

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ КАК ЧАСТЬ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

К.А. Боярчук, М.В. Туманов  
(ФГУП «НПП ВНИИЭМ»)

Рассматриваются сферы применения КА дистанционного зондирования Земли, планируемое увеличение количества запусков, перспективы рынка и новые возможности применения. Основной упор делается на новое применение данных дистанционного зондирования – интеграции ГИС с автоматизированными информационными системами управления бизнес-проектами и принятия решений.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, ГИС, пространственные данные.

В последние годы растет число организаций, которые разрабатывают и запускают собственные космические аппараты для мониторинга земной поверхности, а также организаций, занимающихся получением, обработкой и продажей спутниковых данных.

На рис. 1 приведена статистика увеличения количества КА дистанционного зондирования Земли [1 – 4]. Если до 2006 г. количество ежегодно запускаемых спутников ДЗЗ колебалось от 10 до 15, то в 2007 г. было запущено 19, в 2008 г. – 21, в 2009 г. – 22, а на 2010 г. запланировано 26 запусков.

Среди КА ДЗЗ можно выделить КА низкого, среднего и высокого уровня обзорности, которые отличаются разрешающими характеристиками, размером полосы захвата территории за один проход и оперативностью глобального покрытия. Некоторые спутники имеют оборудование для съемки с различным пространственным разрешением (Radarsat-2).

Низкое разрешение используется в основном на спутниках, где требуется большая обзорность территории и не предъявляются требования к изучению деталей объекта, например метеорологических для получения изображений облачного покрова (КА «Метеор-М» №1). С помощью таких систем предполагается исследовать достаточно большие территории и осуществлять оперативный мониторинг поверхности Земли. В табл. 1 приведены характеристики основных оптико-электронных и радарных спутников низкого разрешения (> 30 м).

Как видно из табл. 2 КА среднего разрешения (< 30 м) характеризуется меньшими полосами захвата и лучшими разрешающими способностями. Среди них можно выделить целые поколения систем Landsat и SPOT.

Также появляется новое поколение спутников высокого и сверхвысокого пространственного разрешения (до 0,5 м), таких как WorldView-1,

WorldView-2 и GeoEye 1. Активно развивается и радиолокационное направление (радиолокационные КА TerraSAR-X и COSMO-SkyMed имеют пространственное разрешение 1 м).

Таблица 1

Космический аппарат	Разрешение, м	Полоса захвата, км
Метеор-М №1 (МСУ-МР)	1000	2800
Метеор-М №1 (БРЛК)	400 – 1000	600
Alos (PALSAR)	100	250/300
Radarsat-1	50/100	300/500
Radarsat-2	50/100	300/500
ENVISAT	150/1000	400/400
IRS-P6 (AWiFS)	50 – 70	740

Таблица 2

Космический аппарат	Разрешение, м	Полоса захвата, км
Landsat-5	30	185
Landsat-7 (ETM+)	30	185
SPOT-4	20	2 × 60
SPOT-5	10/20	2 × 60
ALOS(PRISM/AVNIR-2)	2,5/10	35/70
ENVISAT	30	100
Radarsat-2	8/25	50/100
IRS-P6(LISS-3)	23,5	140

