

# Использование космических снимков для обновления топографических карт города Софии

*А. Александров, Т. Христова, К. Иванова, М. Коева, Т. Маджарова, В. Петрова*

*GIS SOFIA Ltd., София, Болгария*

## **Резюме**

В этой статье рассматривается использование космических снимков для создания ортоизображений и обновления топографической карты г.Софии. Для обработки был выбран одиночный панхроматический снимок со спутника QuickBird с пространственным разрешением 61 см. Было выполнено ортотрансформирование этого снимка с использованием опорных точек и ЦМР. Рассматриваются также различные способы геометрической коррекции снимков. Получена следующая точность на контрольных точках: СКО  $\pm 0.82$  м, максимальная ошибка 1.64 м. Трансформированный снимок использовался для обновления карты масштаба 1:5000 на часть г. София. Использовалась также информация из цифровой кадастровой модели г.Софии т.к. точности космического снимка оказалось недостаточно.

Был проведён сравнительный анализ точности ортоизображений, созданных по аэро- и космическим снимкам.

## **1. Введение**

Компания GIS SOFIA Ltd. подчиняется муниципалитету г.Софии, чьей основной задачей является создание и поддержка информационной системы и цифровых моделей для кадастра, а также обновление карт в цифровом формате. Компания подразделяется на 9 отделов, один из них – отдел Фотограмметрии.

Одна из задач компании: обновление топографической карты Софии в масштабе 1:5000. Для этого используется информация со следующих источников:

- Существующие топокарты масштаба 1:5000.
- Космические снимки, полученные со спутника QuickBird.
- Цифровая кадастровая модель г.Софии.

**Основные параметры выбранного снимка.** Для исследований был выбран панхроматический снимок уровня обработки Basic, покрывающий центральную часть Софии. Этот архивный снимок был получен 27 марта 2003 г. в 09:17 часов GMT. Хотя ранней весной погодные условия могут быть неустойчивыми, в этом случае они были совершенно подходящими – 0 % облачности. Временной интервал между съёмкой и покупкой снимка и началом его дальнейшей обработки (трансформирования и векторизации) составил четыре месяца, что полностью удовлетворяет требованиям.

## **2. Геометрическая коррекция**

### **2.1. Использование 3D полиномиального трансформирования для всего снимка.**

Для обработки снимка использовалось цифровое фотограмметрическое программное обеспечение PHOTOMOD 3.51 от компании RACURS. Однако эта версия программы не позволяла работать со снимками QuickBird, поэтому выполнялось 3D-полиномиальное трансформирование снимка по геодезической опоре.

Особенностью такого трансформирования является то, что полиномиальные коэффициенты не привязаны ни к какой геометрической модели. Это эмпирически полученные отношения, результаты которых сильно зависят от количества, расположения и точности использованных опорных точек.

Было использовано достаточное количество опорных точек, а также были использованы характерные особенности местности, хорошо распознаваемые на снимке.

### **2.2. Использование 3D полиномиального трансформирования для части снимка.**

Для этого была выбрана центральная часть снимка с относительно плоской местностью (с разницей высот не более 250 м). Использовались 16 опорных и 19 контрольных точек. Полученные значения максимальной ошибки и СКО по контрольным точкам 1.64 и  $\pm 0.82$  м соответственно. Невязки по осям X и Y а также расположение точек даны в Табл.1 и на Рис.1.

Затем было выполнено ортотрансформирование с использованием ЦМР, полученной из горизонталей с сечением рельефа 5 м. При этом величина максимального смещения и СКО по контрольным точкам была 1.74 и  $\pm 0.91$  м соответственно.

