

БЛИЖАЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ДЗЗ

М.А. Болсуновский (Компания «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 — первый заместитель генерального директора.

Б.А. Дворкин (Компания «Совзонд»)

В 1974 г. окончил географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». После окончания университета работал в ПК «Картография», ООО «Картография Хубер», ГИС-Ассоциации и Научном геоинформационном центре РАН. С 2008 г. по настоящее время — аналитик компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

Данные космической съемки, используемые вначале исключительно для государственных целей, очень скоро привлекли внимание специалистов из разных областей знаний как незаменимый источник ценной и полезной информации. В настоящее время космические снимки настолько глубоко и всеобъемлюще вошли в нашу повседневную жизнь, что мы уже этого даже не замечаем. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) стали таким же привычным атрибутом современного информационного общества, как, например, мобильная связь или Интернет. А ведь всего 5–7 лет назад на орбите находилось не более 10 коммерческих космических аппаратов (КА) ДЗЗ, данные с которых были доступны широкому кругу пользователей. Теперь около 100 таких аппаратов выполняют съемку практически в любое время суток, в различных спектральных диапазонах и с различным разрешением, с высокой точностью геопозиционирования, периодичностью и производительностью. Как же будут развиваться системы ДЗЗ из космоса в дальнейшем? Не будем заглядыв-

ать на десятки лет вперед, а проанализируем, какие космические аппараты ДЗЗ как коммерческого, так и двойного назначения появятся в течение ближайших 3–4 лет.

▼ Россия

В настоящее время завершает свою работу на орбите спутник ДЗЗ природно-ресурсного назначения «Ресурс-ДК1», который был запущен в 2006 г. Его особенностью является высокое пространственное разрешение изображений (1 м в панхроматическом режиме и 2–3 м — в мультиспектральном) и оперативность. Ширина полосы съемки составляет 5–28 км. Расчетный срок эксплуатации этого КА истек в 2009 г., но он пока продолжает работу и передает на Землю данные, которые активно используются для создания и обновления топографических и специальных карт, информационного обеспечения рационального природопользования и хозяйственной деятельности, инвентаризации лесных массивов и сельскохозяйственных земель, а также для решения других задач.

Продолжением развития российских спутников ДЗЗ вы-

сокого разрешения в интересах социально-экономического развития страны станет КА с оптико-электронной аппаратурой для наблюдения земной поверхности «Ресурс-П», запуск которого запланирован в 2011 г. При разработке спутника использовались технические решения, наработанные при создании «Ресурс-ДК1». Круговая солнечно-синхронная орбита КА высотой 475 км позволит существенно улучшить условия съемки. В два раза увеличится периодичность наблюдений (с шести до трех суток). Съемка будет вестись в панхроматическом и пяти мультиспектральных диапазонах. Оптико-электронную аппаратуру высокого разрешения КА «Ресурс-П» дополнят гиперспектральной и широкозахватной съемочной аппаратурой.

В первом полугодии 2011 г. планируется осуществить запуск КА «Канопус-В». Он предназначен для обеспечения организаций, заинтересованных в получении оперативной информации при решении следующих основных задач:

— обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбро-

сов 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;

- наблюдение заданных районов земной поверхности.

С 2009 г. в России начала развертываться космическая система гидрометеорологического назначения «Метеор-3М». Был запущен спутник КА «Метеор-М» № 1, который предназначен для получения информации о состоянии Земли и окружающей ее атмосферы в интересах метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды. На 2012 г. запланирован запуск еще одного метеорологического спутника — **КА «Метеор-М» № 2**, а на 2014 г. — **КА «Метеор-М» № 3** с океанографической и многоцелевой радиолокационной специализацией.

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, а также довести состав многоцелевой космической системы **«Арктика»** до четырех спутников.

Наращивание орбитальной группировки спутников ДЗЗ ведется в соответствии с Концепцией развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 г. и мероприятиями, включенными в Федеральную космическую программу России на 2006–2015 гг. и проект Федеральной космической программы России на 2011–2020 гг.

▼ Белоруссия

Согласно проекту создания Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли в 2011 г. планируется запуск космического аппарата ДЗЗ **БКА**, который обеспечит полное покрытие территории Белоруссии космическими снимками. По международной классификации космический аппарат относится к классу малых спутников (полностью идентичен КА «Канопус-В»). Полезная нагрузка БКА включает панхроматическую и мультиспектральную камеры с шириной полосы захвата 20 км. Пространственное разрешение изображений земной поверхности, получаемых с борта КА, будет составлять около 2 м в панхроматическом режиме и 10 м — в мультиспектральном.

