

УДК 528.7

**ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЦИФРОВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ:  
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ****В.А. СКАКУН, В.В. ГОРОВЕЦ**  
(Представлено: М.В. Волошина)

*В статье рассмотрены специализированные программные продукты для фотограмметрической обработки данных, их возможности. Также описан процесс создания цифровой модели. Целью данной статьи является изучение особенностей процесса фотограмметрической обработки материалов для создания 3D – модели с использованием программы Agisoft Metashape.*

В настоящее время существует множество технологий, которые используются для создания 3D-моделей различных объектов: зданий, сооружений, промышленных объектов, лесов и других природных и искусственных объектов. Зачастую для создания подобных данных применяется лазерная съемка (LiDAR); однако еще одним методом создания 3D-данных в ГИС является цифровая фотосъемка. В результате которой по двум изображениям одного и того же объекта и получают надежные измерения высоты и глубины для нанесения на карту физических характеристик объекта. Если эти изображения получены как часть цифровой аэрофотосъемки, фотограмметрические методы позволяют картографировать территорию в 3D с определенной заданной точностью [1].

В целом, 3D-моделирование представляет собой процесс разработки математического представления любой поверхности объекта в трёх измерениях с помощью специализированного программного обеспечения. Продуктом трёхмерного моделирования является 3D-модель. Трёхмерные модели представляют собой физическое тело, использующее набор точек в трёхмерном пространстве, соединённых различными геометрическими объектами, такими как треугольники, линии, изогнутые поверхности и т. д. На их поверхности впоследствии могут накладываться различные текстуры [2].

Для обработки данных нужно специализированное программное обеспечение и компьютер, вычислительных мощностей которого хватит для создания ортофотоплана или 3D-модели.

Существует множество программных продуктов для обработки фотограмметрических данных, к примеру: Autodesk ReCap Pro, Agisoft Metashape, AliceVision Meshroom, Colmap, Bentley ContextCapture, DroneDeploy, Mic Mac, Open Drone Map, Pix4D, PhotoModeler, RealityCapture, Regard3D, Trimble Inpho, WebODM, 3DF Zephyr, и др. [3].

Для фотограмметрической обработки материалов на сегодняшний день наибольшее распространение в силу своих преимуществ получила программа Agisoft Metashape.

Программа Agisoft Metashape – универсальный инструмент для генерации трёхмерных моделей поверхности объектов съёмки по фотоизображениям этих объектов. Metashape с успехом применяется как для построения моделей предметов и объектов разных масштабов – от миниатюрных археологических артефактов до крупных зданий и сооружений, так и для построения моделей местности по данным аэрофотосъёмки и генерации матриц высот и ортофотопланов, построенных на основе этих моделей. Обработка данных в Metashape предельно автоматизирована – на оператора возложены лишь функции контроля и управления режимами работы программы [4].

Agisoft Metashape даёт возможность:

- 1) обрабатывать изображения, получаемые с помощью RGB– или мультиспектральных камер, включая мультикамерные системы,
- 2) преобразовывать снимки:
  - в плотные облака точек;
  - в текстурированные полигональные модели;
  - в геопривязанные ортофотопланы;
  - в цифровые модели рельефа/местности (ЦМР/ЦММ) [5].

Целью нашей работы является апробация применения фотосъёмки с обычного смартфона и применения фотограмметрических методов для обработки полученных данных для построения 3D-модели музея кафедры геодезии и геоинформационных систем Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой.

