

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

В 1990 г. окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – заместитель генерального директора.

**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.

## Развитие систем ДЗЗ и информационно-аналитического обеспечения данными космической съемки: ближайшие перспективы

Наконец наступило то время, когда космическая съемка настолько глубоко и всеобъемлюще вошла в нашу жизнь, что мы уже даже этого не замечаем – она стала для нас такой же привычной, как мобильная связь или Интернет. А ведь всего 5–7 лет назад на орбите находилось не более 10 спутников, данные с которых были доступны широкому кругу пользователей. Теперь же на орбите находится более 100 таких аппаратов, выполняющих съемку практически в любое время суток, в различных спектральных каналах и с различным разрешением, с высокой точностью, периодичностью и производительностью. Но что же ждет нас завтра? Как будут развиваться системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)? Не будем заглядывать на десятки лет вперед, попробуем разобраться, какие космические аппараты (КА) ДЗЗ появятся в течение ближайших 3–4 лет.

### РОССИЯ

В настоящее время на орбите работает спутник ДЗЗ природно-ресурсного назначения «Ресурс-ДК1», который был запущен в 2006 г. Его особенностью являются повышенные оперативные и точностные характеристики получаемых изображений (разрешение 1 м в панхроматическом режиме, 2–3 м – в мультиспектральном). Расчетный срок существования космического аппарата истек в 2009 г., но он продолжает работу и передает на Землю данные, которые активно используются для создания и обновления топографических и специальных карт, информационного обеспечения рационального природопользова-

ния и хозяйственной деятельности, инвентаризации лесов и сельскохозяйственных земель, других задач. Космическому аппарату «Ресурс-ДК1» в этом номере журнала посвящена подробная статья (см. Г. Петри. «Спутник «Ресурс-ДК1», с. 38).

Продолжением отечественных спутников ДЗЗ высокого разрешения в интересах социально-экономического развития страны явится оптико-электронный космический аппарат наблюдения земной поверхности «Ресурс-П», который запланирован к запуску в 2011 г. Этому космическому аппарату посвящена в журнале отдельная статья (см. А.Н. Кирилин и др. «Космический аппарат «Ресурс-П», с. 23).

В первом полугодии 2011 г. будет осуществлен запуск КА «Канопус-В» (см. статью А.В. Горбунова и И.Н. Слободского «Космический комплекс оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций», журнал «ГЕОМАТИКА», №1(6), 2010, с.30–33). Он предназначен для обеспечения всех заинтересованных организаций в оперативной информации для решения следующих основных задач:

- обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду;
- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в том числе стихийных гидрометеорологических явлений;
- мониторинг сельскохозяйственной деятельности, природных (в том числе водных и прибрежных) ресурсов;

- землепользование;
- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.

С 2009 г. в России начала разворачиваться космическая система гидрометеорологического назначения «**Метеор-3М**», был запущен спутник КА «Метеор-М» №1, который предназначен для получения космической информации ДЗЗ в интересах оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды. На 2012 г. запланирован запуск еще одного метеоспутника – «Метеор-М» №2, а на 2014 г. КА «Метеор-М» №3 с океанографической и многорежимной радиолокационной специализацией (см. статью А.Л. Чуркина «Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» со спутником «Метеор-М», журнал «ГЕОМАТИКА», №3(4), 2009, с.79–85). В ближайшем будущем планируется создать систему гидрометеорологического назначения в составе трех КА «**Электро-Л**» на геостационарной орбите и четырех КА «Метеор-3М» на низкой солнечно-синхронной орбите, довести состав многоцелевой космической системы «**Арктика**» до четырех спутников.

Нарращивание российской орбитальной группировки ДЗЗ ведется в соответствии с концепцией развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 г. и программными мероприятиями, заложенными в Федеральной космической программе России на 2006–2015 гг. и проекте Федеральной космической программы России на 2011–2020 гг.

