

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ ОРТОФОТОПЛАНА ПО СНИМКАМ С БОЛЬШИМИ УГЛАМИ НАКЛОНА, ПОЛУЧЕННЫХ С БПЛА

Денис Вадимович Арутюнов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (953)768-74-10, e-mail: qwerty02059682@gmail.com

В статье отражена методика построения ортофотоплана. Приведена технологическая схема обработки данных БПЛА в Photomod. Приведены итоговые результаты обработки в виде ортофотопланов. Приведена технология построения точечных объектов для дальнейшего анализа ошибок. Произведен расчет построенных точек в Excel для дальнейшего анализа ошибок. Проанализированы ошибки исходя из допусков, которые предложены в инструкции по топографической съемке.

Ключевые слова: фотограмметрия, аэрофотосъемка, цифровая фотограмметрическая система, ортофотоплан, беспилотный летательный аппарат, картография, снимок, обработка данных

RESEARCH OF THE METHOD OF ORTHOPHOTOMAP DECIVED FROM UAV IMAGES WITH LARGE TILT ANGLES

Denis V. Arutyunov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, phone: (953)768-74-10, e-mail: qwerty02059682@gmail.com

The article reflects the method of orthophotomap decivention. The flow diagram of UAV data processing in Photomod is presented. The final processing results are presented in the form of an orthophotomap. The technology for constructing point objects for further error analysis is presented. The calculation of the plotted points in Excel for further error analysis was performed. Errors based on the tolerances that are proposed in the instructions for topographic survey are analyzed.

Keywords: photogrammetry, aerial photography, digital photogrammetric system, orthophotomap, unmanned aerial vehicle, cartography, snapshot, data processing

Введение

На данный момент времени существует множество методик и программных комплексов с помощью которых осуществляется построение ортофотопланов по снимкам с БПЛА.

Программные комплексы или ЦФС – это цифровые фотограмметрические системы, предназначенные для обработки данных дистанционного зондирования Земли.

Актуальными на сегодняшний день ЦФС являются: Photomod и PhotoScan.

Методика обработки данных аэрофотосъемки напрямую зависит от того, какое ПО будет выбрано пользователем.

Цель исследования – рассмотреть методику построения ортофотоплана по данным БПЛА с помощью ЦФС Photomod и выполнить оценку точности по натурным измерениям.

Объектом исследования выступают снимки, полученные с БПЛА шахты им. Кирова, Кемеровская область.

Предметом исследования выступает методика создания ортофотоплана по снимкам с большими углами наклона.

Эксперименты

Информационной базой исследования послужили сведения компании Ракурс, которая является лидером в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования, а также инструкция по топографической съемке в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

Методика построения ортофотоплана с помощью ЦФС Photomod представлена на рис. 1.

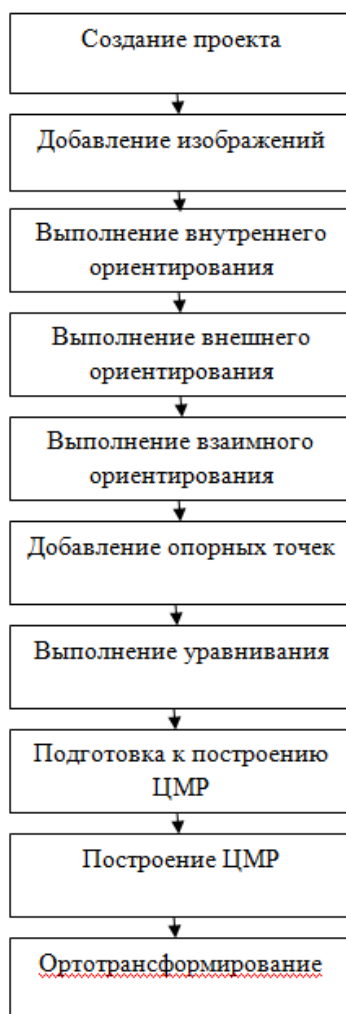


Рис. 1. Технологическая схема обработки данных БПЛА в ЦФС Photomod

На рис. 1 представлены этапы обработки данных БПЛА с помощью ЦФС Photomod на территорию шахты им. Кирова, Кемеровской области. Посредством обработки данных были получены ортофотопланы исходного и рабочего проекта (рис. 2).



