

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА «ДВОРЕЦ ЧАПСКИХ» НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Ф. П. Юзефович

кафедра геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики
Белорусского государственного университета, г. Минск, filyuzef@gmail.com

А. А. Топаз

к.г.н., доцент кафедры геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и
геоинформатики Белорусского государственного университета

В работе рассматривается технология создания 3D-модели культурно-исторического объекта «Дворец Чапских», находящегося в аг. Прилуки, на основе данных, полученных специалистами предприятия «БелПСХАГИ» в результате съемки беспилотным летательным аппаратом. Рассмотрены основные задачи, выполняемые в программе Agisoft Metashape. Отображены этапы создания данной модели здания, а также произведено сравнение тайловой и полигональной модели здания. Сделан вывод о целесообразности построения данной модели

Ключевые слова: аэрофотосъемка; 3D-модель; Agisoft Metashape; обработка; плотное облако точек; тайловая модель; полигональная модель.

В настоящее время трёхмерное моделирование является очень перспективным направлением во многих сферах жизни. С его помощью можно отобразить в объёме не только существующие, но и проектируемые объекты. Идеальным вариантом для съёмки существующих объектов являются беспилотные летательные аппараты.

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.

Для создания 3D-модели были выполнены аэрофотосъёмочные работы, в результате которых двумя беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) были получены 1655 изображений культурно-исторического объекта «Дворец Чапских»: 875 снимков – с БПЛА DJI Phantom 4 Pro v2.0 и 780 – с БПЛА DJI Mavic Mini [1–2]. Следует отметить, что на каждой отснятой фотографии сохраняются GPS-координаты (геотаггинг), что сильно упрощает построение и привязку 3D-модели.

Построение трёхмерной модели культурно-исторического объекта «Дворец Чапских» осуществлялось в рамках производственной практики на предприятии «БелПСХАГИ» в программе Agisoft Metashape, в которой реализована современная технология создания трехмерных моделей высокого качества на основе цифровых фотографий.

Для реконструкции 3D-модели объекта Agisoft Metashape позволяет использовать фотографии, снятые любыми цифровыми фотокамерами с любых ракурсов (при условии, что каждый элемент реконструируемой сцены виден как ми-

нимум с двух позиций съемки). Процесс создания трехмерной модели полностью автоматизирован [3].

Основные задачи, решаемые пользователями при помощи программы Metashape – восстановление 3D поверхности, построение ортофотоплана и ЦММ. Работа по построению 3D-модели дворца Чапских выполнялась в четыре этапа:

Первый этап – добавление снимков. В данной программе имеется так называемый *Блок* (Chunk), в котором выполняются все операции построения и хранятся результаты. Блоков в проекте может быть несколько, в каждом может быть своя система координат, наборы снимков с разных камер. В диалоговом окне «Добавить снимки» был указан путь к папке со снимками, выделены и открыты файлы, которые необходимо добавить.

На втором этапе Metashape определяет положение камер и строит разреженное облако точек на основании снимков. В меню «Обработка» выбирается пункт «Выровнять снимки». В диалоговом окне «Выровнять снимки» были выбраны необходимые параметры.

На третьем этапе, основываясь на рассчитанных положениях снимков, программа вычисляет карты глубины для каждой камеры и строит плотное облако точек.

В меню «Обработка» был выбран пункт «Построить плотное облако». Результат построения плотного облака показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Результат построения плотного облака точек

На четвертом этапе на основании созданного облака точек строится тайловая или полигональная 3D-модель. Тайловая модель представляет собой особый формат модели, который содержит пирамиду масштабов модели в виде небольших блоков для каждого уровня, тогда как полигональная модель – это единый монолитный блок [4].

Результаты построения обеих моделей изображены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Сравнение общего вида 3D-модели дворца Чапских: тайловая модель (сверху) и полигональная модель (снизу)

Можно заметить, что полигональная модель выглядит хуже, чем тайловая. Особенно это видно при приближении к мелким деталям, что видно на рисунке 3.



Рисунок 3 – Сравнение тайловой (сверху) и полигональной (снизу) моделей построения 3D-объектов на примере мелких деталей объекта (крыши дворца)

Полигональная модель выглядит более «смазанной», в то время как тайловая более четкая. Причина данного различия кроется в том, что несколько блоков с меньшим количеством информации, как в тайловой модели, программа об-

работывает с менее выраженными погрешностями, чем в одном блоке с большим количеством информации, как в полигональной модели.

Оценка точности построения модели представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Средняя ошибка по координатам центров фотографирования.

X – долгота, Y – широта, Z – высота.

Ошибка, X (м)	Ошибка, Y (м)	Ошибка, Z (м)	Ошибка XY (м)	Общая ошибка (м)
0,700211	0,60121	9,60099	0,922902	9,64525

Стоит отметить большую ошибку в высотном положении модели, однако, если речь идёт об отдельном моделируемом объекте вне связи с окружающей поверхностью, то данной погрешностью можно пренебречь.

Целесообразность разработки подобной модели заключается в трехмерном представлении поверхности вместо привычного двухмерного (различного типа карты, планы). Основная проблема создания таких объектов – объем информации: общий размер снимков, на основе которых была создана данная 3D-модель, составляет более 10 ГБ; объем памяти, занимаемый трехмерной моделью небольшого населенного пункта, будет составлять более сотни гигабайт. Поэтому следует вывод, что будущее трехмерного моделирования тесно связано с облачными технологиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Mavic Mini // DJI [Electronic resources]. Mode of access: <https://www.dji.com/mavic-mini>.
2. Phantom 4 Pro v2.0 [Electronic resources]. Mode of access: <https://www.dji.com/phantom-4-pro-v2>.
3. Making 3D for the web [Electronic resources]. Mode of access: <https://jolicode.com/blog/making-3d-for-the-web>.
4. 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.