### БЕЛОРУССИЯ

Белоруссия готовится к запуску в 2011 г. спутника ДЗЗ **БКА**, который обеспечит полное покрытие территории страны космической съемкой. По международной классификации космический аппарат относится к классу малых спутников (полностью идентичен КА «Канопус-В»). Полезная нагрузка БКА включает панхроматическую и мультиспектральную камеры с полосой захвата 20 км. Снимки, полученные с борта космического аппарата, позволяя рассмотреть объекты на земной поверхности с разрешением приблизительно 2 м в панхроматическом режиме и 10 м – в мультиспектральном (см. статью С.А. Золотого «Белорусская космическая система дистанционного зондирования

Земли, современное состояние и перспективы развития», журнал «ГЕОМАТИКА», №3(8), 2010, с.31–33).

### УКРАИНА

В рамках национальной космической программы Украина планирует в декабре 2010 г. осуществить запуск спутника ДЗЗ «**Сич-2**» с целью дальнейшего развития системы космического мониторинга и геоинформационного обеспечения народного хозяйства. Космический аппарат будет оснащен оптико-электронной аппаратурой, позволяющей получать мультиспектральные изображения высокого разрешения, что обеспечит решение ряда практических и научных задач регионального и национального уровня. Это, в частности, мониторинг чрезвычайных ситуаций, мониторинг растительных и почвенных покровов суши, создание цифровых карт местности, управление земельными ресурсами, территориальное планирование в урбанизированных и прибрежных зонах.

Как сообщил в сентябре 2010 г. представитель украинского Национального космического агентства (НКАУ), Украина и Германия намерены совместно использовать данные ДЗЗ со спутника «Сич-2» и с группировки из 5 космических аппаратов RapidEye.

### США

В США отрасль ДЗЗ развивается прежде всего в секторе сверхвысокого разрешения, где идет конкуренция между двумя основными игроками – компаниями DigitalGlobe и GeoEye.

#### Компания DigitalGlobe

Штаб-квартира компании DigitalGlobe находится в г. Лонгмонт (штат Колорадо). Численность сотрудников – 350 человек, оборот в 1-м квартале 2010 г. составил 77 млн дол. (прогноз на 2010 г. – 330–360 млн дол.). В настоящее время компания располагает тремя космическими аппаратами сверхвысокого разрешения – **QuickBird** (запущен в 2001 г.; разрешение 60 см в панхроматическом режиме, 2,4 м – в мультиспектральном), **WorldView-1** (запущен в 2007 г.; разрешение 50 см в панхроматическом режиме), **WorldView-2** (запущен в 2009 г.; разрешение 50 см в панхроматическом режиме, 2 м – в мультиспектральном; 8 спектральных каналов).

30 августа 2010 г. компания DigitalGlobe сообщила о заключении контракта с компанией Ball Aerospace

(г. Боулдер, штат Колорадо) на разработку, создание и запуск спутника **WorldView-3** к 2014 г. Стоимость контракта составляет 180,6 млн дол. (при условии, что Ball Aerospace уложится в сроки и технологические этапы разработки спутника).

Компания ITT Corp. (Ганновер, штат Мэриленд) получила контракт на создание бортовой съемочной системы для спутника WorldView-3 на сумму 120,5 млн дол. США в срок до 2013 г. Съемочная система WorldView-3 будет полностью аналогична той, которая установлена на KA WorldView-2. Она способна получать 8-канальные мультиспектральные изображения сверхвысокого разрешения. Пространственное разрешение в панхроматическом режиме составит 0,46 м, в мультиспектральном – 1,84 м. Точность геопозиционирования – 6,5 м CE90 (4 м СКО) без наземных точек привязки. Ширина полосы съемки – 16,4 км.

### Компания GeoEye

Штаб-квартира компании GeoEye находится в г. Даллес (штат Вирджиния), офисы – в Денвере (штат Колорадо), Сент-Луис (штат Миссури), Норман (штат Оклахома) и Мишшн (штат Канзас). Численность сотрудников – 530 человек, прогноз по обороту на 2010 г. составляет 310 млн дол. GeoEye работает в трех областях рынка: поставка новой и архивной съемки, обработка изображений и производство геопространственных данных, а также оказывает услуги по предоставлению геопространственной информации.

