

А. С. Гордиенко^{1}*

Исследование свободного программного обеспечения для фотограмметрической обработки аэроснимков

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: a.s.gordienko@sgugit.ru

Аннотация. В статье приведено исследование свободного программного обеспечения (ПО) для фотограмметрической обработки аэроснимков – PHOTOMOD lite и E-foto. Программы рассматривались с точки зрения использования для образовательных целей. В ходе выполнения работ был осуществлен обзор и анализ свободного фотограмметрического ПО, проведена обработка аэроснимков в PHOTOMOD lite и E-foto. Выполнено построение фотограмметрической модели, созданы цифровые модели рельефа (ЦМР), осуществлено ортотрансформирование и оценка точности. Сделан вывод об эффективности использования данных программных продуктов в учебном процессе. PHOTOMOD lite обладает более широкими функциональными возможностями, а E-foto позволяет более детально изучать реализованные в ней алгоритмы и дополнять их.

Ключевые слова: PHOTOMOD lite, E-foto, ЦМР, ортофотоплан, оценка точности

A. S. Gordienko^{1}*

Research of free software for photogrammetric processing of aerial images

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: a.s.gordienko@sgugit.ru

Abstract. The article presents research of free software for photogrammetric processing of aerial images - PHOTOMOD lite and E-foto. The programs were considered use for educational purposes. During the work, a review and analysis of free photogrammetric software was carried out, and aerial images were processed in PHOTOMOD lite and E-foto. A photogrammetric model was built, digital elevation models (DEMs) were created, orthorectification and accuracy assessment were carried out. A conclusion is made about the effectiveness of using these software products in the educational process. PHOTOMOD lite has wider functionality, and E-foto allows you to study the algorithms implemented in it in more detail and supplement them.

Keywords: PHOTOMOD lite, E-foto, DEM, mosaic, accuracy

Введение

В России хорошо известна популярная программа для осуществления фотограмметрической обработки снимков – PHOTOMOD. Разработчиком данной программы является компания «Ракурс», которая совершенствует ее функциональные возможности и осуществляет поддержку конечных пользователей. Важ-

ным моментом является то, что помимо полнофункциональной коммерческой версии ПО есть и демо версия, которая не имеет ограничения по времени использования, а только на объемы обрабатываемых данных. Несмотря на это, программное обеспечение PHOTOMOD lite успешно используется для образовательных целей.

С 2004 года лабораторией фотограмметрии и дистанционного зондирования Государственного Университета Рио-де-Жанейро в Бразилии разрабатывается и совершенствуется цифровая фотограмметрическая программа E-foto, которая является открытой учебной фотограмметрической системой. В данной программе возможно осуществлять полный комплекс фотограмметрических работ [1–6]. Блок-схема алгоритма обработки снимков в ПО E-foto представлена на рис. 1.

