

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.

Современные подходы к организации оперативного космического мониторинга

Определение подходов к организации системы космического мониторинга как составной части поддержки принятия управленческих решений требует четкого определения, что же такое в этом смысле мониторинг и космический мониторинг.

Мониторинг – это составная часть управления, которая заключается в непрерывном наблюдении и анализе деятельности экономических объектов с отслеживанием динамики изменений.

Космический мониторинг заключается в непрерывном многократном получении информации о качественных и количественных характеристиках природных и антропогенных объектов и процессов с точной географической привязкой за счет обработки данных, получаемых со спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Космический мониторинг позволяет получать однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях.

Исходя из этого определения, можно выделить ряд принципиальных требований к космическому мониторингу:

- возможность наблюдения за большими площадями и протяженными объектами;
- высокое пространственное разрешение (до 50 см) и точность, в т. ч. без наземных точек привязки;
- высокая периодичность съемки, оперативность получения исходных и обработанных данных ДЗЗ;
- возможность построения цифровых моделей рельефа (ЦМР) и местности (ЦММ) по стереосъемке с космических аппаратов (КА) ДЗЗ;

- возможность выполнения съемки в большом количестве спектральных каналов;
- возможность использования материалов космического мониторинга напрямую во всех стандартных ГИС.

Есть разные варианты получения данных ДЗЗ при осуществлении космического мониторинга. Среди них наибольшее распространение получили два подхода (назовем их условно первый и второй):

первый – заказ через дистрибьютора необходимых данных ДЗЗ у оператора КА;

второй – установка собственной станции приема, получение лицензии и прием данных ДЗЗ непосредственно с КА.

Рассмотрим, в чем преимущества и недостатки каждого подхода, и попытаемся развеять бытующие заблуждения о том, что второй подход эффективнее и перспективнее первого.

ПЕРВЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ДАННЫХ ДЗЗ

Заказ необходимых данных ДЗЗ через дистрибьютора (рис. 1) – наиболее распространенный способ получения необходимой информации для космического мониторинга.

У этого подхода есть много преимуществ, но есть и ряд недостатков.

Преимущества:

- возможность заказа и получения данных с любых КА ДЗЗ, в т. ч. со спутников сверхвысокого разре-



Рис. 1.
Традиционный подход к получению данных через дистриьютора

шения нового поколения, таких, как WorldView-1 (разрешение в панхроматическом режиме – 0,5 м), WorldView-2 (0,46 м), GeoEye-1 (0,41 м), а также со спутников мониторингового назначения RapidEye;

- доступ к громадному количеству архивных данных ДЗЗ крупнейших операторов; так, например, архив компании DigitalGlobe (оператор спутников WorldView-1,2, QuickBird) в настоящее время включает космические снимки с общей площадью покрытия более 1 млрд кв. км;
- высокие скорости поставки данных ДЗЗ, например, поставка данных с группировки спутников DigitalGlobe (WorldView-1,2, QuickBird) осуществляется в течение 2 часов после выполнения съемки;
- возможность заказа съемки в различных видах (съемка под разными углами отклонения от надира, съемка в стереорежиме, мультиспектральная съемка и т. д.);
- получение данных требуемого уровня обработки и в необходимых форматах;
- возможность заказа съемки определенных площадей и на конкретные даты;
- получение данных в виде, готовом для использования в стандартном программном обеспечении;
- получение геoprивязанных снимков, причем точность геопозиционирования данных позволяет обрабатывать их «на лету» без использования наземных опорных точек, что существенно снижает финансовые и временные затраты;
- возможность мониторинга больших площадей, в т. ч. протяженных объектов, за счет высокой периодичности съемки, оперативности получения исходных и обработанных данных ДЗЗ; так, например, группировка спутников RapidEye способна проводить повторную съемку одних и тех же районов ежедневно;
- возможность выполнения съемки в большом

количестве спектральных каналов; так, например, мультиспектральный сенсор КА RapidEye ведет съемку в 5 каналах, а КА WorldView-2 – в 8 каналах;

- возможность прямой загрузки данных ДЗЗ непосредственно во все наиболее распространенные ГИС-приложения (такие, как ArcGIS, MapInfo и др.); ряд операторов предлагают для этого сервисы прямого доступа к данным ДЗЗ (например, сервис ImageConnect от компании DigitalGlobe).

