

ВОЗМОЖНОСТИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СТЕРЕОКАМЕРЫ PRISM СПУТНИКА ДЗЗ ALOS

М.А. Болсуновский («Совзонд»)

В 1990 г. окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище. После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2000 г. работал в ООО «Гео Спектрум», а с 2002 г. — в ФГУП ВО «Техмашимпорт». В 2004 г. получил степень «Мастер делового администрирования в области стратегического планирования» (Master of Business Administration) во Всероссийской академии внешней торговли Минэкономразвития РФ. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — заместитель генерального директора.

А.В. Беленов («Совзонд»)

В 1996 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания училища проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2001 г. работал в ЦПГ «Терра-Спейс», с 2006 г. по настоящее время — главный инженер компании «Совзонд».

Космический аппарат (КА) ALOS (Advanced Land Observation Satellite) был запущен 24 января 2006 г. с космодрома Танегашима (Япония) и выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 691,65 км. Владельцем спутника является Японское аэрокосмическое агентство JAXA [1]. КА ALOS оснащен:

— радаром L-диапазона PALSAR, предназначенным для круглосуточного и всепогодного наблюдения земной поверхности, позволяющим получать изображения с разрешением от 10 до 100 м;

— картографической стереокамерой PRISM, позволяющей получать моно- и стереоснимки с разрешением до 2,5 м;

— мультиспектральной камерой AVNIR-2 для получения цветных снимков с разрешением 10 м.

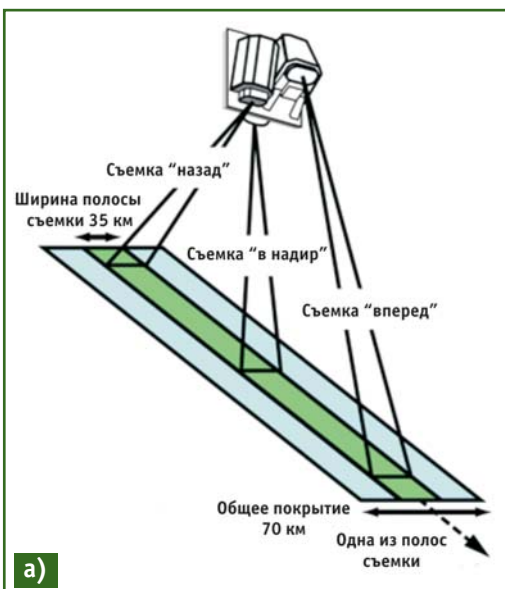
Данные, получаемые со спутника, могут быть использованы для создания и обновления карт, наблюдения за состоянием и использованием природных ресурсов, а также для проведения различных науч-

Основные технические характеристики стереокамеры PRISM

Наименование характеристики	Значение
Тип сканирования	Сканирующая линейка 8 матриц для каждого объектива
Спектральный диапазон, мкм	0,52–0,77
Угол обзора, °	≥7,6
Мгновенный угол поля обзора, 10 ⁻⁶ рад	3,61
Ширина полосы съемки (при съемке в надир), км	70
Пространственное разрешение (при съемке в надир), м	2,5
Частотно-контрастная характеристика (частота Найквиста)	0,27 (поперек направления съемки) 0,21 (вдоль направления съемки)
СтереоиЗОбражение	V/H = 1,0
Угол наклона, °	±1,5
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	8



Рис. 1
Расположение съемочных камер стереокамеры PRISM



а)



б)

Рис. 2
Режимы съемки стереокамеры PRISM:
а) «нормально»; б) «наблюдение»

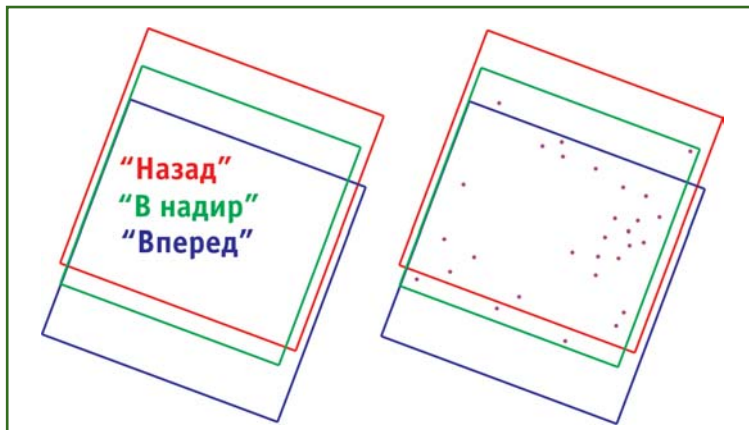


Рис. 3
Схема перекрытия изображений и расположения опорных точек

ных исследований.

