

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ В ЦФС РНОТОМОД СНИМКОВ ПЕРСПЕКТИВНОГО КА «КАНОПУС-В»

Е.В. Кравцова (ГИА «Иннотер»)

В 1997 г. окончила аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания университета работала в ФГУП «Госземкадастръемка» — ВИСХАГИ, с 1999 г. — в «Центрземкадастръемка», с 2010 г. — в ООО ЦПИП «ВИСХАГИ-ЦЕНТР». С 2010 г. работает в ООО «ГИА «Иннотер», в настоящее время — начальник отдела цифровой фотограмметрии.

В.В. Некрасов (НПП ВНИИЭМ)

В 1983 г. окончил Казахский политехнический институт, в 2002 г. — аспирантуру МИИГАиК. С 1996 г. работал в компании МА «Совинформспутник», с 2003 г. — в ЗАО «Оптэн Лимитед», с 2008 г. — в НИИТП. С 2009 г. работает в ФГУП «НПП ВНИИЭМ», в настоящее время — научный сотрудник. Кандидат технических наук.

В настоящее время в России ощущается нехватка оперативных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, что не позволяет эффективно решать следующие задачи:

- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций;
- обновление и создание картографической и геоинформационной продукции;
- обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду;

— регистрация аномальных явлений для исследования возможности прогнозирования землетрясений;

- мониторинг сельскохозяйственных культур, водных и прибрежных ресурсов;
- оценка состояния землепользования;
- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.

Запуск космического аппарата (КА) «Канопус-В», запланированный на декабрь 2011 г. с космодрома Байконур, позволит увеличить количество оперативных данных, получаемых с российских КА [1].

«Канопус-В» будет выведен на солнечно-синхронную орбиту, высотой 510 км (табл. 1). Такая орбита выбрана для получения снимков с наилучшим уровнем освещенности и проработкой деталей. Схема съемки этим спутником показана на рис. 1. Благодаря большому углу разворота КА полоса обзора составит 920 км. Зона радиовидимости при данных параметрах орбиты будет равняться 1200 км.

На борту КА «Канопус-В» планируется установить:

- комплекс целевой аппаратуры (КЦА);
- бортовую информационную систему (БИС);
- радиолинию передачи информации (РЛЦИ);
- служебную платформу.

В состав БИС входит энерго-независимое бортовое запоминающее устройство объемом 2x24 Гбайт, обеспечивающее как хранение видеoinформации в течение не менее 5 суток, так и ее буферирование в режиме непосредственной передачи данных по двум каналам РЛЦИ в диапазоне рабочих частот от 8048 до 8381,5 МГц. Скорость передачи данных **составит** 61,4–122,88 Мбит/с.

Комплекс целевой аппаратуры включает две съемочные системы — панхроматическую (ПСС) и многозональную (МСС), обеспечивающую получение изображения в четырех зонах спектра.

Съемка может проводиться одновременно в панхроматическом и многозональном режимах, а также при различных

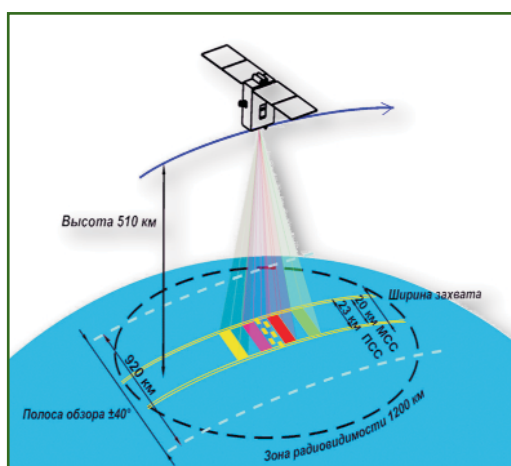


Рис. 1
Схема съемки КА «Канопус-В»

комбинациях отдельных спектральных зон вплоть до съемки в одной спектральной зоне. Основные характеристики ПСС и МСС приведены в табл. 2.

Проекция снимков МСС и ПСС на земную поверхность представлена на рис. 2.

Для успешного обеспечения перечисленных выше задач с помощью данных ДЗЗ с КА «Канопус-В» компанией «Иннотер» была разработана технология обработки снимков и оперативного создания ортофотопланов в ЦФС РНОТОМОД.

При разработке технологии максимально учитывались особенности КЦА КА «Канопус-В». Для этого на основе геометрической модели съемочной системы были созданы модельные снимки (МС) и проведены исследования по оценке предельно возможной точности созданного ортофотоплана и с учетом ошибок навигационной системы.

