

**Б.А. Дворкин** (Компания «Совзонд»)

В 1974 г. окончил Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». Работал в ПКО «Картография», ООО «Картография Хубер», ГИС-Ассоциации, Научном геоинформационном центре РАН. В настоящее время — аналитик компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

**М.А. Элердова** (Компания «Совзонд»)

В 2001 г. прошла обучение по Президентской программе подготовки управленческих кадров. В 2006 г. окончила Всероссийскую академию внешней торговли по специальности «экономист-международник». С 2003 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — директор по развитию бизнеса.

## Особенности наземных сегментов современных космических систем ДЗЗ

Современные системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляют собой достаточно сложные структуры. В их составе можно выделить космический и наземный сегменты. Космические сегменты (т. е. спутники или группировки спутников) и их характеристики, как правило, подробно описываются во многих доступных источниках. В настоящей статье автор делает попытку свести воедино разрозненные сведения о наземных сегментах наиболее известных современных систем ДЗЗ, не претендуя на абсолютную полноту, а ограничившись отдельными примерами.

### СОСТАВ НАЗЕМНЫХ СЕГМЕНТОВ СИСТЕМ ДЗЗ

Наземные сегменты операторов космических систем ДЗЗ, как правило, включают в себя:

- наземный комплекс приема данных;
- комплекс обработки данных;
- комплекс хранения данных.

В зависимости от количества предлагаемых оператором услуг и продукции состав наземного сегмента может включать в себя дополнительные комплексы и системы. Некоторые операторы (например, Infoterra) используют в качестве наземных сегментов элементы инфраструктуры национальных космических агентств. Приведем примеры составов наземных сегментов некоторых космических систем ДЗЗ.

#### Космический аппарат (КА) «Ресурс-ДК1» (оператор — НЦ ОМЗ, Россия)

- Наземный комплекс приема.
- Комплекс предварительной и стандартной обра-

ботки космической информации.

- Комплекс тематической обработки.
- Комплекс обработки информации детального разрешения.
- Комплекс взаимодействия с потребителями данных ДЗЗ.

#### КА Landsat-5,7 (USGS, США)

- Центр управления (SOCC — Spacecraft Operations Control Center).
- Станции управления космическими аппаратами.
- Центры приема заявок от потребителей и обработки поступающих данных ДЗЗ.
- Станции сбора данных на территории США и зарубежные приемные станции.
- Центр хранения и учета данных ДЗЗ.

#### КА RapidEye (RapidEye AG, Германия)

- Центр управления (SOCC — Spacecraft Operations Control Center).
- Станция приема в S-диапазоне (для приема в X-диапазоне используется норвежская станция на Шпицбергене).
- Комплекс предварительной и стандартной обработки космической информации.
- Комплекс хранения и архивирования данных.
- Комплекс тематической обработки и реализации геоинформационных проектов.

#### КА TerraSAR-X, TanDEM-X (Infoterra, Германия)

Наземный сегмент радиолокационной космической системы TerraSAR-X — TanDEM-X обеспечивается

Немецким аэрокосмическим центром (DLR). Компания Infoterra GmbH обеспечивает коммерческую эксплуатацию спутника и тематическую обработку данных. В состав сегмента входят:

- сегмент управления космической системой (MOS – Mission Operations Segment); работа обеспечивается German Space Operation Center (GSOC);
- сегмент калибровки аппаратуры данных (IOCS – Instrument Operation and Calibration Segment); работа обеспечивается Microwaves and Radar Institute (IHR);
- сегмент приема данных (PGS – Payload Ground Segment); работа обеспечивается German Remote Sensing Data Center (DFD) и DLR Remote Sensing Technology Institute (IMF).

### КА RADARSAT-2 (MDA, Канада)

Состав наземного сегмента космической системы RADARSAT-2 представлен на схеме (рис. 1). Сегмент включает в себя 8 подсистем (на схеме – закрашенные голубым цветом прямоугольники).

### КА COSMO-SkyMed (ASI – Итальянское космическое агентство)

- Главный наземный сегмент, включающий комплекс управления космическими аппаратами и т. д.
- Центр планирования и контроля.
- Центр приема, обработки и архивирования.
- Телекоммуникационный центр.
- Станции приема данных.
- Центр корректировки данных.
- Центр обеспечения данными гражданских пользователей.