▼ Украина

В рамках национальной космической программы на Украине в первом квартале 2011 г. планируется 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. Данные с КА «Сич-2» обеспечат на государственном и региональном уровнях решение ряда практических и научных задач, таких как мониторинг чрезвычайных ситуаций, управление земельными ресурсами, мониторинг растительного и почвенного покровов суши, создание цифровых карт местности, территориальное планирование в урбанизированных и прибрежных зонах.

В сентябре 2010 г. представитель Национального космического агентства Украины сообщил, что Украина и Германия намерены совместно использо-

вать данные ДЗЗ, получаемые со спутника «Сич-2» и группировки из 5-ти космических аппаратов RapidEye.

▼ США

В США космические системы ДЗЗ развиваются, прежде всего, в секторе сверхвысокого разрешения, где идет конкурентная борьба между компаниями DigitalGlobe и GeoEye.

Компания DigitalGlobe

Штаб-квартира компании DigitalGlobe находится в Лонгмонте (штат Колорадо). Численность сотрудников — 350 человек. Оборот компании в I квартале 2010 г. составил 77 млн дол. (прогноз на 2010 г. — 330–360 млн дол.).

В настоящее время DigitalGlobe располагает следующими космическими аппаратами сверхвысокого разрешения:

- QuickBird (запущен в 2001 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 60 см, в мультиспектральном — 2,4 м; ширина полосы съемки 16 км);

- WorldView-1 (запущен в 2007 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 50 см; ширина полосы съемки 16 км);

- WorldView-2 (запущен в 2009 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 50 см, в мультиспектральном — 2 м; 8 спектральных каналов; ширина полосы съемки 16 км).

30 августа 2010 г. компания DigitalGlobe сообщила о заключении контракта с компанией Ball Aerospace (США) на разработку, создание и запуск спутника **WorldView-3** к 2014 г. Стоимость контракта составляет 180,6 млн дол. ITT Corp. (США) получила контракт на создание бортовой съемочной системы для спутника WorldView-3 на сумму 120,5 млн дол. в срок до 2013 г.

Съемочная система WorldView-3 будет полностью

аналогична той, которая установлена на КА WoldView-2. Она обеспечит получение мультиспектральных изображений сверхвысокого разрешения в 8-ми диапазонах. Пространственное разрешение в панхроматическом режиме составит 0,46 м, а в мультиспектральном — 1,84 м. Точность геопозиционирования в плане 6,5 м (СЕ90) или 4 м (СКО) без дополнительной коррекции плановых координат по наземным опорным точкам. (Под точностью геопозиционирования понимается точность привязки снимков в пространственной геоцентрической системе координат. — Прим. ред.). Ширина полосы съемки 16,4 км.

Компания GeoEye

Штаб-квартира компании GeoEye находится в Даллесе (штат Вирджиния), а офисы еще в пяти штатах. Численность сотрудников — 530 человек. Прогноз по обороту на 2010 г. составляет 310 млн дол.

Компания занимается поставкой новых и архивных космических снимков, созданием геопространственной информации и оказывает услуги по обработке космических изображений. Ежегодно с помощью спутников GeoEye-1 и IKONOS выполняется съемка десятков миллионов квадратных километров земной поверхности.

С запуском спутника IKONOS в 1999 г. GeoEye (в то время ком-

пания называлась OrbImage) вошла в историю как первая компания, владеющая коммерческим спутником ДЗЗ с разрешением меньше 1 м. Космические изображения с КА IKONOS имеют в надире пространственное разрешение 0,82 м, а точность геопозиционирования снимков позволяет использовать их при создании карт среднего и крупного масштабов.

КА GeoEye-1, запущенный в 2008 г., обладает самым высоким пространственным разрешением среди коммерческих спутников — 0,41 м. Точность геопозиционирования снимков в режиме моно съемки в плане составляет 3,5 м (СЕ90), а в режиме стереосъемки обеспечивается точность определения высот 2,8 м (LE90) без использования наземных опорных точек.

Перспективный КА **GeoEye-2** (рис. 1) начал разрабатываться в 2007 г. Согласно информации, находящейся в открытом доступе, планируется достичь пространственного разрешения в панхроматическом режиме 0,25–0,3 м (для коммерческого использования оно будет закругляться до 0,5 м) и обеспечить улучшенные спектральные характеристики. Предполагаемая апертура телескопа составит 1,1 м. (Апертура — диаметр светового пучка на входе в оптическую систему. В настоящее время апертура оптических систем КА ДЗЗ, находящихся на орбите, не превышает 0,7 м. — Прим. ред.).

11 марта 2010 г. компания GeoEye объявила о выборе генерального подрядчика, которому предстоит создать спутник GeoEye-2. Им стала компания Lockheed Martin (США) — один из ведущих 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 за-

кончила первый этап и представила обзор системных требований. Этот этап является важной вехой программы разработки и подтверждает завершенность проектирования системы для удовлетворения ключевых потребностей пользователей. Следующий этап, включающий предварительный отчет по проекту, планируется завершить в 2010 г.