Рис. 2. Ортофотопланы на территорию шахты им. Кирова, Кемеровская область

После построения ортофотопланов необходимо проанализировать СКО и убедиться в том, что они не превышают допуск.

Для анализа данных СКО будет построено 60 точечных объектов с помощью ПО MapInfo.

На рис. 3 представлена технология построения точечных объектов, результаты построений приведены на рис. 4.

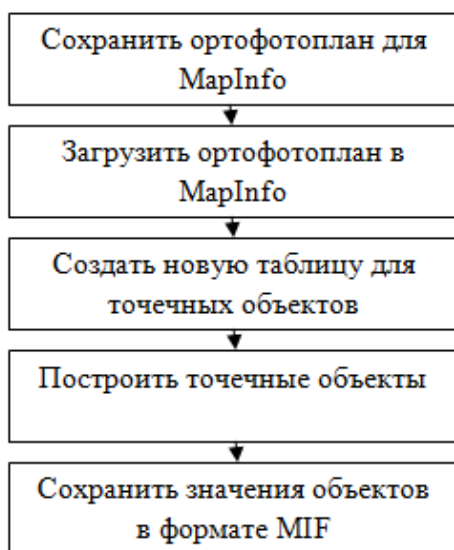


Рис. 3. Технология построения точечных объектов в ПО MapInfo

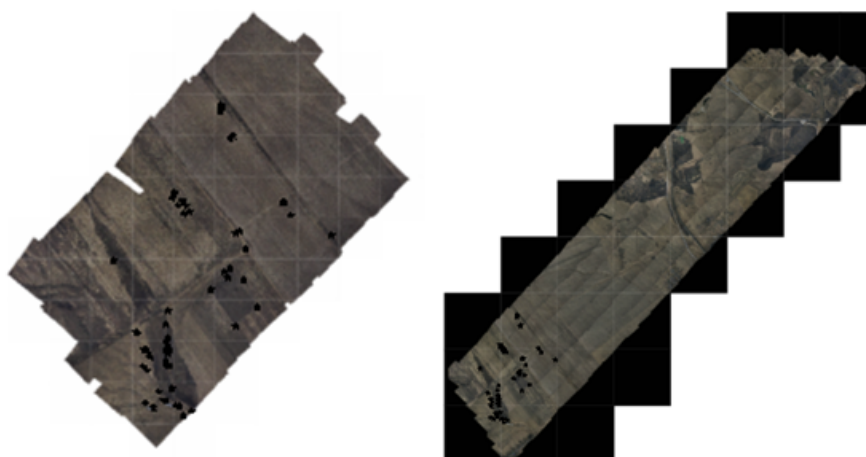


Рис. 4 – Ортофотопланы с построенными точками

После построения точечных объектов была сформирована таблица в ПО Excel с геодезическими координатами и их измерениями.

Геодезические координаты и их измерения

№ п/п	Геодезические измерения		Геодезические измерения		Геодезические измерения	
	Y	X	Y	X	ΔX	ΔY
1	37925,55	55868,41	37925,66	55868,52	-0,11	-0,11
2	38445,61	57248,69	38445,74	57248,86	-0,13	-0,17
3	37972,93	55760,33	37973,03	55760,4	-0,10	-0,07
4	38006,67	55714,74	38006,99	55714,76	-0,32	-0,02
5	37969,44	55650,35	37969,33	55650,52	0,11	-0,17
6	37989,00	55627,80	37989,31	55627,8	-0,31	0,00
7	38062,66	55500,02	38063,02	55499,95	-0,36	0,07
8	38099,12	55443,53	38099,27	55443,76	-0,15	-0,23
9	38188,76	55407,57	38189,1	55407,63	-0,34	-0,06
10	37982,87	55430,19	37983,11	55430,24	-0,24	-0,05
СКО					0,217941	0.129306
Средние ошибки					0,180167	0.5405
Утроенные средние					0,101	0.303
Результирующая СКО					0,31939	

В таблице были произведены расчеты следующих ошибок:

– среднеквадратическое отклонение;

- средние ошибки;
- утроенные средние ошибки;
- результирующая СКО.