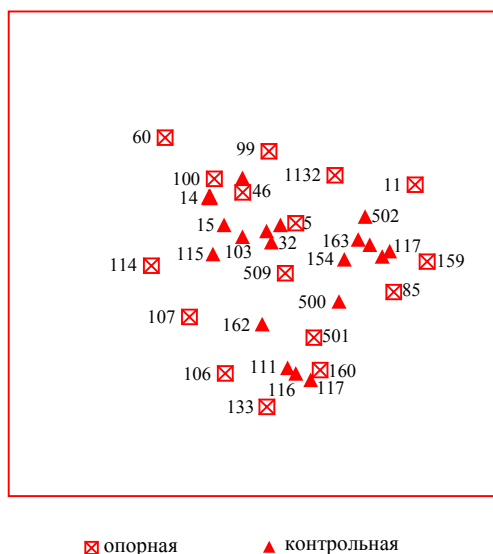


Рис.1 Размещение точек на снимке

Невязки в опорных точках				Невязки в контрольных точках			
№	Point	dx Pixels	dy Pixels	№	Point	dx Pixels	dy Pixels
1.	11	-0.456	-0.755	1.	14	-0.287	-0.813
2.	5	-0.104	0.306	2.	15	1.043	-1.081
3.	60	-0.003	-2.708	3.	152	0.297	1.405
4.	1132	0.102	1.918	4.	32	0.442	-0.771
5.	99	0.722	2.741	5.	33	1.992	0.209
6.	114	-0.268	-1.301	6.	154	2.035	-0.519
7.	46	0.466	0.322	7.	92	0.808	-0.548
8.	501	0.443	-0.164	8.	500	0.250	-1.612
9.	509	-0.855	0.750	9.	502	0.175	-0.743
10.	159	0.007	-0.849	10.	508	0.767	-0.296
11.	160	0.598	-0.126	11.	156	0.706	0.848
12.	85	0.044	-1.580	12.	162	1.044	-1.451
13.	100	-0.495	-0.641	13.	163	0.981	1.375
14.	106	0.681	-0.774	14.	165	-0.019	0.947
15.	107	-0.016	2.337	15.	103	-0.012	0.918
16.	133	-0.863	0.525	16.	111	0.318	1.005
				17.	115	0.177	1.700
				18.	116	-0.898	-0.404
				19.	117	-0.087	-0.825
<i>RMS:</i>		$\pm 0.49$	$\pm 1.40$	<i>RMS:</i>		$\pm 0.80$	$\pm 1.01$
<i>MAX:</i>		0.86	2.74	<i>MAX:</i>		2.04	1.70
<i>Приблизительное смещение на местности [м]</i>				<i>Приблизительное смещение на местности [м]</i>			
<i>RMS:</i>		$\pm 0.92$		<i>RMS:</i>		$\pm 0.82$	
<i>MAX:</i>		1.78		<i>MAX:</i>		1.64	

Таблица 1. Невязки в опорных и контрольных точках



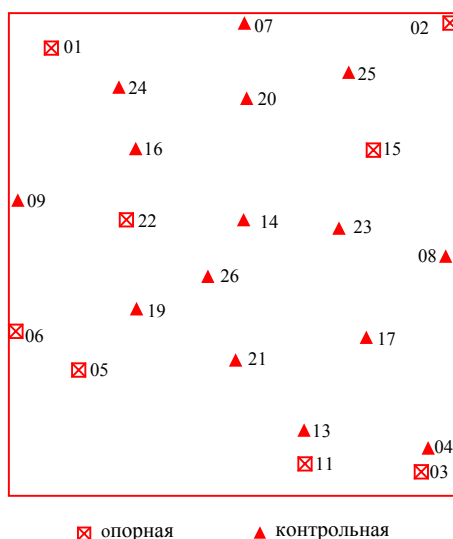


Рис. 2. Расположение точек на снимке

### 3. Обновление топографической карты

Полученное ортоизображение было использовано для обновления карты масштаба 1:5000. Однако из-за разрешения космического снимка не все объекты были четко идентифицированы с требуемой точностью. В этом случае были использованы другие источники информации для уточнения:

- Кадастровые данные.
- Полевое дешифрирование снимка.
- Полевая съёмка.

### 4. Сравнительный анализ точности ортофотоизображений, полученных после обработки аэро- и космических снимков.

Быстрое развитие фотограмметрических технологий и уменьшение размера пиксела на местности приводит к возникновению следующих вопросов:

- \* Для каких масштабов и целей лучше использовать аэроснимки, а для каких – космические?
- \* Целесообразно ли использование более дорогих работ при создании карт в масштабе 1:5000 ?

В связи с этим мы провели сравнительный анализ точностей ортоизображений, полученных по космическим снимкам и по аэроснимкам.

Был использован аэроснимок части г.Софии площадью 4.5 км<sup>2</sup>. Эта территория с относительно высокой застройкой была покрыта 3 маршрутами содержащими 18 снимков.