Недостатки:

- скорость поставки радарных данных ниже, а стоимость при заказе больших массивов радарных данных или регулярного мониторинга больших территорий выше, чем при приеме данных на собственную станцию приема;
- экономически нецелесообразно заказывать данные низкого разрешения и метеоданные;
- требуется совершенствование нормативно-правовой базы и решение ряда организационных задач для развития системы дистрибуции данных ДЗЗ с российских КА.

ВТОРОЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ДАННЫХ ДЗЗ

Установка собственных станций приема и получение данных непосредственно с космических аппаратов (рис. 2) на первый взгляд кажутся наиболее эффективными, однако анализ преимуществ и недостатков (которых оказывается значительно больше) говорит об обратном.

Преимущества:

- экономическая целесообразность использования станций приема для данных с радарных КА (например, RADARSAT-1,2, ERS, Envisat и др.) при решении мониторинговых задач, в этом случае обеспечивается реальная оперативность;
- эффективность использования персональных



Рис. 2.
Традиционный подход к получению данных посредством станции приема

станций для приема данных с метеорологических КА (облачность, являющаяся существенной помехой на снимках высокого разрешения, в этом случае сама является объектом исследования);

- эффективность приема данных ДЗЗ с российских КА, в т. ч. «Ресурс-ДК1», а также перспективных «Канопус-В» и «Ресурс-П» (при условии передачи оператором пользователю части функций планирования новой съемки).

Недостатки:

- возможность приема данных только с некоторых спутников (в основном среднего и низкого разрешения) и соответственно, невозможность приема данных с самых современных КА ДЗЗ (WorldView-1,2, GeoEye-1, RapidEye, ALOS, TerraSAR-X, TanDEM-X и др.), причем операторы этих спутников не предусматривают такой возможности и в будущем;
- большие финансовые вложения на приобретение, установку и развертывание станций приема, а в дальнейшем и на ее обслуживание; при этом качество получаемых данных не создает предпосылок для окупаемости вложенных средств;
- необходимость затрат на обучение персонала по обслуживанию станций приема, приобретение специального программного обеспечения;
- большие ежегодные лицензионные отчисления операторам;
- прием данных в виде битовой последовательности с последующим преобразованием к нестандартным форматам (за редким исключением) представления данных: это ведет к большим

затратам времени на прием данных и на их дальнейшую первичную обработку, что, в свою очередь, нивелирует преимущество оперативного получения данных на собственную станцию;

- отсутствие возможности принимать данные за пределами зон радиовидимости станций;
- отсутствие возможности планирования новой съемки (вопреки общепринятому заблуждению о наличии такой возможности у собственников станций приема): спутники принадлежат зарубежным компаниям-операторам, которые никогда не передают права на планирование и управление своими КА и учитывают пожелания заказчика только в том случае, если они не мешают выполнению их собственных задач;
- возможность приема данных только по стандартным сценам съемки, что крайне неудобно: требуется время и специальное программное обеспечение для их сшивки, кроме того, сцены часто покрывают излишние для заказчика территории, за которые тем не менее необходимо платить, так как на передачу этих лишних данных также требуется время;
- неэффективное расходование средств на прием всего массива данных, среди которых могут быть некачественные снимки (например, с большим процентом облачности), что требует последующей трудоемкой обработки.

Как было отмечено выше, станции приема позволяют принимать данные ДЗЗ только с некоторых спутников (в основном среднего и низкого разрешения), поэтому их применение

эффективно для организаций (компаний), решающих, например, мониторинговые задачи с применением радарных данных или работающих с метеоданными ДЗЗ. Для пользователей, которым космические снимки нужны в качестве средства для решения практических задач, таких, например, как экологический и сельскохозяйственный мониторинг, крупномасштабное картографирование и многие другие, собственные станции приема вряд ли могут быть полезны, а затраты на их приобретение представляются чрезмерными.

При продвижении на рынок станций приема некоторые поставщики пытаются привлечь потенциальных заказчиков такими их преимуществами, как:

- независимость при планировании новой съемки;
- оперативность получения данных;
- возможность сократить расходы.

Однако, как было показано выше, эти преимущества являются мнимыми. Несмотря на это, заблуждения относительно эффективности и перспективности использования станций приема привели к тому, что Россия по их количеству обогнала весь мир. Всего в России развернуто (однако это не значит, что все они работают!) около 100 станций приема. Всего же у нас до 350 персональных станций приема (или 1/3 от их количества в мире).