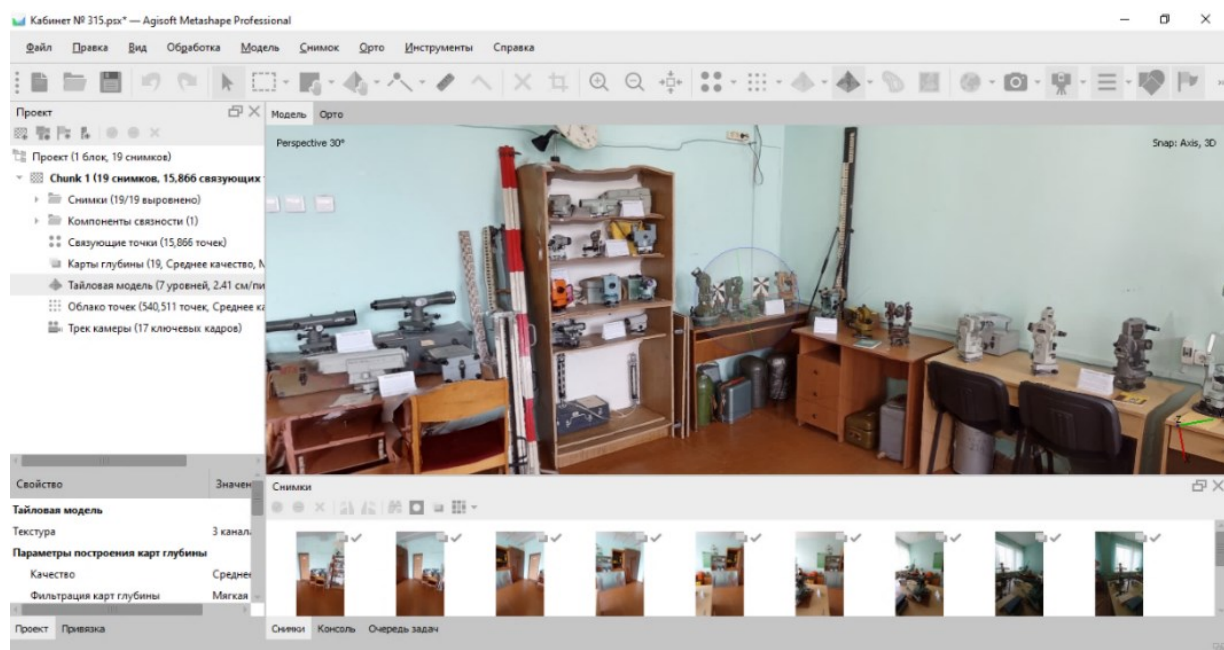
Работа по созданию 3D-модели музея включала нижеописанные этапы. Вначале были сделаны фотографии объекта на камеру смартфона. Далее загрузили полученные фотографии в Agisoft Metashape. Следующим этапом непосредственного создания модели является построение пространственной фототриангуляции (на этом этапе машинное зрение определяет положение и ориентацию камер (фотографий), после чего строится разряженное облако точек). Для запуска процесса необходимо выбрать «Обработка – Выровнять снимки».

После завершения предыдущей задачи на экране появилось разреженное облако точек, исходя из которого, можно оценить, правильно ли компьютерное зрение распознало геометрию объекта. При этом в левом окне отображается количество точек в разреженном облаке, и указано количество выравненных снимков. Перед переходом к следующему этапу необходимо почистить модель от лишних объектов в кадре и выбрать область реконструкции объекта. Это нужно для того, чтобы компьютер не обрабатывал геометрию ненужных объектов на следующих этапах. Тем самым меньше времени будет затрачено на обработку.

Следующим этапом является построение тайловой модели. Для этого нужно выбрать «Обработка – Построить тайловую модель», также можно выбрать построение полигональной модели, но для неё потребуется дополнительно построить текстуры. Данный этап – самый длительный из всех этапов создания модели в Agisoft Metashape.

Тайловая модель представляет собой особый формат модели, который содержит пирамиду масштабов модели в виде небольших блоков для каждого уровня, когда как полигональная модель – это единый монолитный блок. Обычно её выбирают для реконструкции крупных объектов, так как она позволяет визуализировать большие 3D-модели с высоким разрешением и детализацией. Полигональную модель в этом случае бывает проблематично построить. Для небольших объектов также можно строить тайловую модель для получения хорошей детализации, при том сразу после этапа выравнивания снимков – на основе карт глубин. Отдельно строить текстуру для тайловой модели не требуется [6].