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

Спутник GeoEye-2 будет готов к запуску в конце 2012 г., а его выход на рабочий режим съемки запланирован на начало 2013 г. Вес КА GeoEye-2 составит более 2 т. Он будет работать на орбите высотой 652 км в течение 7 лет с возможностью продления срока эксплуатации до 10 лет. Как уже отмечалось выше, после начала работы в штатном режиме спутник сможет передавать для заказчиков из государственных и коммерческих организаций данные самого высокого разрешения в мире.

▼ Франция

Во Франции основным коммерческим оператором спутников ДЗЗ является компания Spot Image, которая принадлежит подразделению Astrium Services корпорации Astrium. Численность персонала компании — 270 человек. Ее оборот составляет 105 млн евро в год. Штаб-



Рис. 1

Космический аппарат GeoEye-2

квартира Spot Image расположена в Тулузе (Франция), а филиалы — в Австралии, Бразилии, Китае, Японии, Перу, Сингапуре и США. В настоящее время идет процесс слияния Spot Image и компании Infoterra, в результате которого к 1 января 2011 г. будет образована новая компания Astrium GEO-Information Services с общим количеством сотрудников около 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 со следующих космических аппаратов:

— SPOT-4, Франция (запущен в 1998 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 10 м, в мультиспектральном — 20 м; ширина полосы съемки 60 км);

— SPOT-5, Франция (запущен в 2002 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 2,5 и 5 м, в мультиспектральном — 20 м; ширина полосы съемки 60 км);

— FORMOSAT-2, Тайвань (запущен в 2004 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 2 м, в мультиспектральном — 8 м; ширина полосы съемки 24 км);

— KOMPSAT-2, Корея (запущен в 2006 г.; пространственное разрешение в панхроматическом режиме 1 м, в мультиспектральном — 4 м; ширина полосы съемки 15 км).

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). Предполагается, что SPOT-5 продолжит работу на орбите как минимум до 2014 г.

Для того, чтобы гарантировать непрерывность получения данных высокого разрешения

на долгие годы вперед, запланирован запуск новых КА серии SPOT — **SPOT-6** в 2012 г. и **SPOT-7** в 2014 г. Эти спутники имеют идентичные характеристики:

— пространственное разрешение в панхроматическом режиме 2 м, в мультиспектральном — 8 м (4 спектральных канала);

— ширина полосы съемки 60 км, полоса обзора 600 км;

— возможность получения стереопар и триплетов изображений;

— точность геопозиционирования без наземных опорных точек 10 м (СЕ90) или 6–7 м (СКО), что обеспечит создание картографической продукции в масштабе 1:25 000;

— производительность в сутки 3 млн км².

КА SPOT-6 и SPOT-7 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.

Кроме этих спутников компания Spot Image готовит 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 (Centre National d'Etudes Spatiales — CNES), начиная с 2001 г. Она включает в себя спутники нового поколения сверхвысокого пространственного разрешения Pleiades-1 и Pleiades-2 весом по 1 т каждый с одинаковыми техническими характеристиками: пространственным разрешением в панхроматическом режиме 50 см, в мультиспектральном — 2 м (4 спектральных канала) и шириной полосы съемки 20 км.

Спутники будут синхронизированы на одной орбите таким образом, чтобы обеспечивать ежедневную съемку одного и того же участка земной поверхности.

Используя космические технологии нового поколения, такие как оптико-волоконные системы гиросtabilизации, космические аппараты Pleiades-1 и Pleiades-2, оборудованные современными системами, будут обладать беспрецедентной маневренностью. Они смогут проводить съемку 800-километровой полосы в любом месте меньше, чем за 25 секунд, с точностью геопозиционирования меньше 3 м (СЕ90) без использования наземных опорных точек и 1 м — с использованием наземных опорных точек. Спутники будут способны снимать более 1 млн км² в день в панхроматическом и мультиспектральном режимах.

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

На спутниках будут доступны следующие режимы планирования:

— стандартный (план работы спутника обновляется и рассылается клиентам 3 раза в день);

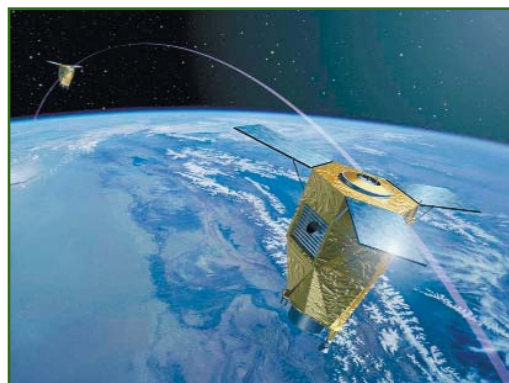


Рис. 2
Спутники Pleiades-1 и Pleiades-2



Рис. 3
Космический аппарат ALOS-2

- приоритетный (для получения срочной информации);
 - быстрый (за 6 часов до начала съемки);
 - прямой (для корпоративной наземной станции приема).
- Запуск спутника Pleiades-1 запланирован на начало 2011 г., а Pleiades-2 — на 2012 г.