Данные о съёмке:

- Аэросъёмочная камера РМК А 15/23.
- Приблизительный масштаб снимка 1:4500.
- Средняя высота полёта 690 м.

Аэротриангуляция проводилась с использованием 8 опорных точек, предварительно обозначенных на местности. Результаты показаны в Табл.3 и 4, где  $X_m$ ,  $Y_m$ ,  $Z_m$  это средние координаты вычисленные по всем моделям, а  $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$  координаты измеренные геодезически. Неприемлемые результаты помечены символом (\*).

Затем была создана ортомозаика на всю территорию с использованием ЦМР, построенной по 3D векторным объектам и точкам. Максимальное отклонение по

линейным объектам – 1.20 м, что не превышает графическую точность соответствующего масштаба. Для топографических и кадастровых карт масштаба 1:5000 использование космических снимков отвечает требованиям точности.

№	Xm-Xg [m]	Ym-Yg [m]	Zm-Zg [m]	dXY [m]
11	-0.06	-0.06	-0.26*	0.08
13	-0.01	0.07	0.14	0.07
24	0.02	0.03	0.19	0.04
16	-0.08	-0.07	-0.22*	0.10
31	0.09	0.05	-0.22*	0.11
26	-0.01	0.01	-0.19	0.02
44	0.00	-0.06	0.18	0.06
46	-0.02	-0.07	-0.22*	0.08
RMS:	±0.05	±0.06	±0.20*	±0.08
MAX:	0.09	0.07	0.26*	0.11

Табл. 3. Ошибки на опорных точках

№	Xm-Xg [m]	Ym-Yg [m]	Zm-Zg [m]	dXY [m]
12	-0.06	-0.00	0.25*	0.06
23	-0.01	-0.06	0.17	0.06
14	0.07	0.02	0.18	0.08
15	0.01	-0.05	0.17	0.05
25	0.03	0.08	0.07	0.09
32	0.00	-0.00	0.11	0.01
35	0.05	0.03	0.34*	0.05
36	-0.02	0.06	0.15	0.06
45	0.04	-0.07	0.12	0.08
RMS:	±0.04	±0.05	±0.19	±0.06
MAX:	0.07	0.08	0.34*	0.09

Табл. 4. Ошибки на контрольных точках

## 5. Выводы

- \* Геометрическая точность трансформирования космических снимков высокого разрешения отвечает требованиям точности создания топографической карты масштаба 1:5000.
- \* Некоторые объекты невозможно определить из-за недостаточного разрешения снимка. В этом случае необходимо использовать другие источники исходных данных. Для получения более подробной информации можно использовать аэроснимки, хотя они являются более дорогими.

## Литература:

1. Cheng, P., T. Toutin, Y. Zhang, M. Wood. QuickBird – geometric correction, path and block processing and data fusion.
2. Digital Globe Inc., 2003. QB Imagery products, Product guide.
3. Instruction for production and revision of large-scale topographic maps (in Bulgarian), 1985. Ministry of regional development and public works, Main department for geodesy, cartography and cadastre, Sofia.
4. Ivanova, K., T. Madzharova, A. Alexandrov, 2003. Possibilities and limitation of satellite imagery. International symposium Modern technologies, education and professional practice in the globalizing word, Sofia

5. Katzarsky, I., L. Koleva, 1966. Revision of the large-scale topographic map in Bulgaria. ISPRS XVIII Congress, Vienna. Intern. Arch. of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXI, Part B4, Comm. IV.
6. Petrova, V., K. Ivanova, T. Hristova, A. Alexandrov, 2002. Review of some digital photogrammetric systems. International symposium Space information – technologies, acquisition, processing and effective application, Sofia.
7. Petrova, V., M. Koeva, 2003. Digital photogrammetry in GIS SOFIA Ltd. 3<sup>rd</sup> International PHOTOMOD user conference, Moscow.
8. Rossi L., 2003. Satellite high resolution new applications: QuickBird. EFITA 2003 Conference, Debrecen (Hungary).
9. Symbols for large-scale topographic maps (in Bulgarian), 1993. Ministry of regional development and public works, Department cadastre and geodesy, Sofia.
10. Toutin, T., P. Cheng, 2002. QuickBird, a milestone for high resolution mapping. EOM, br.11.
11. Zlatanova, S., 2000. 3D GIS for Urban Development, ITC, The Netherlands.