

С. А. Арбузов¹, В. В. Дедкова^{1}*

Применение цифровых макетных снимков в фотограмметрии

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
*e-mail: dedkova.val@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований по созданию цифровых макетных снимков с целью их дальнейшего использования в научно-исследовательской деятельности и учебном процессе. Цифровой макетный снимок представляет собой растровое изображение, смоделированное в специально разработанной программе в соответствии с фотограмметрическими уравнениями. Данная программа позволяет создавать снимки с различными параметрами, в том числе, по параметрам реальных цифровых камер. Были сгенерированы 40 снимков, имитирующих реальную аэрофотосъемку в четырех маршрутах. Выполнена фотограмметрическая обработка полученных материалов в программном обеспечении Agisoft Metashape, построен ортофотоплан. Данная программа внедрена в образовательный процесс СГУГиТ с целью развития практических навыков и закрепления теоретических знаний фотограмметрии для обучающихся профиля «Дистанционное зондирование природных ресурсов».

Ключевые слова: фотограмметрическое программное обеспечение, макетный снимок, точность результата, фотограмметрия, аэрофотосъемка, фотограмметрическая обработка

S. A. Arbuzov¹, V. V. Dedkova^{1}*

The use of benchmark images in photogrammetry

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: dedkova.val@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of experimental studies on the creation of digital benchmark images for the purpose of their further use in research and educational process. A digital benchmark image is a bitmap image modeled in a specially developed program in accordance with photogrammetric equations. This program allows to create images with various parameters, including the parameters of real digital cameras. 40 images were generated simulating real aerial photography in four routes. Photogrammetric processing of the obtained materials was performed in the Agisoft Metashape software, an orthophotoplan was built. This program has been introduced into the educational process of SSUGT in order to develop practical skills and consolidate theoretical knowledge on photogrammetry for students of «Remote sensing of natural resources».

Keywords: photogrammetric software, benchmark image, accuracy of result, photogrammetry, aerial survey, photogrammetric processing

Введение

Цель исследования заключалась в разработке программы для построения цифровых макетных снимков и их дальнейшего использования в научно-исследовательской и образовательной деятельности.

Для достижения цели было необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ опыта применения макетных снимков в фотограмметрии;
- исследовать способы построения цифровых макетных снимков;
- разработать программу для моделирования цифровых макетных снимков [1];
- построить макетные снимки, выполнить их обработку.

Традиционно макетные снимки использовались для исследования инструментальной точности фотограмметрических приборов, однако с развитием информационно-вычислительных технологий данная задача не потеряла актуальности и для проверки современного фотограмметрического программного обеспечения (ПО).

Укрупненно макетные снимки можно классифицировать на три вида: физические, аналитические и цифровые [2, 3]. Для целей исследования фотограмметрического ПО подходят цифровые макетные снимки. Цифровой макетный снимок представляет собой растровое изображение, смоделированное с помощью специальной программы, в основе которой заложены строгие фотограмметрические уравнения [4–7].

Методы и материалы

Для проведения эксперимента использованы следующие материалы:

- разработана программа для построения цифровых макетных снимков Im_Shutter [1];
- выполнено моделирование цифровых макетных снимков, и проведена их фотограмметрическая обработка в ПО Agisoft Metashape [8].

Результаты

Разработанная программа позволяет моделировать снимки с различными параметрами. Для формирования макетного снимка используются формулы связи координат точек снимка и местности. Исходя из заданной выдержки фотографирования и приращений элементов внешнего ориентирования, определяется положение проекции каждого пикселя на ортофотоплане, с которого формируется снимок. Высота местности определяется из матрицы высот или устанавливается оператором.

Для проведения эксперимента создавался снимок по параметрам реальной цифровой камеры Sony Alpha A6000 со шторно-щелевым затвором на основе фрагмента эталонного ортофотоплана с сеткой контрольных крестов, нанесенных через 20 м, участка аэрофотосъемки Ленинского района, размер кадра $6\,000 \times 4\,000$ пикселей, фокусное расстояние 20 мм (5 000 пикселей), и координатами главной точки $x_0 = 3\,000$ пикселей и $y_0 = 2\,000$ пикселей, представлен на рис. 1 [9, 10].

В ходе эксперимента выполнено моделирование аэрофотосъемки, включающей четыре маршрута в продольном направлении, общее количество снимков составило 40. На рис. 2 представлена схема блока снимков в ПО Agisoft Metashape.



Рис. 1. Цифровой макетный снимок

В ходе эксперимента выполнено моделирование аэрофотосъемки, включающей четыре маршрута в продольном направлении, общее количество снимков составило 40. На рис. 2 представлена схема блока снимков в ПО Agisoft Metashape.