Особый интерес представляют данные, получаемые с помощью картографической стереокамеры PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instruments for Stereo Mapping). Ее основные технические характеристики приведены в таблице.

Конструктивной особенностью съемочной аппаратуры PRISM является то, что на одной платформе установлены три съемочные камеры, снимающие в надир, вперед и назад (рис. 1). Они обеспечивают получение стереопар изображений с пространственным разрешением 2,5 м размером 35x35 км в комбинации съемки «в надир — назад», «в надир — вперед» и «назад — вперед» в режиме «нормально», а также возможность формирования изображения размером 70x35 км, полученного камерой, снимающей в надир, в специальном режиме «наблюдение» (рис. 2).

Специалисты компании «Совзонд» в тестовом режиме провели фотограмметрическую обработку изображений, полученных стереокамерой PRISM. Основной задачей тестирования являлась оценка возможности создания по этим изображениям цифровых мо-

делей рельефа местности для топографических карт в масштабе 1:25 000.

По результатам фотограмметрической обработки предполагалось определить геометрические характеристики как одиночных изображений, так и изображений, образующих стереопару, получаемых с помощью PRISM.

В качестве исходных изображений были выбраны изображения сцены «A0602402», полученные съемочной аппаратурой PRISM 17 сентября 2006 г. в режиме «нормально»:

- камерой, снимающей назад, при угле наклона 26,8°;
- камерой, снимающей в надир, при угле наклона 1,4°;
- камерой, снимающей вперед, при угле наклона 26,5°.

Коррекция изображений была выполнена методом 1B2 R. Опорные и контрольные точки взяты в проекции UTM-36N и системе координат WGS-84. Схема перекрытия изображений и расположения опорных точек показана на рис. 3.

Фотограмметрическая обработка пары перекрывающихся изображений в комбинации съемки «в надир — назад» и одиночного изображения включала следующие этапы:

1. Расчет приближенной модели съемки.

2. Измерение опорных и контрольных точек.

3. Уточнение модели съемки для каждого снимка стереопары по опорным точкам (ориентирование стереопары) и оценку точности.

Затем по паре перекрывающихся изображений в комбинации съемки «в надир — назад» строилась цифровая модель местности, а для одиночного изображения выполнялось ортотрансформирование.

Остановимся подробнее на каждом из этапов.

На первом этапе был проведен расчет приближенной модели съемки для каждого из изображений, образующих стереопару или одиночный снимок, по следующим параметрам: высота орбиты, период орбиты, наклонение орбиты, мгновенное поле обзора оптической системы, эксцентриситет орбиты, географическое положение центрального элемента изображения, размер пикселя изображения на местности.

На втором этапе в процессе измерений были определены:

— для стереопары 9 опорных и 8 контрольных точек в системе координат снимка;

— для одиночного снимка 15 опорных и 10 контрольных точек в системе координат снимка.

На третьем этапе точность фотограмметрической модели стереопары, рассчитанной по опорным точкам, была оценена по расхождениям между вычисленными и заданными координатами опорных и контрольных точек и не превысила 0,5 пикселя изображения. В результате оценки точности средняя ошибка ориентирования стереопары составила:

— на опорных точках по оси X — 1,0 м; по оси Y — 1,8 м; по оси Z — 2,1 м;

— на контрольных точках по

оси X — 1,2 м; по оси Y — 1,3 м; по оси Z — 2,1 м.

На рис. 4 показан фрагмент ориентированной стереопары в комбинации съемки «в надир — назад».

Для одиночного снимка точность модели съемки, рассчитанной по опорным точкам, была оценена по расхождениям между вычисленными и заданными координатами опорных и контрольных точек и составила 0,3 пикселя изображения. В результате оценки точности ориентирования одиночного снимка средняя квадратическая ошибка составила:

— на опорных точках по оси X — 0,92 м; по оси Y — 0,86 м;

— на контрольных точках по оси X — 1,71 м; по оси Y — 2,53 м.

Построение цифровой модели местности по паре перекрывающихся изображений выполнялось в автоматическом режиме с использованием алгоритмов корреляции без последующего сглаживания и фильтрации. На рис. 5 показан фрагмент цифровой модели местности с шагом 2,5 м, построенной по стереопаре в комбинации съемки «в надир — назад».

Ортотрансформирование одиночного снимка включало следующие процедуры:

— преобразование цифровой модели местности в цифровую модель рельефа путем фильтрации искусственных высотных объектов и последующей интерполяции высот по соседним значениям. Фрагмент полученной цифровой модели рельефа представлен на рис. 6;

— ортотрансформирование изображения с использованием модели камеры и полученной модели рельефа местности;

— оценка точности ортотрансформированного изобра-



Рис. 4
Фрагмент ориентированной стереопары в комбинации съемки «в надир — назад»

жения по опорным и контрольным точкам.