Ежегодно GeoEye снимает десятки миллионов квадратных километров земной поверхности с помощью спутников **GeoEye-1** и **IKONOS**.

С запуском спутника IKONOS в 1999 г. GeoEye (в то время называлась OrbImage) вошла в историю как первая компания с коммерческим спутником ДЗЗ с разрешением меньше 1 м. Съемка IKONOS имеет разрешение 0,82 м в надири с точностью, позволяющей выполнять на ее основе средне- и крупномасштабное картографирование.

КА GeoEye-1, запущенный в 2008 г., – самый точный коммерческий спутник ДЗЗ с самым высоким разрешением среди коммерческих спутников – 0,41 м. Точность моносъемки в плане 3,5 м (CE90), в то время как стереосъемка достигает точности 2,8 м (LE90) по высоте без применения опорных точек.

Перспективный КА **GeoEye-2** (рис. 1) начал разрабатываться в 2007 г. Согласно открытой информации,

предполагается достижение следующих технических характеристик: разрешение в панхроматическом режиме – 0,25–0,3 м (загрубляемое для коммерческих потребителей до 0,5 м), улучшенные спектральные характеристики. Предполагаемая апертура телескопа – 1,1 м, производитель сенсора – компания ITT Corp.

11 марта 2010 г. компания GeoEye объявила об окончательном выборе генерального подрядчика, которому предстоит создать спутник GeoEye-2. Им стала компания Lockheed Martin (штаб-квартира находится в г. Бетесда, штат Мэриленд) – один из ведущих американских производителей космических платформ и систем различного назначения.

1 сентября 2010 г. было объявлено о том, что команда Lockheed Martin, занимающаяся разработкой спутника ДЗЗ GeoEye-2, успешно и в срок завершила первый этап и представила обзор системных требований (System Requirements Review, SRR). SRR является важной вехой программы разработки, которая предшествует этапу предварительного отчета по проекту (Preliminary Design Review, PDR). Успешный этап SRR подтверждает завершенность проектирования системы Lockheed Martin для удовлетворения ключевых потребностей пользователей и готовность команды приступить к следующему этапу PDR, который планируется завершить в этом году.

В свою очередь, ITT Corp. объявила 1 сентября 2010 г. о получении контракта от Lockheed Martin, в рамках которого ITT продолжит создание бортовой съемочной системы для спутника GeoEye-2. Съемочная система GeoEye-2 состоит из подсистем камеры и сенсора, блока оптического телескопа и внешнего блока объектива. Корпорация ITT работает над созданием съемочной системы для GeoEye-2 с октября 2007 г. в рамках отдельного прямого контракта с компанией GeoEye, который позволил начать разработку ранее и уложиться в запланированные сроки.

Спутник GeoEye-2 будет готов к запуску в конце 2012 г., и после вывода на орбиту выход на рабочий режим съемки запланирован на начало 2013 г. Нынешние планы предусматривают создание спутника весом более 2 т, который будет работать на орбите высотой 652 км. Расчетный срок эксплуатации КА GeoEye-2 составит 7 лет с возможностью его продления до 10 лет. Как уже отмечалось выше, после начала работы в штатном режиме спутник будет передавать для государственных

и коммерческих заказчиков данные самого высокого разрешения в мире.