В результате выполнения вышеперечисленных этапов с исходными снимками в Agisoft Metashape – получили необработанную модель, представленную на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Фрагмент тайловой модели музея кафедры геодезии и геоинформационных систем**

Визуальный анализ полученной модели выявил некоторые ошибки при построении модели, представленные на рисунке 2. Так, верхние полки шкафа с приборами имеют волнообразную форму, в то время как в реальности полки шкафа являются ровными, а также плохая детальность приборов. Однако, данные изъяны можно исправить.

Для устранения возникших проблем модели после анализа ошибок модели было решено:

- использовать другой сценарий съемки: двигаться спиной к стене и снимать стену напротив нас, не снимая из одной точки в центре помещения;
- разнести точки, с которых производится фотографирование;
- выполнить съемку с нескольких уровней (несколько маршрутов);
- для сложных мест сделать дополнительные снимки.

После того как будут устранены недочёты, модель становится пригодной для дальнейшего редактирования. Для этого модель нужно экспортировать в формат, который можно использовать в других программах, выполняется с помощью команд «Файл – Экспорт – Экспорт тайловой модели».

Стоит отметить, что Agisoft Metashape поддерживает прямую загрузку результатов обработки (разреженное и плотное облака точек, полигональная и тайловая модели и др.) на различные онлайн ресурсы: 4DMapper, Mapbox, Melown Cloud, Picterra, PointBox, Pointscene, Sketchfab, Sputnik.



Рисунок 2. – Фрагмент тайловой модели (шкаф с приборами)

В результате проведенного анализа съемки мы пришли к выводу, что для достижения более качественных и точных результатов необходимо учитывать множество факторов, влияющих на итоговое изображение. Основные проблемы, такие как неровности и несовпадения в фокусировке, можно устранить, изменив сценарий съемки и подход к освещению. Важно использовать различные точки съемки и уровни, а также применять дополнительные меры, такие как использование штатива и улучшение условий освещения. Применение этих рекомендаций позволит значительно повысить качество фотографий и избежать подобных недостатков в будущем. Вследствие этого повысится качество получаемой модели, которая будет пригодна для дальнейшего использования, к примеру создания виртуального тура по музею.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Извлечение 3D-зданий с помощью фотограмметрии: решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.arcgis.com/ru/projects/extract-3d-buildings-using-photogrammetry/> – Дата доступа: 11.09.2024.
2. Применение материалов комплексной аэро-, наземной и лидарной съемки при создании трехмерной модели местности населенных пунктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/primeneniye-materialov-kompleksnoy-aero-nazemnoy-i-lidarnoy-syemki-pri-sozdanii-trekhmernoy-modeli-mestnosti-naselennykh-punktov> – Дата доступа: 11.09.2024.
3. Лучшее программное обеспечение для фотограмметрии решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lider-3d.ru/blog/obzory/luchshee-programmnoe-obespechenie-dlya-fotogrammetrii/> – Дата доступа: 18.09.2024.
4. Создание топокарт и планов по данным БПЛА на базе PhotoScan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gisinfo.ru/techno/photoscan.htm> – Дата доступа: 18.09.2024.
5. Agisoft Metashape Professional [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.geoscan.ru/ru/software/agisoft/metashape\\_pro](https://www.geoscan.ru/ru/software/agisoft/metashape_pro) – Дата доступа: 27.09.2024.
6. Пошаговое руководство «Построение 3D-модели здания в программе Agisoft Metashape 1.6» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.agisoft.com/pdf/MS\\_1.6\\_tutorial\\_ru\\_3D\\_Model.pdf](https://www.agisoft.com/pdf/MS_1.6_tutorial_ru_3D_Model.pdf) – Дата доступа: 29.09.2024.