Точность полученного ортотрансформированного изображения определялась путем измерения координат опорных точек на ортофото и последующего вычисления расхождений с заданными координатами опорных точек. Расхождение координат на опорных и контрольных точках, измеренных таким способом, не превысило 4 м.

Таким образом, по геометрическим характеристикам

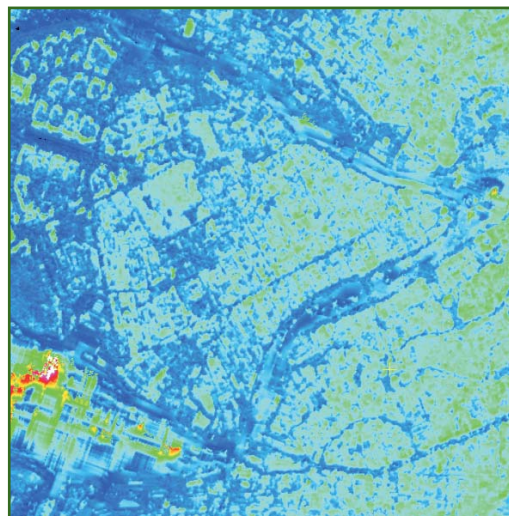


Рис. 5
Фрагмент цифровой модели местности, построенной по стереопаре в комбинации съемки «в надир — назад»

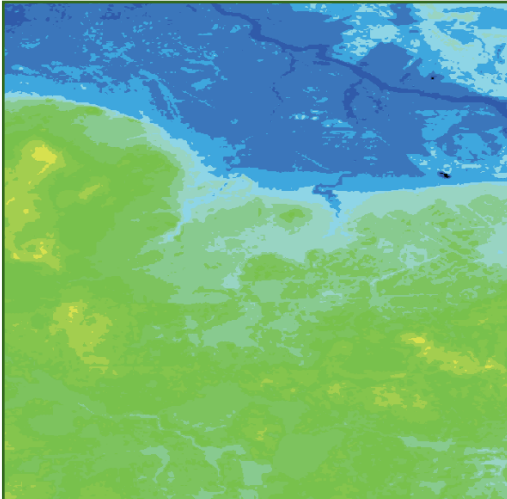


Рис. 6
Фрагмент цифровой модели рельефа местности

изображения, полученные съемочной аппаратурой PRISM, установленной на космическом аппарате ALOS, могут быть использованы для создания ортофотопланов мас-

штаба 1:10 000, а сформированные оптической системой стереопары — для камерального дешифрирования и получения цифровых моделей местности с точностью не хуже 3 м [2].

Кроме того, характеристики, полученные в результате выполненной тестовой обработки, полностью соответствуют характеристикам, заявленным разработчиками съемочной аппаратуры, и объясняются, прежде всего, следующими факторами:

— высокоточной (2×10^{-4} градуса каждые 5 с) стабилизацией угловых перемещений космического аппарата, обеспечивающей геометрию по полю изображения не хуже 2,5 м;

— высокоточным до 0,2 м определением пространственного положения аппарата;

— использованием зеркального объектива без хроматических аберраций по полю обзора.

▼ **Список литературы**

1. Osawa Y. et al. PRISM: a panchromatic three-line sensor for mapping onboard ALOS. — P. 173–180.

2. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. — М.: ЦНИИГАиК, 2002.

RESUME

The ALOS satellite performance is given. A conclusion is made that geometry of the images acquired by the optical system PRISM operating from onboard the ALOS spacecraft makes it possible to create orthophotoplans on a scale of 1:10,000. Stereo pairs of this optical system provide for the office analysis and DTM creation with an accuracy of better than 3 m.

В мире миллионы взглядов...

наш — самый точный.

SOVZOND
СОВЗОНД

Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором мировых лидеров в области дистанционного зондирования — компаний DigitalGlobe, GeoEye, SpotImage, Геологической Службы США, предлагая российским заказчикам цифровые изображения, получаемые со спутников QUICKBIRD, IKONOS, ORBVIEW, SPOT, FORMOSAT, EROS, IRS, RADARSAT, TERRA(ASTER), LANDSAT и др., а также услуги по их тематической обработке и выполнению проектов в соответствии с требованиями заказчиков.

Компания «Совзонд» является эксклюзивным дистрибьютором корпорации ITT на территории России и стран СНГ по распространению программного комплекса ENVI для обработки данных ДЗЗ, языка программирования IDL, модуля ENVI DEM для создания ЦМР на основе стереоизображений, модуля атмосферной коррекции FLAASH, системы скоростной передачи цифровых данных IAS.

Компания «Совзонд» — точный взгляд на мир!

Тел.: (495) 514-83-39, 641-01-16
E-mail: sovzond@sovzond.ru
Web-site: www.sovzond.ru