▼ Япония

В настоящее время на орбите находится КА ALOS, созданный в рамках Японской космической программы. Владелец космического аппарата является Японское космическое агентство (Japаn Aerospace Exploration Agency — JAXA). КА ALOS запущен на орбиту в 2006 г. Он обеспечивает получение картографической стереокамерой изображений с пространственным разрешением 2,5 м в панхроматическом режиме и 10 м в мультиспектральном, с шириной полосы съемки 35 и 70 км, а также позволяет выполнять радиолокационную съемку в L-диапазоне с пространственным разрешением 12,5 м.

Управление КА ALOS осуществляется специалистами JAXA, функции коммерческого оператора ДЗЗ переданы компании RESTEC, которая занимается маркетинговой деятельностью, продвижением данных ДЗЗ на зарубежном и внутреннем рынках, является уполномоченной по определению партнеров и дистрибьюторов в мире.

Компания RESTEC была образована в 1975 г., количество сотрудников в настоящее время составляет 142 человека. Штаб-квартира находится в Токио, имеется два филиала.

Несмотря на то, что КА ALOS уже отработал расчетный срок эксплуатации, предполагается, что он продолжит работу еще как минимум до 2014 г.

На смену спутнику ALOS придут сразу два космических аппарата: оптико-электронный и радиолокационный. Таким образом, специалисты агентства JAXA отказались от совмещения на одной платформе оптической и радиолокационной систем, что реализовано на действующем спутнике ALOS, на котором установлены две оптические камеры (PRISM и AVNIR) и один радар (PALSAR).

Финансирование КА **ALOS-2** (рис. 3) уже полностью обеспечено, и его запуск запланирован в 2013 г. Спутник будет иметь радиолокационную аппаратуру со следующими характеристиками:

- съемка в L-диапазоне;
- пространственное разрешение 1–3 м с шириной полосы съемки 25 км в режиме SpotLight, 3–10 м с шириной полосы съемки 50–70 км в режиме StripMap и 100 м с шириной полосы съемки 350 км в режиме ScanSAR;
- солнечно-синхронная орбита, высотой 628 км;
- периодичность съемки 14 дней;
- расчетный срок эксплуатации 5 лет (с продлением до 7 лет).

КА **ALOS-3** с оптико-электронной аппаратурой полностью прошел фазу разработки и проектирования. Его запуск запланирован на 2014 г. Он будет работать на солнечно-синхронной орбите высотой 618 км. Расчетный срок эксплуатации составляет 5 лет.

Спутник сможет выполнять съемку с пространственным раз-

решением 80 см в панхроматическом режиме и шириной полосы съемки 50 км; 5 м в мультиспектральном режиме и шириной полосы съемки 90 км; 30 м в гиперспектральном режиме и шириной полосы съемки 30 км.

Таким образом, в рамках данного обзора были рассмотрены наиболее интересные, на наш взгляд, космические аппараты, запуск которых запланирован в ближайшем будущем. Перед нами не стояла задача проанализировать все действующие и перспективные системы ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения. Тем не менее, следует отметить, что помимо упомянутых в статье стран, такие системы имеют следующие:

— Германия (группировка из 5-ти спутников RapidEye с оптико-электронной аппаратурой, КА TerraSAR-X и TanDEM-X для радиолокационной съемки);

— Израиль (КА EROS-A и EROS-B);

— Индия (КА CARTOSAT-1, CARTOSAT-2, RESOURCESAT-1 и др.);

— Италия (КА COSMO-SkyMed-1, COSMO-SkyMed-2, COSMO-SkyMed-3 и COSMO-SkyMed-4 для радиолокационной съемки);

— Канада (КА RADARSAT-1 и RADARSAT-2 для радиолокационной съемки);

— Китай (Beijing-1) и др.

В настоящее время около 20 стран обладают собственными системами ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения. И каждый год этот своеобразный «космический клуб» пополняется новыми странами и системами ДЗЗ.

RESUME

There is given a description of the spacecraft, equipped with the modern equipment for the Earth remote sensing and scheduled to launch within the next 3–4 years in the following countries: Russia, Belarus, Ukraine, United States, France and Japan.