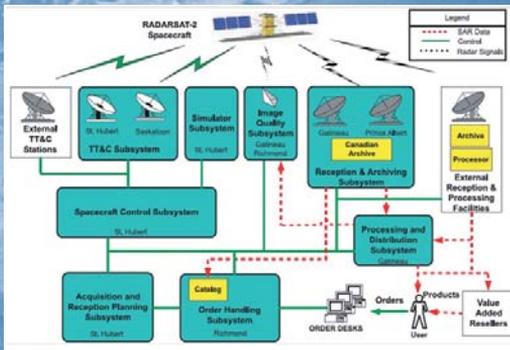


Рис. 1.  
Схема космической системы RADARSAT-2

### СТАНЦИИ ПРИЕМА ДАННЫХ

Важнейшим элементом инфраструктуры наземных сегментов космических систем ДЗЗ являются станции приема данных. Различные операторы используют разные возможности доставки данных с космических аппаратов:

- использование международных сетей наземных станций приема (International Ground Station);
- использование национальных сетей наземных станций приема;
- установка собственных станций приема.

Некоторые агентства имеют свои сети приемных станций, например USGS (США), Европейское космическое агентство (ESA), Индийское космическое агентство (ISRO).

Данные или передаются на Землю сразу в процессе съемки, если спутник находится в зоне видимости приемной станции, или записываются на бортовое записывающее устройство. При наличии сети приемных станций можно вести наблюдение в реальном режиме времени. Такая возможность используется, как правило, только для метеоспутников.

Для передачи данных используются радиолинии в разных диапазонах частот (большой частью в X- и L-диапазонах). Большое значение для оперативного получения данных имеет скорость передачи информации. В табл. 1 приведены данные по некоторым спутникам высокого и сверхвысокого разрешения.

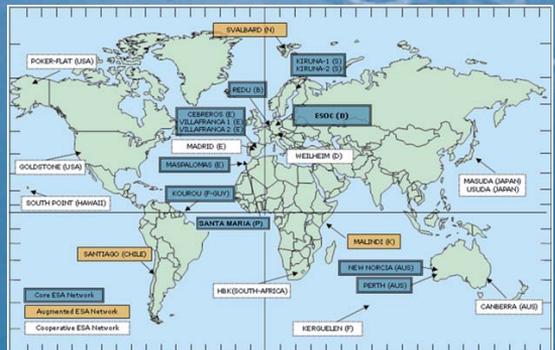


Рис. 2.  
Схема размещения наземных станций ESTRACK



мости. При необходимости доступ к данным может осуществляться с других станций сети GeoEye.

Для получения данных со спутника GeoEye-1, помимо собственной сети, оператор использует станции на Аляске (Barrow), в Норвегии (Tromsø), Антарктике (Troll), штате Колорадо (Thornton).

Представляет интерес станция приема, установленная на норвежской антарктической станции Troll. Эту станцию, оптимально расположенную в южных полярных широтах (72° ю.ш., 2° в.д.), помимо GeoEye, использует компания DigitalGlobe для сброса данных со спутников WorldView-1 и WorldView-2. Станция оборудована антенной диаметром 7,3 м и всем необходимым оборудованием для приема и первичной обработки данных в S- и X-диапазонах.

#### КА ALOS (JAXA — Японское космическое агентство)

Космический аппарат ALOS сбрасывает данные на наземную приемную станцию JAXA непосредственно или для ускорения передачи через промежуточную станцию, установленную на спутнике KODAMA. Используя эту систему, ALOS может передавать на Землю от 500 до 1000 Гб информации в сутки.

#### УСЛУГИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРИЕМА ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕНТРОВ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

В настоящее время компания «Совзонд» предлагает услуги по организации приема данных с зарубежных аппаратов. В табл. 2 приводится краткий перечень основных систем ДЗЗ, с которых возможно получение данных на станции приема в России

(direct downlink), либо организация «дистанционной точки приема». В данном случае речь идет о спутниках высокого пространственного разрешения нового поколения. Услуги предоставляются станциям, находящимся в собственности государственных или коммерческих организаций и прошедшим процесс авторизации.