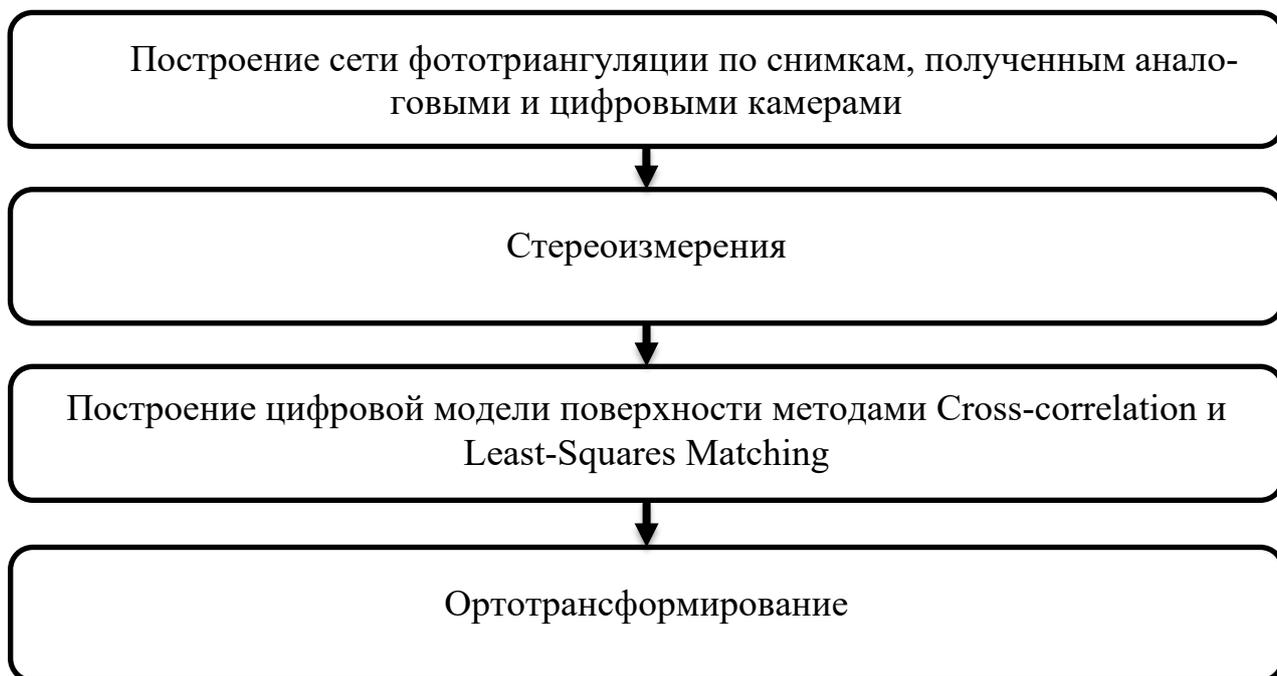


Рис. 1. Блок-схема алгоритма обработки снимков в ПО E-foto

Таким образом, целью данной работы является исследование возможностей свободного программного обеспечения (PHOTOMOD lite и E-foto) для фотограмметрической обработки аэроснимков в образовательных целях.

Задачи:

- выполнить обзор и анализ свободного фотограмметрического ПО для образовательных целей,
- осуществить фотограмметрическую обработку аэроснимков в PHOTOMOD lite и E-foto с целью создания ортофотоплана,
- оценить точность, полученной фотограмметрической продукции,
- сформулировать выводы и рекомендации по применению специализированного программного обеспечения для образовательных целей.

Методы и материалы

Выполнение данного исследования осуществлялось по снимкам, полученным камерой DMC II 250. Для внешнего ориентирования снимков использовались опорные точки.

Сравнительный анализ выбранных программных продуктов выполнялся на основе стандартной фотограмметрической обработки данных:

- построение модели по снимкам,
- создание цифровой модели рельефа,
- ортотрансформирование.

Кроме перечисленного, осуществлялась работа по полученной модели в стереорежиме.

В программе PHOTOMOD цифровая модель рельефа создавалась методом Semi-Global Matching (SGM). В программе E-foto ЦМР была построена методом наименьших квадратов (Least-Squares Matching). Обе модели рельефа были сформированы с размером ячейки 3 метра, так как ограничения ПО не позволяло использовать более высокие по точности параметры. Результирующие ЦМР представлены на рис. 2.

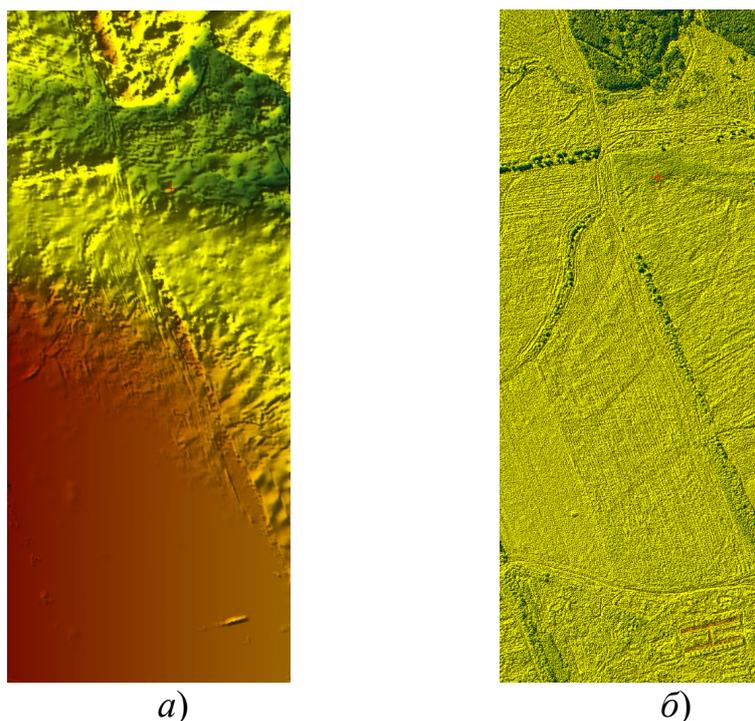


Рис. 2. Цифровая модель рельефа: а) PHOTOMOD; б) E-foto

Далее выполнялось ортотрансформирование с помощью полученных цифровых моделей рельефа (рис. 3).



а)

б)

Рис. 3. Фрагмент ортофотоплана: а) PHOTOMOD; б) E-foto

Результаты

В ходе выполнения экспериментов были получены элементы внешнего ориентирования снимков (табл. 1).