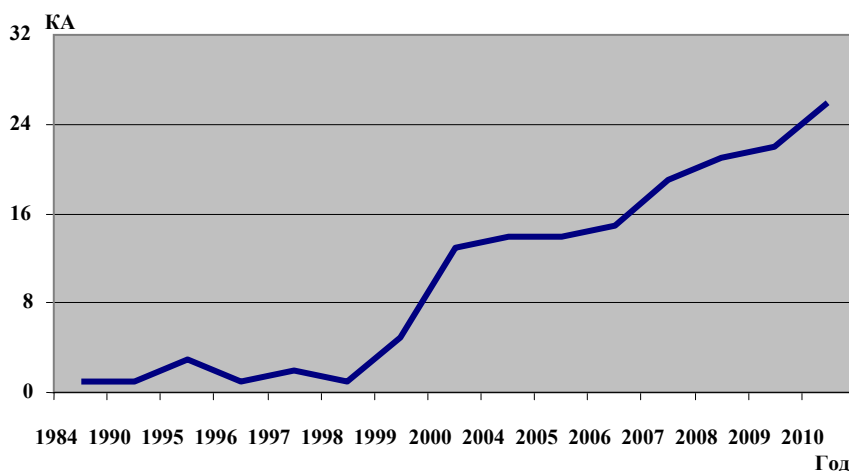


Рис. 1. Статистика увеличения количества КА ДЗЗ

Таблица 3

Название	Разрешение, м	Полоса захвата, км
Ресурс-ДК1	1/2 – 3	4,7/28,3
Worldview-1	0,5	17,6
Quickbird	0,6/2,4	16,5
Ikonos	1/4	11
Radarsat-2	3	20
TerraSAR-X	1	10
COSMO-SkyMed	1	10
RapidEye	6,5	78
IRS-P6 (LISS-4)	5,8	23/70

В табл. 3 приведены характеристики основных оптико-электронных и радарных спутников высокого (<10 м) и сверхвысокого разрешения (< 2,5 м).

Увеличиваются и сроки активного существования спутников на орбите [1, 5, 6].

Одновременно с улучшением разрешающего качества сенсоров и ростом общего числа спутников, соответственно увеличивается и производительность самих КА, что в совместном итоге приводит к усложнению форматов данных и к значительному увеличению общего объема пространственной информации, которую необходимо получать, обрабатывать и накапливать.

Активно развивается инфраструктура данной отрасли, растет число организаций, участвующих в создании КА, и организаций, занимающихся получением, обра-

