

СИСТЕМА СПУТНИКОВ ДЗЗ SPOT

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 МЭРИТ РФ. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — заместитель генерального директора.

Система спутников дистанционного зондирования Земли SPOT была спроектирована Национальным центром космических исследований Франции (CNES) и разработана с участием Швеции и Бельгии. Система включает несколько космических аппаратов (КА), а также наземное оборудование для контроля и программирования спутников ДЗЗ и поставки космических снимков потребителям. Первый КА SPOT 1 был запущен 22 февраля 1986 г., а последний спутник этой серии SPOT 5 — в мае 2002 г. В настоящее время остаются действующими три из пяти запущенных спутников.

Спутники серии SPOT позволяют наблюдать практически всю поверхность планеты за один день. В северных и юж-

ных широтах выше 40° любую точку поверхности можно наблюдать каждый день круглый год, тогда как непосредственно на экваторе узкая полоса территории шириной приблизительно 250 км, из 2800 км, отделяющих две смежных орбиты КА SPOT, остается недоступной в любой день. При использовании двух из трех спутников в один и тот же день могут быть последовательно получены две стереоскопические сцены.

Уникальными особенностями КА серии SPOT являются высокая разрешающая способность, возможность получения стереоданных и проведения повторных наблюдений одних и тех же областей. С 1986 г. получено и помещено в архив более 6 млн изображе-

ний. Этот материал является беспрецедентным отчетом о жизни нашей планеты.

Спутники SPOT вращаются по круговой солнечно-синхронной орбите. Орбита КА SPOT имеет следующие характеристики: высота — 822 км; наклонение — 98,7°; оборотов в день — 14 + 5/26; период — 101 мин; смещение между последовательными наземными траекториями — 2823 км; продолжительность цикла — 26 дней; число орбитальных оборотов за цикл — 369.

Оборудование и технические характеристики данных ДЗЗ, полученных со спутников серии SPOT, приведены в таблице.

На КА SPOT 1, 2 и 3 было установлено одинаковое оборудование, которое состояло из

Оборудование и технические характеристики данных ДЗЗ с КА SPOT

| | SPOT 5 | SPOT 4 | SPOT 1, 2 и 3 |
|---|---|---|---|
| Наименование прибора / количество | HRS / 2 | HRVIR / 2 | HRV / 2 |
| Количество / тип спектрального канала / разрешение, м | 2 / панхроматический / 5 2 объединенных в 1 / панхроматический / 2,5 3 / мультиспектральный / 10 1 / коротковолновой инфракрасный / 20 | 1 / панхроматический / 10 3 / мультиспектральный / 20 1 / коротковолновой инфракрасный / 20 | 1 / панхроматический / 10 3 / мультиспектральный / 20 |
| Наименование / значение спектрального диапазона, мкм | P / 0,48–0,71 B1 / 0,50–0,59 B2 / 0,61–0,68 B3 / 0,78–0,89 B4 / 1,58–1,75 | M / 0,61–0,68 B1 / 0,50–0,59 B2 / 0,61–0,68 B3 / 0,78–0,89 B4 / 1,58–1,75 | P / 0,50–0,73 B1 / 0,50–0,59 B2 / 0,61–0,68 B3 / 0,78–0,89 |
| Размер изображения | 60 км x от 60 м до 80 км | | |
| Угол наклона, ° | +31,06 | | |

двух идентичных сенсоров HRV, сканирующих поверхность в панхроматическом или в мультиспектральном режимах. Положением каждого зеркала сенсоров HRV можно управлять с Земли, определяя область наблюдения. Оба HRV могут работать в разных режимах или одинаково.

Спутник SPOT 4 был оборудован усовершенствованным сенсором HRVIR, что позволило добавить новый канал в коротковолновом инфракрасном диапазоне (1,58–1,75 мкм). На основании сведений о коэффициенте отражения земной поверхности, полученных с помощью спутников SPOT 1 и 2, была разработана система настройки электронного коэффициента усиления датчика в соответствии с типом снимаемой местности и сезоном, что позволило увеличить динамический диапазон. Приборы HRVIR предназначены для независимого получения изображений и являются программируемыми, что значительно увеличивает общее количество возможностей визуализации. В частности, можно изменить наведение одного прибора, не затрагивая качество видеоданных, получаемых в то же время другим прибором. Объем хранения фиксируемой информации каждого из двух бортовых регистраторов был увеличен с 22 до 40 мин. Объем памяти на борту составляет приблизительно 10 Гбит, что позволило увеличить общую надежность системы приема и передачи данных и продлить срок эксплуатации проекта, за счет большей емкости запоминающего устройства.

На КА SPOT 5 (рис. 1) было достигнуто увеличение разрешения трех мультиспектральных каналов (в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне) до 10 м и панхрома-



Рис. 1
Вид спутника SPOT 5 на орбите

тического канала до 5 м. Изображения в этих каналах формируются двумя отдельными линейками ПЗС, которые вертикально и горизонтально сдвинуты на один полупиксель (2,5 м на местности) в фокальной плоскости. Эти изображения передаются с борта КА отдельно, и CNES запатентовал процесс создания изображения с разрешением 2,5 м (Supermode), представляющий собой трехшаговое слияние двух изображений с разрешением 5 м.