Стоимость услуг по прямому сбросу высока, в особенности со спутников нового поколения (дата запуска с 2008 г.), поскольку практически все операторы в настоящее время в качестве обязательного условия требуют закупать их собственное оборудование (терминалы, демодуляторы и т. д.) и программное обеспечение, а заказчик, как правило, предоставляет антенный комплекс с соответствующими характеристиками и компьютеры. Для спутников старого поколения допускалась разработка приемных трактов силами компаний, занимающихся эксплуатацией наземных сегментов. С коммерческой точки зрения гораздо более выгодным является закупка данных через сеть дистрибьюторов, поэтому большинство приемных станций в мире — это государственные станции, поэтому мы не говорим об экономической целесообразности наличия станции. Однако в ряде случаев наличие точки прямого сброса или дистанционной точки приема становится все более актуальным ввиду появления систем ДЗЗ нового поколения, которые за счет функционирования на орбите группировки спутников позволяют достичь действительно высокой периодичности прохода над одной и той же точкой Земли (до нескольких раз в день), благодаря чему достигается высокая оперативность съемки.

Таблица 2

Основные системы ДЗЗ, с которых возможно получение данных на станции приема в России

Название КА	Кол-во спутников в системе	Пространственное разрешение, м	
		Панхроматический режим	Мультиспектральный режим
CARTOSAT-1 (IRS-P5)	1	2,5	-
CARTOSAT-2	1	1	-
RapidEye	5	-	5
WorldView-2	1	0,5	1,8
COSMO-SkyMed (радарные КА)	3		1
RADARSAT (радарные КА)	2		8,5; 3
SPOT-5	1	5	10

### Организация дистанционной точки приема

Организация дистанционной точки приема данных позволяет заказчику самостоятельно осуществлять планирование съемки интересующего района в режиме online за конкретные даты с необходимыми техническими параметрами, отслеживать ход выполнения своей заявки и получать данные посредством FTP.

Основным преимуществом этого сервиса является оперативность заказа съемки, а также отсутствие необходимости в приобретении дорогостоящего оборудования. Сервис удобен для заказчиков, которым требуются большие объемы данных на территориально распределенные полигоны.

Подписчику сервиса предоставляется возможность зарезервировать определенную часть спутниковых съемочных мощностей, в некоторых случаях гарантируется приоритетность выполнения заказа. Как в случае прямого сброса, так и в случае организации дистанционной точки приема, программирование спутника осуществляется централизованно оператором на основании всех поступивших заявок.

Удобство данной системы заключается прежде всего в максимальном сокращении времени, необходимого на размещение заказа, а также в том, что оператор видит все возможности спутника по съемке и может заполнить планирование в оптимальном для конкретной задачи режиме.

В экстренных ситуациях данная система позволяет разместить заказ за 6 часов до момента съемки и получить изображение (по FTP) практически в режиме реального времени после сброса информации на станцию приема компании - оператора.

Вход в систему возможен с любого компьютера (даже с ноутбука), подключенного к интернету. Никакого дополнительного оборудования (за исключением компьютера и интернета) не требуется.

Снимки становятся доступными для загрузки после прохождения первичной обработки (телеметрия не передается) в цифровом виде в сертифицированных уровнях обработки, готовые для использования в геоинформационной системе.

Огромным преимуществом данного сервиса для многих организаций является возможность оперативного получения данных ДЗЗ сотрудником, находящимся в любой точке земного шара, а также возможность оперативного заказа съемки по любой территории Рос-

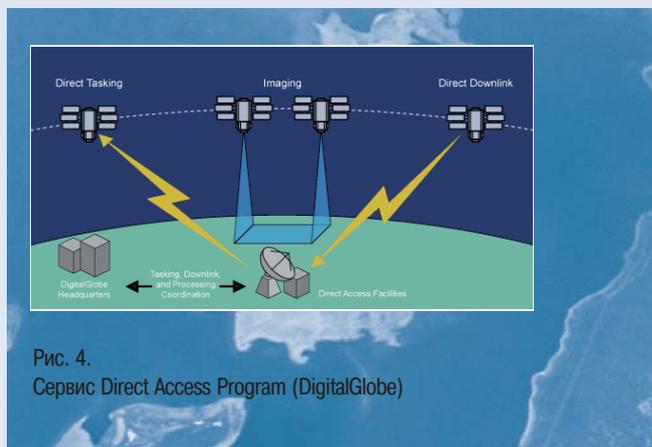


Рис. 4.  
Сервис Direct Access Program (DigitalGlobe)

сии и мира, не ограничиваясь зонами приема наземных станций.

Приведем примеры сервисов прямого доступа.

#### Direct Access Program (DigitalGlobe, США)

Сервис (рис. 4) предназначен для армии, разведки, крупных коммерческих заказчиков и обеспечивает прямой доступ к группировке спутников DigitalGlobe (WorldView-1 и WorldView-2, QuickBird).