Решение данных задач осуществлялось путем моделирования съемочных маршрутов КА «Канопус-В». При создании модельных снимков использовался снимок с КА «Ресурс-ДК» на территорию экспериментально-

Основные технические характеристики КА «Канопус-В»		Таблица 1
Наименование характеристики	Значение характеристики	
Размер КА, м	0,9x0,75	
Масса КА, кг	450	
Масса полезной нагрузки, кг	110	
Орбита (солнечно-синхронная утренняя):		
— высота, км	510	
— наклонение, °	98	
— период обращения, мин	94,74	
— время пересечения экватора, час	10:30–11:00	
Платформа КА:		
— углы отклонения (по крену и тангажу), °	от –40 до 40	
— точность ориентации, ′	5	
— точность стабилизации, °/сек	0,001	
Период повторного наблюдения, сутки	15	
Среднесуточная мощность, Вт	300	
Срок активного существования, лет	5–7	

го тестового полигона, перепады высот на котором достигают 400 м. Для исследований с тестового полигона было взято 180 наземных опорных точек, измеренных со средней квадратической погрешностью (СКП) 0,2 м. По снимку с КА «Ресурс-ДК» с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР) по данным SRTM (Shuttle radar topographic mission) был создан ортофотоплан. При этом размер пикселя составлял 1 м, а СКП трансформирования —

2,11 м. Ортофотоплан, построенный с помощью программы ORTHOMAP, послужил основой для создания модельных снимков КА «Канопус-В», а формирование МС и расчет коэффициентов рациональных полиномов (RPC) осуществлялось с помощью пакета программ «Неогеосат». Модельные снимки были созданы с учетом ошибок, вносимых навигационной системой, т. е. в соответствии с условиями, приближенными к реальным.

Основные характеристики панхроматической и многозональной съемочных систем			Таблица 2
Наименование характеристики	ПСС	МСС	
Количество спектральных каналов	1	4	
Спектральные диапазоны (по уровню 0,5), мкм	Панхроматический (0,52–0,85)	Синий (0,54–0,6) Зеленый (0,63–0,69) Красный (0,69–0,72) Ближний ИК (0,75–0,86)	
Фокусное расстояние, мм	1797,5	359,5	
Относительное отверстие	1:10,3	1:5,6	
Светопропускание	0,7	0,6–0,8	
Размер матрицы, пикселей	1920x985	1920x985	
При съемке в надир:			
— полоса захвата, км	23,3	20,1	
— геометрическое разрешение, м	2,1	10,5	
— линейное разрешение на местности в зачетных условиях, м	2,7	12	
Снимаемая одновременно площадь, км ²	45,3 (6 фрагментов кадра)	195	

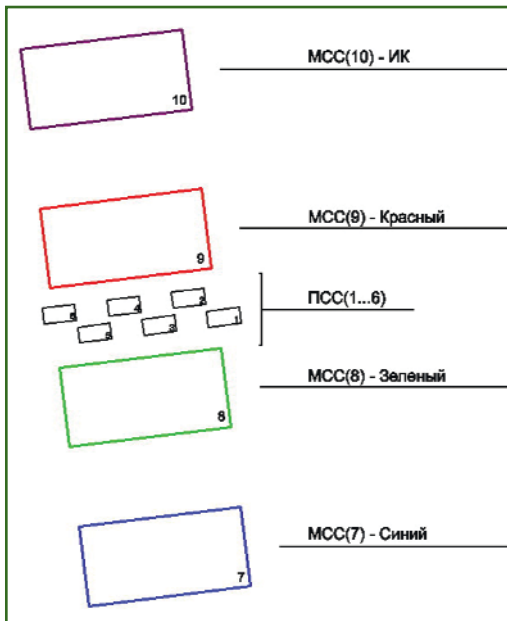


Рис. 2

Проекция снимков МСС и ПСС на земную поверхность

Для исследований использовались только снимки с панхроматической камеры. Так как матрицы ПСС не перекрываются, то для обеспечения полного покрытия контрольного участка из МС было создано восемь маршрутов, снимки в которых смещаются по мере движения спутника по орбите (рис. 3).

На разных этапах уравнивания создавались ортофотопланы, и проводился анализ их точности. Для построения ортофотопланов были использованы:

- модельные снимки с разрешением 2 м;
- 170 наземных опорных точек;
- ЦМР по данным SRTM.

Для уравнивания блока снимков в ЦФС PHOTOMOD были поставлены связующие точки в автоматическом режиме с контролем автокорреляции. Внешнее ориентирование блоков снимков проводилось по метаданным (RPC) и опорным точкам, число которых варьировалось от 1 до 160. Точность ориентирования оценивалась

по 10 контрольным точкам. Результаты уравнивания (рис. 4) показали, что при добавлении малого количества опорных точек к результатам уравнивания только по RPC-коэффициентам резко увеличивается точность за счет компенсации систематических ошибок. Дальнейшее увеличение количества опорных точек приводит к плавному увеличению точности.

По результатам уравнивания маршрутной съемки с использованием 160 опорных точек в ЦФС PHOTOMOD были созданы ортофотопланы. При этом в качестве ЦМР использовались данные SRTM. Точность данной матрицы высот оценивается в 20 м и может привести к плановому смещению точек с СКП 17 м. Области трансформирования для построения мозаики были созданы в автоматическом режиме. Размер пикселя ортофотоплана задавался равным 2 м.

