

# **Влияние тенденций развития дистанционного зондирования Земли на структуру информационных систем мониторинга природопользования**

*А. И. Пономарчук*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Пермь  
gis@psu.ru*

## **Введение**

Данные аэрокосмической съемки (дистанционного зондирования Земли, далее – ДЗЗ) традиционно используются в задачах топографического и тематического картографирования в качестве источника актуальной информации о местности. В определенном смысле аэрокосмический снимок является документом, отражающим точные (объективно подтвержденные) факты о действительности. Применимость таких «документов» при решении самых разных геопространственных задач ограничивается тремя основными факторами – стоимостью, качеством и частотой съемки.

Все эти факторы многоплановы и зависят от условий конкретной задачи. Например, понятие «стоимость» включает не только стоимость приобретения снимков, но и затраты на их передачу, предварительную обработку, дешифрирование и представление результата в виде, адекватном поставленной задаче. В свою очередь, каждый из перечисленных этапов подразумевает наличие определенных технических средств (компьютеры, программы обработки, сетевая инфраструктура и т.п.) и квалифицированных специалистов. Качество съемки зависит не только от физико-технических характеристик аппаратуры, но и от погодных условий, облачности, условий освещенности и т.п. Реальная частота съемки, т.е. возможности получения аэрокосмических снимков приемлемого качества, также зависит от природно-климатических условий. В частности, сильное влияние на возможность получения качественных снимков в оптическом диапазоне оказывает облачность и угол падения солнечных лучей на снимаемую поверхность.

## **Тенденции развития отрасли ДЗЗ**

Указанные выше факторы естественно выделяют три категории задач, при решении которых используются данные ДЗЗ:

- 1) Чрезвычайные ситуации различного рода, т.е. фактически – природные и техногенные катастрофы, требующие принятия быстрых решений на основе оперативного мониторинга ситуации. Здесь могут привлекаться значительные ресурсы, в том числе – аэрокосмические снимки наилучшего доступного качества без учета их стоимости.
- 2) Плановая хозяйственная деятельность на сравнительно больших территориях, требующая общего мониторинга ситуации на протяжении нескольких недель, месяцев или даже лет. Типичные примеры – лесозаго-

товительное и сельскохозяйственное производство, развитие паводков (без элемента чрезвычайности) и т.п. Для получения фактов о действительности могут снимки среднего, высокого и сверхвысокого разрешения, причем требования к частоте съемки не являются жесткими и допускают ожидание благоприятных съемочных условий в значительном временном диапазоне. Для ряда задач данной категории возможно использование бесплатных данных среднего разрешения (например, со спутников LANDSAT-5/7/8).

- 3) Мониторинг процессов глобального и регионального уровней, для которых характерны значительные пространственные масштабы. К данной категории относится мониторинг изменений растительности в течение сезона (временной масштаб – недели и месяцы) или от года к году (временной масштаб – несколько лет). Подобные проекты часто имеют исследовательский характер и, как правило, опираются на бесплатные данные среднего и низкого пространственного разрешения.

Таким образом, полностью за рамками применимости ДЗЗ оказались все сферы деятельности, требования к которым сводятся к фразе «наблюдать нужно часто, подробно и недорого». В этом ряду раннее обнаружение пожаров, выявление фактов несанкционированного размещения отходов, мониторинг дорожной обстановки, и в целом, – контроль и наблюдение над множеством явлений, не подпадающих под категорию «чрезвычайные ситуации».

Текущее положение в отрасли ДЗЗ напоминает период, непосредственно предшествующий переходу очередной технической новинки из категории «только для избранных» в категорию «доступно для всех» (личный автомобильный транспорт, персональные компьютеры, мобильная связь и т.п.). Так, после реализации проектов новых спутниковых систем съемки в самый ближайший период ожидается существенное снижение стоимости космических снимков оптического диапазона в 4-10 раз (см. [1]), что выглядит вполне правдоподобным. Только за прошедшие два года фактическая стоимость снимков с пространственным разрешением 0,7 м на пиксел снизилась более чем в три раза (с учетом инфляции и повышения качества снимков, получаемых с новых спутников).

Реальное снижение стоимости для большинства потребителей может оказаться намного более значительным. Например, программа e-CORCE (e-Constellation of Observation by Recurrent Cellular Environment – Группировка спутников постоянного наблюдения за Землей) предусматривает еженедельную съемку всей поверхности Земли с разрешением 1 м на пиксел. Такая перспектива открывает возможности для развития качественно новых сфер применения космической съемки, выходящих за пределы традиционных применений регионального уровня (примеры, см. [2]). Этому же способствует и создание группировок из спутников небольшого размера (мини-, микро- и нано-спутники), обеспечивающих высокую оперативность съемки заданных участков поверхности.