### ФРАНЦИЯ

Во Франции основным коммерческим оператором спутников ДЗЗ является компания Spot Image, которая принадлежит корпорации Astrium (подразделению Astrium Services). Численность персонала компании составляет 270 человек, оборот – 105 млн евро в год. Штаб-квартира Spot Image расположена в г. Тулуза, филиалы – в Австралии, Бразилии, Китае, Японии, Перу,



Рис. 1.  
Взгляд в будущее: 2013 г. – спутник GeoEye-2 на орбите

Сингапуре, США. В настоящее время идет процесс слияния Spot Image и компании Infoterra France с последующим присоединением Infoterra Germany, Infoterra Great Britain, Infoterra Spain, Infoterra Netherlands. В результате уже к 1 января 2011 г. будет образована новая компания – Astrium Geoinformation Service Company с общим количеством сотрудников до 800 человек и годовым оборотом до 350 млн евро. Таким образом, новая организация станет едва ли не крупнейшим игроком на рынке ДЗЗ и профильных услуг в мире.

В настоящее время Spot Image поставляет данные с французских космических аппаратов **SPOT-4** (запущен в 1998 г.; разрешение 10 м в панхроматическом режиме, 20 м – в мультиспектральном), **SPOT-5** (запущен в 2002 г.; разрешение 2,5 и 5 м в панхроматическом режиме, 20 м – в мультиспектральном),

тайваньского спутника **FORMOSAT-2** (запущен в 2004 г.; разрешение 2 м в панхроматическом режиме, 8 м – в мультиспектральном), корейского спутника **KOMPSAT-2** (запущен в 2006 г.; разрешение соответственно 1 и 4 м). Следует обратить внимание на достаточно большое время, прошедшее с начала эксплуатации спутников SPOT-4 и SPOT-5 (первый находится на орбите уже 12 лет, второй – 8). Планируется, что SPOT-5 продолжит свою работу на орбите как минимум до 2014 г.

Для того чтобы гарантировать непрерывность получения данных высокого разрешения на долгие годы вперед, к запуску запланированы два новых КА серии SPOT – **SPOT-6** и **SPOT-7**. Оба спутника имеют идентичные характеристики:

- пространственное разрешение: 2 м в панхроматическом режиме и 8 м – в мультиспектральном (4 спектральных канала);
- ширина полосы съемки – 60 км, полоса обзора – 600 км;
- возможно получение стереопар и триплетов изображений;
- пространственная точность данных без наземных точек привязки составит 10 м СЕ90 (6–7 м СКО в масштабе 1:25 000);
- производительность – 3 млн кв. км в сутки.

КА SPOT-6 планируется запустить в 2012 г., SPOT-7 – в 2014 г. Оба спутника составят единую группировку, планирование их работы будет осуществляться централизованно. Предполагается, что будут реализованы более точные алгоритмы учета облачности и атмосферных явлений при планировании новой съемки. Расчетный срок эксплуатации каждого аппарата – 9 лет.

Помимо спутников высокого разрешения SPOT-6 и SPOT-7, компанией Spot Image готовятся к запуску космические аппараты сверхвысокого разрешения **Pleiades-1** и **Pleiades-2** (рис. 2).

Программа Pleiades High Resolution является составной частью европейской спутниковой системы ДЗЗ и ведется под руководством французского космического агентства CNES начиная с 2001 г. Она включает в себя два спутника нового поколения сверхвысокого пространственного разрешения Pleiades-1 и Pleiades-2 весом по 1 т каждый, с одинаковыми техническими характеристиками. Разрешение – 50 см в панхроматическом режиме и 2 м – в мультиспектральном (4 спектральных канала), полоса

съемки – 20 км. Спутники будут синхронизированы на одной орбите таким образом, чтобы иметь возможность обеспечить ежедневную съемку одного и того же участка земной поверхности.

Используя космические технологии нового поколения, такие, как оптико-волоконные системы гиростабилизации, космические аппараты Pleiades-1 и Pleiades-2, оборудованные самыми современными системами, будут обладать беспрецедентной маневренностью. Они смогут проводить съемку в любом месте 800-километровой полосы меньше чем за 25 секунд с точностью геопозиционирования меньше 3 м (СЕ90) без использования наземных опорных точек и 1 м – с использованием наземных точек. Спутники будут способны снимать более 1 млн кв. км в день в панхроматическом и мультиспектральном режимах.

