + y_0^2)$

$x = x_0 * tan^{-1}r_0 / r_0$

$y = y_0 * tan^{-1}r_0 / r_0$

$r = sqrt(x^2 + y^2)$

$x' = x(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_1(r^2+2x^2) + 2P_2xy)$

$y' = y(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_2(r^2+2y^2) + 2P_1xy)$

$u = w * 0.5 + c_x + x'f + x'B_1 + y'B_2$

$v = h * 0.5 + c_y + y'f$

# Сферическая камера (равнопромежуточная проекция)

$u = w * 0.5 + f * tan^{-1}(X / Z)$

$v = h * 0.5 + f * \tan^{-1}(Y / \mathrm{sqrt}(X^2 + Z^2))$

где:

$f = w / (2 * pi)$

### Примечание

- Перед загрузкой в Metashape кадров для сферической (равнопромежуточной) модели камеры необходимо скорректировать все дисторсии, так как для данной модели камеры корректировка дисторсий не поддерживаются.
- В случае съемки панорам при помощи поворотной кадровой камеры или камеры "рыбий глаз" рекомендуется использовать исходные кадры в Metashape совместно с функцией для группы кадров "станция", не прибегая к помощи стороннего ПО для предварительного склеивания панорамы.

# Сферическая камера (цилиндрическая проекция)

$u = w * 0.5 + f * \tan^{-1}(X / Z)$

$v = h * 0.5 + f * Y / \mathrm{sqrt}(X^2 + Z^2)$

где:

$f = w / (2 * pi)$

### Примечание

- Перед загрузкой в Metashape кадров для сферической (цилиндрической) модели камеры необходимо скорректировать все дисторсии, так как для данной модели камеры корректировка дисторсий не поддерживаются.
- В случае съемки панорам при помощи поворотной кадровой камеры или камеры "рыбий глаз" рекомендуется использовать исходные кадры в Metashape совместно с функцией для группы кадров "станция", не прибегая к помощи стороннего ПО для предварительного склеивания панорамы.

# Приложение D. Значение некоторых сообщений об ошибках в Metashape

В некоторых случаях бывает затруднительно понять суть сообщение об ошибке в Metashape. Ниже приведен список наиболее вероятных причин некоторых ошибок, а также приведены рекомендации по возможному их устранению.

*Empty extent* - положение области реконструкции было изменено в процессе построения Тайловой модели или Ортофотоплана, то есть внутри области построения нет никакой информации или все камеры для этой области отключены.
*Empty camera list* - области построения ортофотоплана не соответствует ни одна камера (отсутствуют или отключены).
*Empty frame path* - для осуществления выбранной операции (например, Импорт ЦММ ) необходимо предварительно сохранить проект в формате PSX.
*Empty surface* - положение области реконструкции было изменено в процессе построения Полигональной модели, и область не содержит никакой информации.
*Index Overflow* - обычно такое сообщение наблюдается при использовании Произвольного(3D) типа поверхности для построения Полигональной модели на основе очень большого плотного облака точек. Чтобы уменьшить количество точек, можно использовать инструмент *Проредить плотное облако* из меню *Инструменты* или уменьшить рамку области реконструкции с помощью инструментов на основной панели режима просмотра *Модель*.
*Null dense point cloud* - плотное облако отсутствует для операций, использующих его в качестве основы (таких, как Классификация или построение ЦММ).
*Null model* - отсутствует полигональная модель для операций, связанных с ней (например, Упрощение модели).
*Null point cloud* - отсутствует разреженное облако для операции, связанных с ним (например, Построение полигональной модели).
*Media resource couldn't be resolved* - указывает, что на машине нет подходящего видеокодека. Рекомендуется установить "K-lite Codec pack" или другой схожий пакет, чтобы обеспечить чтение видео файла при его импорте. Установка дополнительных утилит не требуется.
*Some photos failed to align* - сообщение указывает, что некоторые изображения не были выровнены. Это может быть связано с плохим качеством снимка или недостаточным перекрытием. Рекомендуется попробовать выбрать снимки на панели *Проект* и в контекстном меню выбрать команду *Выровнять камеры*.
*Zero resolution* - положение области реконструкции было изменено перед операцией Построить плотное облако, и она не содержит никакой информации (в пределах области реконструкции почти нет связующих точек, поэтому карты глубины не могут быть построены).