## Влияние на структуру информационных систем

Перспективы расширения доступности данных ДЗЗ и повышения частоты их обновления должны учитываться при разработке и реализации проектов инфраструктуры пространственных данных (ИПД). Так, согласно утвержденным стандартам ([3], см. также [4]), цифровые изображения Земли (данные дистанционного зондирования) являются частью базовых пространственных данных (БПД) – авторитетной картографической основы, которая должна использоваться при создании любых геопространственных продуктов регионального уровня. Наличие регулярно обновляемых растровых покрытий (фотопланов) принесет, по меньшей мере, следующие факторы:

- 1) Версионность растрового покрытия территории данными космической съемки и возможность исследовать процессы в ретроспективе.
- 2) Необходимость оперативной верификации новых данных с целью придания им статуса базовых пространственных данных.
- 3) Повышенные требования к стандартизации и автоматизации процессов, включающих получение новых данных, их обработку и преобразование к виду ортофотоплана, передачу предыдущих версий ортофотоплана на архивное хранение.
- 4) Повышенные требования к инфраструктуре пространственных данных (в частности, к геопорталам, поддерживающим их приложениям и системам управления базами данных), связанные со значительными объемами хранимых и передаваемых по сетям данных.

Иными словами, при разработке перспективных проектов ИПД следует смотреть вперед и ориентироваться на соответствующие масштабируемые средства обработки растровых данных – геоинформационные системы и системы управления базами данных корпоративного уровня. Важны также правильные организационные решения, которые должны обеспечить требуемый уровень оперативности при утверждении обновленных растровых покрытий в качестве эталона, т.е. части БПД соответствующего региона.

В рамках построения специализированных геоинформационных систем (ГИС) для задач мониторинга природопользования (сюда же примыкают задачи охраны окружающей среды и безопасности жизнедеятельности) на основе данных ДЗЗ рассмотренная выше ИПД рассматривается как *внешний источник БПД*, на которые накладывается тематическая информация. Как правило, доступным оперативным источником такой информации также являются данные ДЗЗ, получаемые на основе заказной съемки или из открытых источников. Здесь речь идет о специализированных данных, извлекаемых из материалов космической съемки с применением сложных алгоритмов, с участием компетентных предметных специалистов и т.п. В целом подготовка, интерпретация и представление результатов обработки тематической информации связано с исследовательскими работами и подразумевает значительный научный компонент.

Таким образом, при создании ГИС для задач мониторинга возникает два направления, требующие совершенно различных подходов.

1. Обеспечение БПД (включая обновляемый ортофотоплан) территории. Выполняется в рамках создания региональной ИПД, включает нормативно-законодательные, организационные и технологические элементы. Проект ресурсоемкий и требующий поддержки на уровне региональных органов государственной власти (ОГВ). Важнейшее значение здесь имеют плановая финансовая и организационная поддержка, создание и поддержание достаточно мощной информационно-технологической инфраструктуры.

2. Создание ГИС для мониторинга природопользования (подразумевая использование БПД в качестве картографической основы) территории. Это может быть один или несколько проектов, выполняемых в рамках исследовательских и/или коммерческих инициатив. Требования к ресурсам сравнительно (в сопоставлении с предыдущим направлением) невелики, приоритетное значение имеет научный компонент – наличие и поддержка соответствующих кадров, возможность работы с открытыми данными и алгоритмами и т.п. Подобные проекты могут выполняться силами научно-образовательных, ведомственных и коммерческих организаций.

## **Выводы**

Реализация первого направления невозможна без поддержки ОГВ, хотя бы в виде постепенного развертывания ИПД, начиная с отдельных пилотных проектов. Без решения данной задачи нельзя создать эффективные системы мониторинга природопользования на основе данных ДЗЗ – принципиальным ограничением является недостаточность и, что также важно, непостоянство ресурсной поддержки.

Второе направление вполне реализуемо в рамках более-менее независимых проектов. Тем не менее, при оценке перспектив и получаемых эффектов следует также иметь в виду зарубежный опыт использования открытых данных ДЗЗ (в первую очередь это снимки среднего разрешения со спутников серии LANDSAT, снимки низкого разрешения со спутников Terra, Aqua, Suomi NPP и т.д.). При условной бесплатности сырых спутниковых данных извлечение из них содержательной и практически полезной научной информации сопровождается непрерывным процессом научных разработок, создания и совершенствования алгоритмов обработки мультиспектральных данных. Такая работа проводится в университетах и научных лабораториях при регулярной финансовой поддержке со стороны государства. Запуск космических систем сопровождается развертыванием научных программ, реализуемых в течение всего жизненного цикла – примером является проект IMAPP (International MODIS/AIRS Processing Package) и его последующее развитие IPOPP (International Polar Orbiter Processing Package). Итогами этих проектов (см., например, сайты [5] и [6]) являются алгоритмы, программы обработки и массивы обработанных данных ДЗЗ. В процессе доработки алгоритмов производится пересчет исходных сырых данных.

## Библиографический список

1. Антикидис Ж.П. система наблюдения из космоса e-CORSE – к Вашим услугам! // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. – М.: ИТЦ «СКАНЭКС», 2012, № 12. – С. 36-38.

2. Пьянков С.В., Пономарчук А.И., Шихов А.Н. Космический мониторинг Пермского региона // Земля из космоса - наиболее эффективные решения. – М.: ИТЦ «СКАНЭКС», 2013, № 16. – С. 37-40.

3. ГОСТ Р 53339-2009. Данные пространственные базовые. Общие требования. Стандарт введен в действие с 01.01.2010.

4. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации. Одобрена распоряжением Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1157-Р.

5. Direct Readout Laboratory. URL: <http://directreadout.sci.gsfc.nasa.gov/> (дата обращения: 30.10.2013).

6. IMAPP: International MODIS/AIRS Processing Package, version 1.1. URL: <http://cimss.ssec.wisc.edu/imapp/> (дата обращения: 30.10.2013).