Первичный контроль ортофотоплана был выполнен по всем точкам, имеющимся в проекте, а также вдоль линий порезов. В результате оценки были получены следующие результаты:

- по опорным и контрольным точкам максимальные рас-

хождения (МАХ) составили 12,8 м, СКП — 3,4 м;

— вдоль линии порезов — МАХ — 5,0 м, а СКП — 2,6 м.

Для оценки точности полученных ортофотопланов по разработанной технологии была также выполнена оценка по независимым контрольным точкам: МАХ составили 5,53 м, а СКП — 3,37 м.

Применение ЦФС PHOTOMOD для обработки снимков с КА «Канопус-В» позволяет в полностью автоматическом режиме измерять связующие точки для уравнивания блока. Кроме того, при создании мозаики области трансформирования строятся автоматически. Это обеспечило увеличение скорости обработки данных и позволило максимально автоматизировать процесс.

Полученные оценки точности соответствуют требованиям инструкции [2] к следующим видам работ:

- уравнивание плановых координат опорных точек (при создании карт масштаба 1:25 000);

- построение мозаики вдоль линии порезов (при создании картографической продукции масштаба 1:5000);

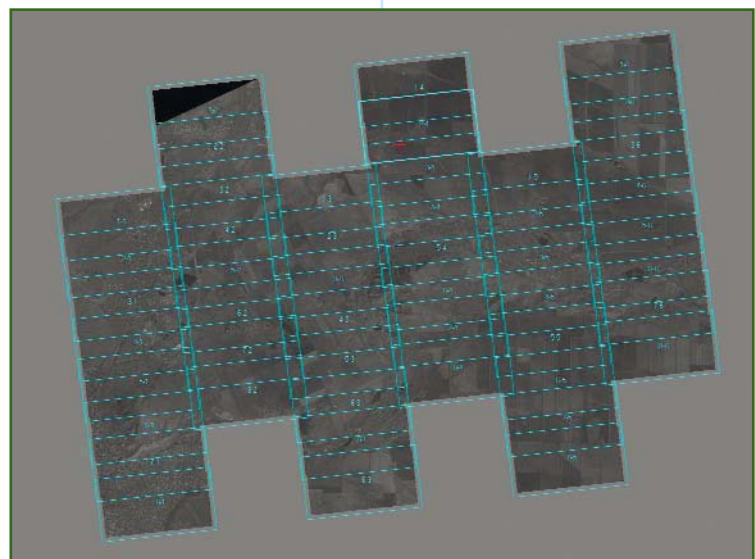


Рис. 3

Маршруты из модельных снимков ПСС

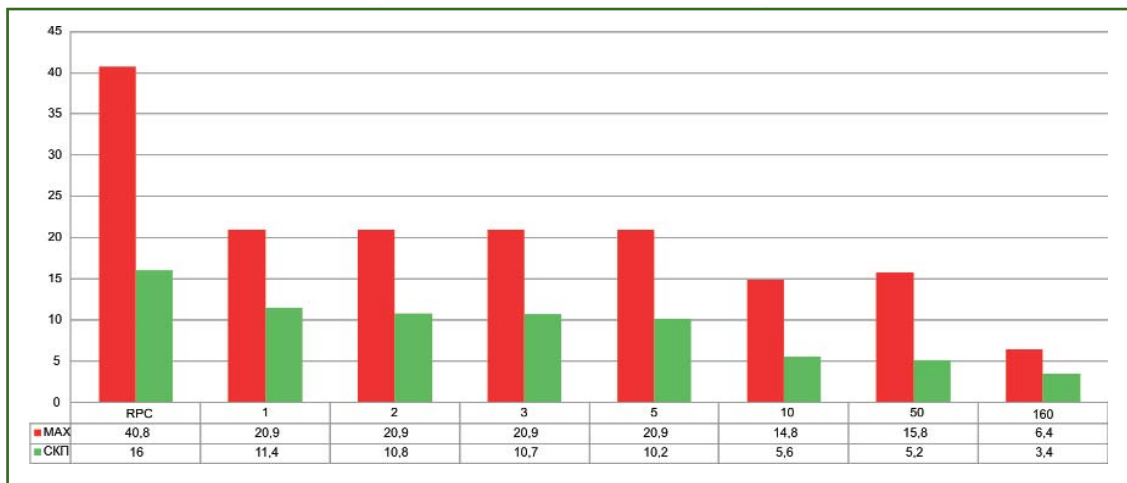


Рис. 4
Оценка точности уравнивания блока снимков

— построение цифровых ортофотопланов (при создании и обновлении топографических карт масштаба 1:25 000).

Космические снимки с КА «Канопус» можно рекомендовать для картографических целей при создании и обновлении карт масштабов 1:10 000 и мельче.

▼ **Список литературы**

1. Журнал ФГУП «НПП ВНИ-ИЭМ» «Вопросы электромеханики». — Т. 105. — 2008.
2. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА) — 02-036-02.

RESUME