Полученные результаты, приведенные в таблице, были проанализированы согласно инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

Согласно инструкции, средние ошибки в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочного обоснования не должны превышать 0,5 мм, а в горных районах 0,7 мм. На территориях с капитальной и многоэтажной застройкой ошибки во взаимном положении на плане точек близлежащих важных контуров (капитальных сооружений, зданий и т.п.) не должны превышать 0,4 мм.

Таким образом, полученные в ходе обработки данных ортофотопланы на территорию шахта им. Кирова, Кемеровская область могут быть использованы для создания топографических планов и карт, так как рассчитанные ошибки не превышают допуск.

Заключение

В статье была рассмотрена методика построения ортофотоплана по снимкам с большими углами наклона с БПЛА на территорию шахты им. Кирова, Кемеровская область с помощью ЦФС Photomod.

Была приведена технологическая схема посредством которой получили ортофотопланы представленные на рис. 1.

Были построены точечные объекты с помощью ПО MapInfo для анализа ошибок:

- средние ошибки;
- среднеквадратичное отклонение;
- утроенные средние ошибки;
- результирующая СКО.

Были произведены расчеты построенных точек в ПО Excel для анализа ошибок представленных в таблице.

Были проанализированы ошибки согласно инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цифровая фотограмметрическая система PHOTOMOD. Версия 6.86. Руководство пользователя. Обработка данных беспилотных летательных аппаратов. // gacurs программные решения в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования URL: <http://www2.gacurs.ru/download/docs6/rus/uas.pdf> (дата обращения: 17.03.2021).

2. Руководство пользователя AgisoftPhotoScanProfessionalEdition, версия 1.2 // AgisoftURL: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_ru.pdf (дата обращения: 17.03.2021).

3. Лаврова Н.П., Стеценко А.Ф. Аэрофотосъемка. Аэрофотосъемочное оборудование. М.: Недра, 1981. 17 с.

4. Гузиекова С.А., Воронцова З.И. Современные методы получения геодезической информации // *Фундаментальные и прикладные исследования в современной науке: сб. статей Международной научно-практической конференции*. 2017. С. 52-54
5. Лобанов А. Н., Журкин И. Г. Автоматизация фотограмметрических процессов. М.: Недра, 1980. - 240 с.
6. Лобанов А. Н. Фотограмметрия: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1984. 552 с.
7. Назаров А. С. Фотограмметрия: Учеб. пособие для студентов вузов. Минск: ТетраСистемс, 2006. 368 с.
8. Новаковский Б. А., Пермьяков Р. В., Каргашин П. Е. РНОТОМОД и тематическое картографирование // *Геодезия и картография*. 2012. № 6. С. 33-40
9. Документация по РНОТОМОД [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.racurs.ru/?page=592. - Дата доступа: 17.03.2021.
10. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов: ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. - М.: ЦНИИГАиК, 2002. - 48 с.
11. Изготовление фотопланов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://vuzlit.ru/982669/izgotovlenie_fotoplanov. - Дата доступа: 17.03.2021.
12. Цифровая модель TIN [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2622569/page:25/>. - Дата доступа: 17.03.2021.
13. А.П. Михайлов, А.Г. Чибуничев Фотограмметрия. - М.: МИИГАиК, 2016. - 294 с.
14. Руководство пользователя AgisoftPhotoScanProfessionalEdition, версия 1.2 // AgisoftURL: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_ru.pdf (дата обращения: 17.03.2021).
15. Геодезия, создание ортофотопланов: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.geoscan.aero/ru/application/geodesia>. (17.03.2021).

© Д. В. Арутюнов, 2021