Компания Spot Image намерена обеспечить очень большую оперативность заказа съемки и получения необходимых данных. Планирование съемки будет осуществляться трижды в день, поэтому заказчик сможет получить необходимые снимки уже через несколько часов после запроса.

На спутниках будут доступны следующие режимы программирования:

- стандартное программирование: план работы спутника обновляется и пересылается клиентам 3 раза в день;
- приоритетное программирование: для получения срочной информации;
- быстрое программирование: за 6 часов до начала съемки;
- прямое программирование: для корпоративной наземной станции приема.

Запуск спутника Pleiades-1 запланирован на конец 2010 г., а Pleiades-2 – на 2011 г.

## ЯПОНИЯ

Наиболее известным японским спутником ДЗЗ является **ALOS** (разрешение 2,5 м в панхроматическом режиме и 10 м – в мультиспектральном, а также радарная съемка в L-диапазоне с разрешением 12,5 м). КА ALOS был создан в рамках японской космической программы и финансируется Японским космическим агентством JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). Управление КА ALOS осуществляется специалистами JAXA, функции

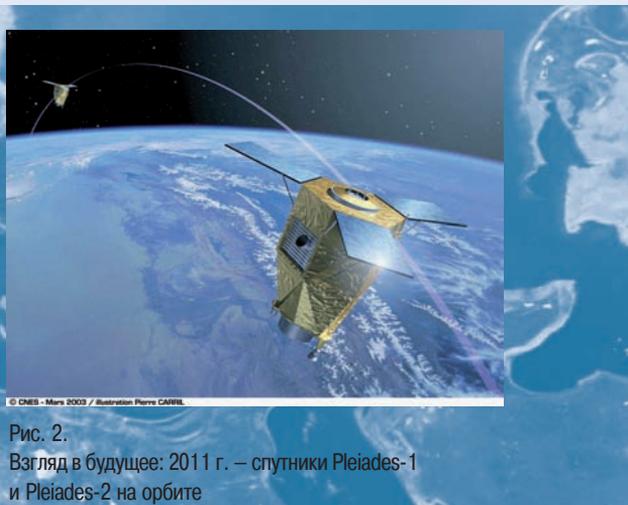


Рис. 2. Взгляд в будущее: 2011 г. – спутники Pleiades-1 и Pleiades-2 на орбите

коммерческого оператора ДЗЗ переданы компании RESTEC, которая занимается маркетинговой деятельностью, продвижением данных ДЗЗ на зарубежном и внутреннем рынках, является уполномоченной по назначению партнеров и дистрибьюторов во всем мире.

Компания RESTEC была образована в 1975 г., количество сотрудников в настоящее время – 142 человека. Штаб-квартира находится в Токио, филиалы – в Цукуба, Хатояма.

КА ALOS был запущен в 2006 г. и, несмотря на то, что уже отработал расчетный срок эксплуатации, находится в очень хорошем состоянии: предполагается, что он продолжит работу еще как минимум до 2014 г.

Тем не менее на смену спутнику ALOS придут сразу два космических аппарата – один оптико-электронный, второй – радарный. Таким образом, специалисты агентства JAXA отказались от совмещения на одной платформе оптической и радарной систем, что реализовано на действующем спутнике ALOS, на котором установлены две оптические камеры (PRISM и AVNIR) и один радар (PALSAR).

КА ALOS-2 (рис. 3) уже полностью обеспечен финансированием и запланирован к запуску в 2013 г. Спутник будет радарным со следующими характеристиками:

- съемка в L-диапазоне;
- режимы съемки и пространственное разрешение: 1–3 м с полосой съемки 25 км в режиме SpotLight, 3–10 м с полосой съемки 50–70 км в режиме