Таблица 1

Элементы внешнего ориентирования снимков

Получены	Номера снимков	Элементы внешнего ориентирования снимков					
		X	Y	Z	ω	φ	κ
Измерения	91	414114,89	6171442,99	3027,88	0,017	0,005	89,288
	92	414104,45	6170624,94	3033,16	0,019	0,009	89,298
PHOTOMOD	91	414113,17	6171448,22	3026,57	-0,080	-0,031	89,287
	92	414104,40	6170631,21	3033,59	-0,098	0,003	89,294
E-foto	91	414116,08	6171443,47	3026,66	0,011	0,018	89,288
	92	414105,29	6170627,13	3032,42	-0,023	0,013	89,293

Результаты оценки точности ортофотопланов созданных в разном программном обеспечении представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка точности ортофотопланов

ПО	Средние ошибки					
	Опорные точки			Контрольные точки		
	ΔX , м	ΔY , м	ΔL , м	ΔX , м	ΔY , м	ΔL , м
PHOTOMOD	0,207	0,724	0,753	1,202	-0,244	1,227
E-foto	-1,324	0,526	1,425	-5,899	-1,861	6,186

Обсуждение

Результаты фотограмметрической обработки стереопары снимков, полученные в данном исследовании, показывают существенное отличие между ортофотопланами, созданными в программах PHOTOMOD lite и E-foto. Расхождение в ошибках на опорных и контрольных точках можно объяснить тем, что для ортотрансформирования использовались цифровые модели рельефа, полученные разными методами, кроме того, из-за ограничений ПО, размер элемента ЦМР и ортофотоплана был выбран 3 метра. Таким образом, некоторые опорные и контрольные точки было сложно распознать на ортофотоплане, чтобы осуществить оценку точности.

Заключение

Выполнив фотограмметрическую обработку снимков в программах PHOTOMOD lite и E-foto, а также изучив интерфейс каждой, можно сделать заключение о том, что PHOTOMOD lite определенно имеет более широкие функциональные возможности, привычен и интуитивно понятен. E-foto открывает новые возможности для углубленного изучения фотограмметрии, так как на сайте <http://www.efoto.eng.uerj.br/download/latest-version> есть возможность загрузки версии с открытым кодом. То есть можно изучать алгоритмы, реализованные в ПО, и при наличии соответствующих навыков программировать самостоятельно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Coelho Filho, L. C. E-FOTO: An Educational Digital Photogrammetric Workstation / Luiz Carlos Coelho Filho, Jorge Luís Nunes e Silva Brito, Guilherme Lúcio Abelha Mota, Marcelo Teixeira Silveira, Francisco José da Cunha Silveira, Rafael Alves de Aguiar, Irving da Silva Badolato – Текст : электронный // The XXI Congress The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. – 2008. P. 87 – 92. – URL: <http://www.efoto.eng.uerj.br/academic-publications/publications?start=25>.
2. Coelho Filho, L. C. THE DEVELOPMENT OF A DIGITAL PHOTOGRAMMETRIC SOFTCOPY KIT FOR EDUCATIONAL PURPOSES / L. C. Coelho Filho – Текст : электронный // The Military Institute of Engineering. – Brazil. – URL: https://www.researchgate.net/publication/228890500_The_development_of_a_digital_photogrammetric_softcopy_kit_for_educational_purposes.
3. Figueiredo, L.S. Interior orientation / Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, Letícia de Assis Gomes da Silva. – Текст : электронный // The Rio de Janeiro State University - UERJ, 2023. – P. 1 – 10. – URL: <http://www.efoto.eng.uerj.br/academic-publications/publications>.
4. PHOTOMOD Lite. Руководство пользователя – Текст : электронный // Racurs : [сайт]. – 2024. – URL: <https://racurs.ru/program-products/photomod-lite/>.
5. Ribeiro, J. A. E-Foto: an educational photogrammetric workstation. / J. A. Ribeiro, J. L. Brito, O. B. (in Memoriam), I. da S. Badolato, R. D. Lima, G. L. Mota. – Текст : электронный // Open Source Geospatial Research & Education Symposium. – 2018. – URL: <http://www.efoto.eng.uerj.br/academic-publications/publications?start=0>.
6. Vermeer, Martinus. Experiences with digital aerial photogrammetry software e-foto in an educational setting in Bahir Dar, Ethiopia / Vermeer, Martinus; Ayehu, Getachew T. – Текст : электронный // Conference: 3rd Open Source Geospatial Research & Education Symposium. – 2014. P. 1 – 5. – URL: https://www.researchgate.net/publication/321797077_Experiences_with_digital_aerial_Photogrammetry_software_'e-foto'_in_an_educational_setting_in_Bahir_Dar_Ethiopia.

© А. С. Гордиенко, 2024