Программа позволяет заказчикам решать тактические и стратегические задачи использования космических снимков, при этом сохраняется конфиденциальность и обеспечивается безопасность.

#### Infoterra's Direct Access Services (Infoterra GmbH, Германия)

Сервис (рис. 5) позволяет отобранным партнерам и заказчикам по всему миру получать данные с радиолокационного спутника TerraSAR-X непосредственно на их приемные наземные станции. Сервис носит эксклюзивный характер.

Для пользователей сервиса существует два статуса:

- партнер прямого доступа (Direct Access Partner (DAP));
- заказчик прямого доступа (Direct Access Customer (DAC)).

Пользователь сервиса должен установить станцию прямого доступа (Direct Access Station – DAS) и/или терминал прямого доступа (Direct Access Terminal – DAT). Подписав соглашение, пользователь может:

- посредством специальных WEB-инструментов планировать проведение съемки и получение данных;



Рис.5.  
Сервис Infoterra's Direct Access Services

- получать данные на свою станцию приема после выполнения заданной съемки;
- распоряжаться данными в соответствии с соглашением.

#### Список использованных источников

1. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1995JBIS...48..139H>
2. [http://calval.cr.usgs.gov/JACIE\\_files/JACIE06/Files/18Jones.pdf](http://calval.cr.usgs.gov/JACIE_files/JACIE06/Files/18Jones.pdf)
3. [http://cobweb.ecn.purdue.edu/~bethel/eros\\_orbit.pdf](http://cobweb.ecn.purdue.edu/~bethel/eros_orbit.pdf)
4. [http://landsat.usgs.gov/about\\_ground\\_stations.php](http://landsat.usgs.gov/about_ground_stations.php)
5. <http://myformosat2.spotimage.com/html/concept/>
6. <http://rulekcia.ru/kurs/50/2740>
7. <http://scanex.ru>
8. <http://www.antrix.gov.in/#>
9. <http://www.cosmo-skymed.it/en/index.htm>
10. <http://www.digitalglobe.com/index.php/195/Direct+Access+Program>
11. [forschung\\_und\\_entwicklung/missionen/terrasar\\_x/EUSAR-TX-Mission.pdf](http://www.dlr.de/en/Portaldata/1/Resources/forschung_und_entwicklung/missionen/terrasar_x/EUSAR-TX-Mission.pdf)
12. [http://www.eorc.jaxa.jp/en/hatoyama/satellite/satdata/alos\\_e.html](http://www.eorc.jaxa.jp/en/hatoyama/satellite/satdata/alos_e.html)
13. <http://www.esa.int>
14. <http://www.eurimage.com>
15. [http://www.gim-international.com/news/id3532-CRISP\\_GeoEye\\_Imagery\\_Regional\\_Affiliate.html](http://www.gim-international.com/news/id3532-CRISP_GeoEye_Imagery_Regional_Affiliate.html)
16. <http://www.gisdevelopment.net/technology/rs/techrs023a.htm>
17. <http://www.globalinsights.com/Resourcesat1info.pdf>
18. <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo01/Scherer.pdf>
19. <http://www.imagesatintl.com/?catid={93927F5B-F4DA-40D8-9A35-AFA24A272E17}#{174F990A-504E-4122-9410-9AE29D6321D5}>
20. [http://www.incaindia.org/technicalpapers/02\\_DAPI01.pdf](http://www.incaindia.org/technicalpapers/02_DAPI01.pdf)
21. <http://www.infoterra.de/terrasar-x/direct-access-services.html>
22. <http://www.nrsc.gov.in/>
23. <http://www.ntsomz.ru>
24. <http://www.radarsat2.info/about/mission.asp>
25. <http://www.rapideye.de/home/system/index.html>
26. [http://www.samspace.ru/S\\_DZZ/наземный\\_комплекс\\_приема.htm](http://www.samspace.ru/S_DZZ/наземный_комплекс_приема.htm)
27. <http://www.spotimage.com>
28. <http://www.thalesgroup.com/assets/0/93/238/c793ccdb-f7f8-4d72-85e5-f715d225a890.pdf?LangType=2057>
29. [https://www.colloquium.fr/eicontent/Congres/05CNES\\_img/session%20%20-%20current%20missions%20and%20future%20plans/Cornet%20Fratter.pdf](https://www.colloquium.fr/eicontent/Congres/05CNES_img/session%20%20-%20current%20missions%20and%20future%20plans/Cornet%20Fratter.pdf)