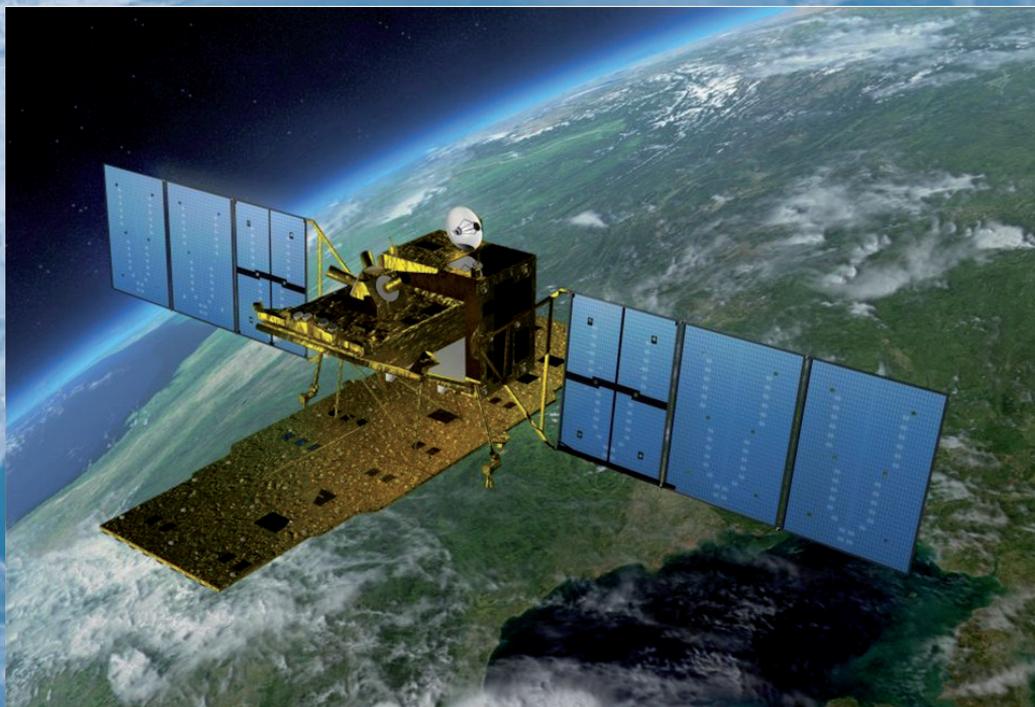


Рис. 3.  
Взгляд в будущее: 2013 г. – спутник ALOS-2 на орбите

StripMap, 100 м с полосой съемки 350 км в режиме ScanSAR;

- орбита – солнечно-синхронная, высота 628 км;
- периодичность съемки – 14 дней;
- расчетный срок эксплуатации – 5 лет (с продлением до 7 лет).

Оптико-электронный КА **ALOS-3** полностью прошел фазу разработки и проектирования. Запуск запланирован на 2014 г. Он будет работать на солнечно-синхронной орбите высотой 618 км, расчетный срок эксплуатации – 5 лет.

Спутник будет способен выполнять съемку в панхроматическом режиме с разрешением 80 см и шириной полосы 50 км, в мультиспектральном режиме – 5 м и шириной полосы 90 км, в гиперспектральном режиме – 30 м и полосой 30 км.

В рамках нашего обзора мы в основном коснулись наиболее, на наш взгляд, интересных космических аппаратов, запуск которых запланирован в

самом ближайшем будущем. Мы не ставили задачу проанализировать все действующие в настоящий момент на орбите системы ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения. А их, помимо упомянутых в статье, имеют такие страны, как Германия (группировка оптико-электронных спутников RapidEye, радарные космические аппараты TerraSAR-X и TanDEM-X), Израиль (КА EROS-A,B), Индия (CARTOSAT-1,2, RESOURCESAT-1 и др.), Италия (радарные КА COSMO-SkyMed-1-4), Канада (радарные КА RADARSAT-1.2), Китай и др. Причем практически все перечисленные страны планируют пополнить свои группировки в ближайшее время новыми космическими аппаратами. В настоящее время уже около 20 стран обзавелись своими собственными спутниками ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения, и с каждым годом в этот своеобразный клуб вступают все новые члены.