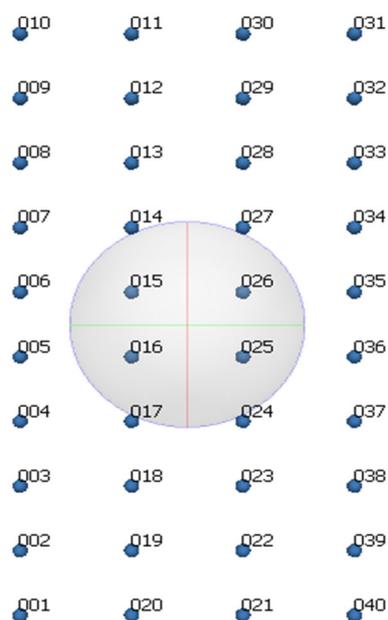


Рис. 2. Схема расположения снимков в маршрутах моделируемой аэрофотосъемки

Результаты уравнивания сети пространственной фототриангуляции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты уравнивания сети пространственной фототриангуляции, полученные в ходе фотограмметрической обработки макетных снимков

Алгоритм обработки	Точки	СКП X, м	СКП Y, м	СКП Z, м	СКП XY, м
Без компенсации влияния шторно-щелевого затвора	Опорные	0,0020	0,0012	0,0007	0,0023
	Контр.	0,0074	0,0089	0,0040	0,0115

На рис. 3 представлен ортофотоплан, полученный в результате обработки макетных аэрофотоснимков.



Рис. 3. Ортофотоплан, полученный в результате обработки цифровых макетных снимков

Обсуждение

Функциональные возможности разработанной программы [1] позволяют моделировать цифровые макетные снимки с искажениями, вызванными линейными и угловыми перемещениями воздушного судна в пространстве, что может быть использовано для проверки алгоритмов обработки материалов аэрофото-

съемки в специализированных фотограмметрических программных продуктах. Так, например, при моделировании макетного снимка, полностью имитирующего снимок, полученный камерой со шторно-щелевым затвором, появляется возможность исследования программных алгоритмов компенсации влияния эффекта шторно-щелевого затвора [10].

Разработанная программа внедрена в учебный процесс СГУГиТ для проведения лабораторных работ по специальным дисциплинам профиля «Дистанционное зондирование природных ресурсов». С помощью данной программы обучающиеся могут моделировать снимки и обрабатывать их в зависимости от заданных параметров, таким образом осваиваются не только навыки работы со специализированными программными продуктами, но и закрепляются теоретические знания фотограмметрии.

Заключение

В ходе выполнения экспериментальных исследований поставленная цель достигнута, и решены задачи:

- выполнен анализ опыта применения макетных снимков в фотограмметрии;
- исследованы способы построения цифровых макетных снимков;
- разработана программа для моделирования цифровых макетных снимков;
- смоделирована аэрофотосъемка по макетным снимкам, выполнена фотограмметрическая обработка полученных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021669829 Российская Федерация. Im_Shutter : № 2021669542 : заявл. 03.12.2021 : опубл. 03.12.2021 / С. А. Арбузов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий».
- 2 Комиссаров А. В. Анализ методик создания макетных снимков для проверки точности фотограмметрических построений / А. В. Комиссаров, В. В. Дедкова // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 47–56. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-2-47-56.
- 3 Никитин В. Н. Создание макетных снимков площадной аэрофотосъемки с использованием ArcGIS / В. Н. Никитин, Е. Ю. Сахарова, А. Е. Червова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 95–100.
- 4 Михайлов, А. П. Фотограмметрия : учебник / А. П. Михайлов, А. Г. Чибуничев; под общ. ред. А. Г. Чибуничева. – Москва : МИИГАиК, 2016. – 294 с.
- 5 Назаров, А. С. Фотограмметрия : пособие для студентов вузов / А. С. Назаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ТетраСистемс, 2010. – 400 с. : ил.
- 6 Лобанов, А. Н. Фотограмметрия : учебник для вузов / А. Н. Лобанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1984. – 552 с.
- 7 Гук, А. П. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебник / А. П. Гук, Г. Конечный. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 248 с.

8 Agisoft Metashape. Руководство пользователя // Agisoft : [сайт]. – 2022. – URL: <https://www.agisoft.com>.

9 Дедкова В. В. Совершенствование методики обработки материалов аэрофотосъемки с беспилотного воздушного судна для трехмерного моделирования территорий : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по направлению 1.6.19. – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия / Дедкова Валерия Вячеславовна. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022.

10 Дедкова, В. В. Исследование точности формирования снимка камерами со шторно-щелевым затвором при съемке с беспилотных воздушных судов / В. В. Дедкова // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 54–60. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-54-60.

© С. А. Арбузов, В. В. Дедкова, 2024