Основная программа КА SPOT 5 дополнена наличием сенсора VEGETATION, имеющего широкий угол обзора (ширина полосы захвата на местности 2000 км), высокое радиометрическое разрешение и пространственное разрешение, равное приблизительно 1 км. Он использует те же спектральные каналы, что и сенсор HRVIR (B2, B3 и середина IR), а также дополнительный канал, известный как B0 (0,43–0,47 мкм), предназначенный для океанографических наблюдений и коррекции атмосферных влияний. Прибор VEGETATION используется для ежедневного наблюдения земных экосистем и биосферы, особенно с целью своевременного обнаружения глобальных изменений и про-

блем окружающей среды. Он является совместным европейским проектом, так как в его разработке принимало участие Европейское экономическое сообщество.

Оборудование SPOT 5 также включает отображающий инструмент HRS (рис. 2), разработанный компанией Astrium для создания цифровой модели рельефа (ЦМР). Камеры этого прибора наклонены на 20° вперед и назад, что позволяет получать стереопары изображений поверхности в области 600 км вдоль и 120 км поперек наземной траектории спутника. Пространственное разрешение данных при их выборке поперек следа равно 10 м, а при выборке вдоль следа — 5 м. Относительная высотная точность ЦМР, созданной на основе видеоданных HRS, составляет от 5 до 10 м, а абсолютная — от 10 до 15 м.

Способность спутников SPOT осуществлять сканирование под углом обеспечивает также получение стереопары изображений с отношением В/Н (основание/высота), равное 1 и 0,5. Новый мультиспектральный инструмент на SPOT 5 создает стереопары с отношением В/Н приблизительно равным 0,84. Так как изображения получены почти одновременно, то не должно быть проблем с корреляцией. Стереопары главным образом

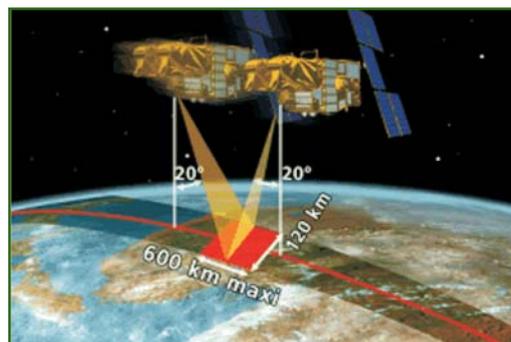


Рис. 2
Функционирование инструмента HRS на борту спутника SPOT 5

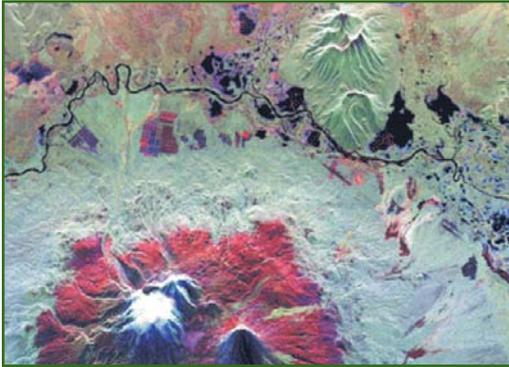


Рис. 3
Пример мультиспектрального изображения со спутника SPOT (Ключевской вулкан, Камчатский полуостров)

используются для создания стереопланов, топографического картографирования и автоматической стереокорреляции, а также получения ЦМР.

Компания SPOT Image (Франция) предлагает широкий выбор уровней предварительной обработки космических изображений, получаемых с КА SPOT 1–5. Примеры изображений (рис. 3) можно просмотреть и скачать на сайте компании www.spotimage.fr.

Возможность осуществлять сканирование под углом позволяет спутникам серии SPOT получать данные в полосе шириной 900 км. Сканирование под углом может использоваться для увеличения частоты наблюдения данной точки поверхности в течение орбитального цикла. Эта частота изменяется с широтой: на экваторе каждая область может быть отображена 7 раз в течение 26-дневного орбитального цикла, в то время как на широте 45° данная область может быть отображена 11 раз. Группа из трех спутников SPOT заметно увеличивает эту уникальную возможность повторного наблюдения: любой объект на 95% земной поверхности может быть зафиксирован в любой день одним из спутников. Эта способность ограничена областями, где невозможна прямая передача информации на наземные станции.

Система приема и обработ-

ки включает две главных станции в Тулузе (Франция) и Кируне (Швеция). Эти станции могут получать телеметрические данные, зафиксированные на бортовых регистраторах или полученные непосредственно в пределах их круга видимости, радиусом приблизительно 2500 км, центром которого они являются. Кроме того, имеются 22 станции прямого получения (DBS), которые получают только телеметрические данные в пределах круга видимости. Каждая DBS эффективно управляет собственной зоной видимости в соответствии со спутниковыми ресурсами, назначаемыми компанией SPOT Image.

RESUME

A detail description as well as the technical characteristics are given for the space high resolution images acquired from the SPOT 1, 2 and 3, SPOT 4 and SPOT 5 satellites controlled by the Centre National d'Etudes Spatiales, France.

QUICKBIRD
 IKONOS
 ORBVIEW
 EROS
 SPOT
 IRS
 LANDSAT
 ASTER
 RADARSAT

Компания «Совзонд» — точный взгляд на мир



Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором мировых лидеров в области дистанционного зондирования – компаний Space Imaging, DigitalGlobe, OrbImage, SpotImage, ImageSat International, Геологической Службы США, предлагая российским заказчикам цифровые изображения, полученные со спутников QUICKBIRD, IKONOS, ORBVIEW, EROS, SPOT, IRS, RADARSAT, ASTER, LANDSAT и др., а также услуги по их тематической обработке и выполнению проектов в соответствии с требованиями заказчика. Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования - PHOTOMOD, SOCET SET, ENVI, ERDAS, ER Mapper, TNTmips, eCOGNITION, и др.

(095)514-83-39

(095)923-30-13

sovzond@sovzond.ru

www.sovzond.ru