Продолжающееся наращивание в стране станций приема говорит о том, что упорно игнорируются (или в лучшем случае не замечаются) нынешние мировые тенденции в развитии технологий доступа к данным ДЗЗ. Заметим, что тем самым Россия закрепляет свое отставание в области ДЗЗ.

В мире персональные станции были актуальны 10–12 лет назад, когда не было нынешних технологий скоростной передачи данных, бортовые запоминающие устройства (ЗУ) имели ограниченный объем, что предполагало регулярный сброс накопленных данных на наземный сегмент во избежание переполнения ЗУ и потери части данных.

В настоящее время ведущие мировые операторы работают по совершенно другим схемам: данные с современных КА сбрасываются на одну-две станции оператора, и доводятся до потребителя посредством высокоскоростных каналов связи с использованием сетевых технологий. Сейчас на персональные станции можно принимать, как правило, данные с морально

(да и физически) устаревших КА. Данные с самых современных КА ДЗЗ (WorldView-1,2, GeoEye-1, RapidEye, ALOS, TerraSAR-X и др.) на персональные станции приема не передаются.

Во всем мире государственные организации и агентства (а они, как правило, и являются главными пользователями станций приема) отказываются от использования персональных станций приема и переходят к заказу съемок операторам КА ДЗЗ и получению данных непосредственно от них (или через дистрибьюторов).

Наглядный пример. Несколько лет назад в Китае была развернута сеть из трех станций SPOT. Цель — получение полного покрытия страны данными ДЗЗ со спутника SPOT-5. Три года подряд попытки выполнить эту задачу заканчивались неудачей. Это не должно удивлять: спутник SPOT-5 всего один, и увеличение количества станций на его производительность никак не влияет. В 2009 г. Китай отказался от самостоятельного приема данных непосредственно с КА и заказал съемку с группировки из пяти спутников новейшего поколения RapidEye. Результат — полное покрытие территории страны менее чем за пять месяцев. При этом получены данные высочайшей точности, в пяти спектральных каналах и, что не менее важно, готовые к использованию.

Бурное революционное развитие отрасли ДЗЗ привело к тому, что оба традиционных подхода уже не могут обеспечить современный уровень задач космического мониторинга. Еще вчера мы имели:

- мало спутников и соответственно мало данных;
- низкую точность исходных данных, для ее повышения требовались наземные точки привязки и высокоточные модели рельефа;
- небольшое количество спектральных каналов: в лучшем случае четыре, а чаще только один, панхроматический;
- малые площади, охваченные съемками сверхвысокого разрешения;
- низкую периодичность съемки — 3–4 дня, слабую оперативность получения данных — до 1–2 недель, невысокую скорость обработки информации.

Сегодня же у нас:

- на орбите много спутников, и как следствие — колоссальные массивы данных;



Рис. 3.
Новый подход: виртуальный прием данных

- высокая точность исходных данных без наземных точек привязки;
- съемка в 5–8 спектральных каналах;
- большие площади съемки сверхвысокого разрешения;
- высокая периодичность съемки – до 1 суток, беспрецедентная оперативность получения данных – до 2 часов, высокая скорость обработки данных.

Все это требует **пересмотра традиционных подходов к космическому мониторингу**. Новый

подход, предлагаемый компанией «Совзонд», предполагает активное использование виртуальных инструментов получения данных. В этом случае традиционные дистрибьюторы (поставщики данных ДЗЗ) уступают место системным интеграторам (рис. 3).

При использовании нового подхода заказчику обеспечивается возможность доступа к данным ДЗЗ посредством геопорталов и геосерверов (рис. 4, 5).

В заключение отметим главные предпосылки, дающие преимущество виртуальному приему:

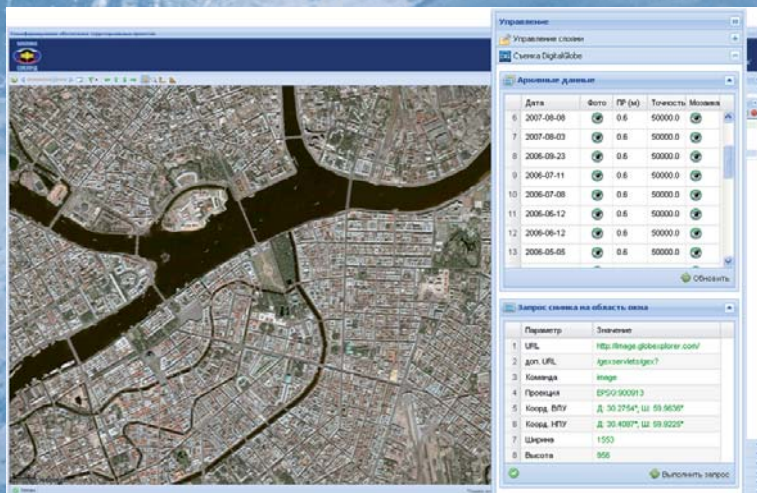


Рис. 4.
ГЕОСЕРВЕР компании «Совзонд»: анализ наличия архивной съемки за разные даты

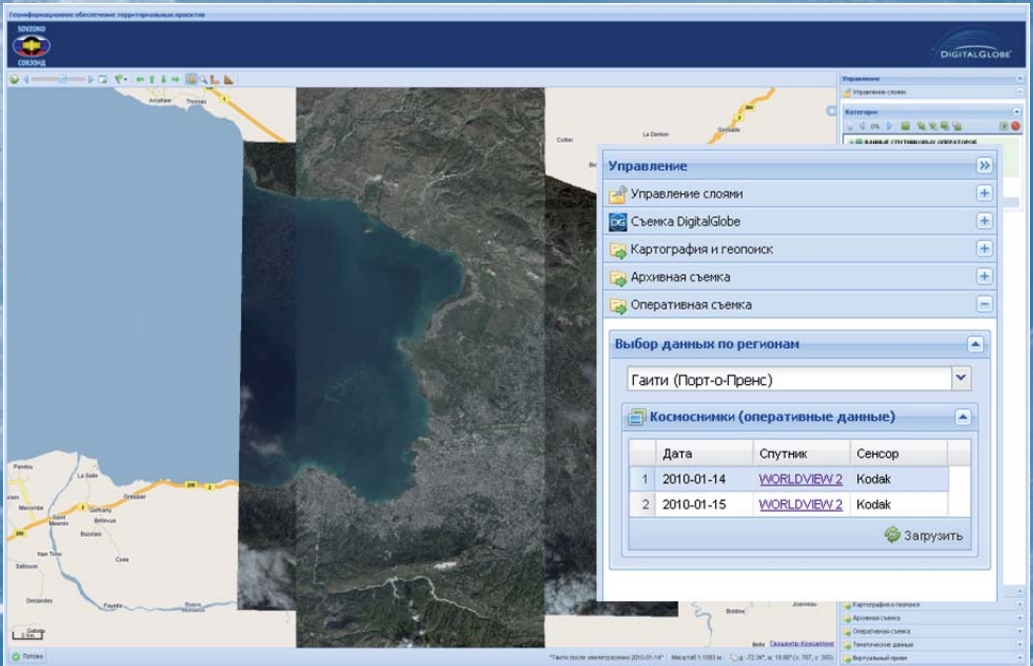


Рис. 5.
ГЕОСЕРВЕР компании «Совзвонд»: оперативная съемка на заказ

- появление широкополосных каналов передачи данных (увеличение скоростей, объемов, устойчивости, качества передачи данных, снижение стоимости);
- появление КА новейшего поколения:
 - сверхвысокого разрешения (WorldView-2);
 - высокого разрешения картографического назначения (ALOS);
 - высокого разрешения природоресурсного мониторингового назначения (RapidEye);
 - радарных сверхвысокого разрешения (TerraSAR-X, TanDEM-X, RADARSAT-2);
- разветвление на орбите отечественной навигационной системы ГЛОНАСС;
- появление технологий высокопроизводительной потоковой обработки данных ДЗЗ, в т. ч. большого числа спектральных каналов и стереосъемки даже без наземных опорных точек;

- появление новейших систем визуализации геопространственной информации и поддержки принятия решений.

Новый подход к получению данных ДЗЗ (виртуальный прием, минуя дистрибьютора) делает космический мониторинг особенно перспективным в качестве информационно-аналитической основы ситуационных центров различного уровня. Космический мониторинг обеспечит наблюдение за теми или иными видами природных ресурсов, промышленными, транспортными объектами. Виртуальный прием — главная гарантия оперативного получения пространственной информации в ситуациях, требующих принятия безотлагательных решений: экологические проблемы, чрезвычайные ситуации.