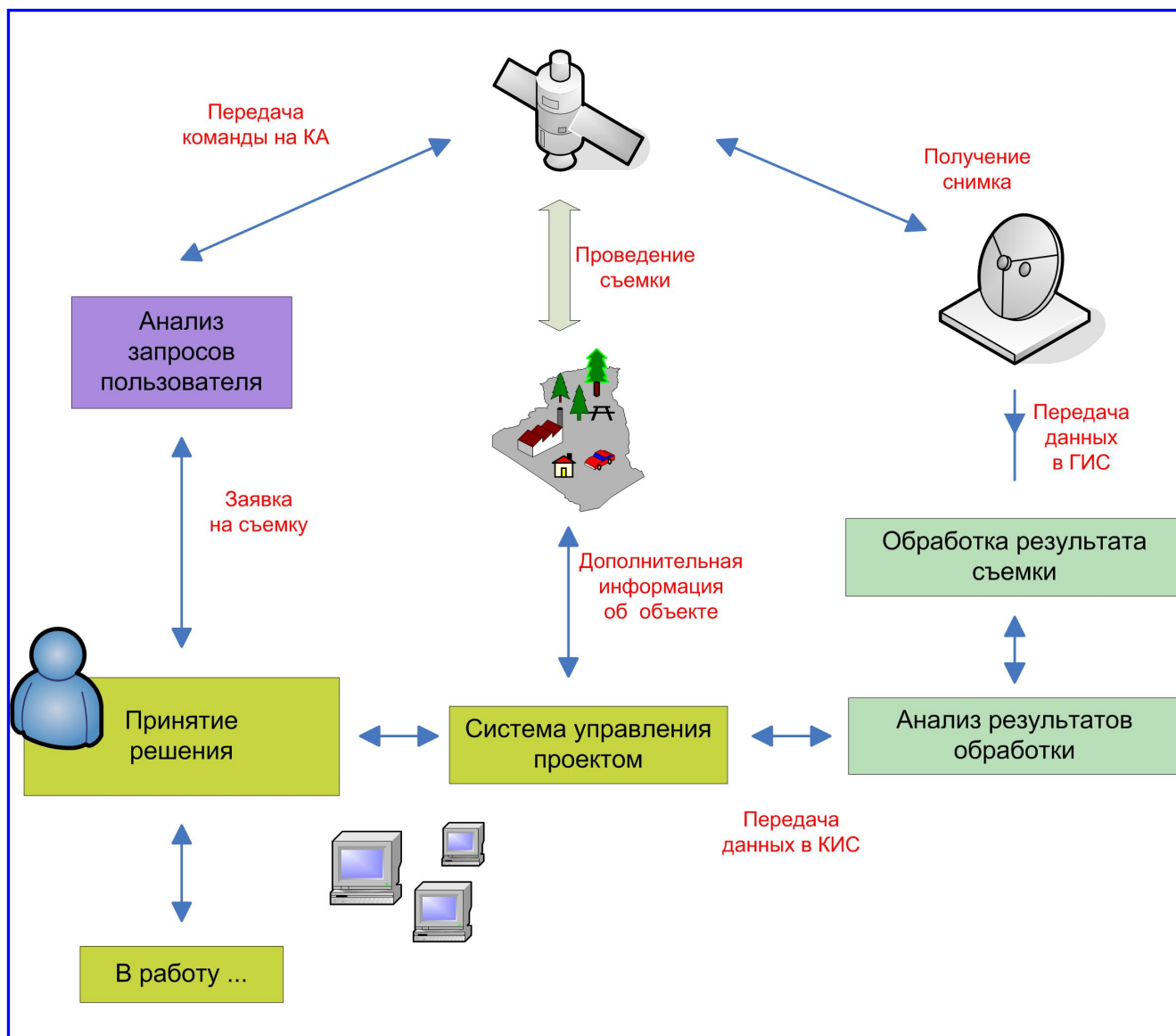


Рис. 2. Использование дистанционного зондирования Земли в корпоративной информационной системе управления бизнес-проектами и принятия решений

боткой и продажей спутниковых данных. А организации, сфера деятельности которых напрямую не связана с ДЗЗ, все чаще и активней используют результаты космической съемки в реализации своих задач, используя помимо автоматизированных корпоративных информационных систем для управления бизнес-проектами еще и отдельные геоинформационные системы для работы с пространственными данными [7].

Однако конечный потребитель, заказывая новую съемку или снимки из архива, получает «сырые» данные, требующие дальнейшей обработки, тематического дешифрирования, затрат на оборудование и покупки дорогостоящего программного обеспечения (ПО), поиска квалифицированных специалистов в различных областях знаний. Таким образом, на сегодняшний день получение и обработка космических данных с целью их эффективного использования в области управления и системах принятия решений достаточно сложный и долговременный процесс, требующий материальных, финансовых и людских затрат не только на получение результатов съемки, но и на их дальнейшую обработку.

Общую схему использования данных ДЗЗ в информационной системе управления бизнес-проектами и принятия решений можно увидеть на рис. 2.

**Получение космических снимков.** Для решения различных задач применяются различные виды КА ДЗЗ, характеризующиеся каждый своим типом съемки, разрешением, полосой захвата, периодичностью проведения съемки и т. д., поэтому запросы на проведение космической съемки обязательно должны подвергаться анализу со стороны специалистов.

Современные сервисы позволяют пользователю приобрести данные космической съемки либо у самих операторов КА, либо у организаций-посредников. Причем можно получить архивные снимки за предыдущие годы, если, например, необходимо провести анализ временных изменений требуемой местности или же заказать новую съемку, которая будет получена, при прохождении спутника над заданным районом. Существуют и отграничения для проведения съемки. В частности, наличие облаков или других атмосферных явлений способствует существенному снижению информативности полученного снимка, в связи с чем может потребоваться проведение повторных съемок. Отсюда возникают требования к КА по скорости реагирования на задания по проведению съемок и к возможности сокращения периодов между съемками одного и того же района. Например, система из пяти спутников RapidEye позволяет наблюдать заданный район с временным интервалом один раз в сутки.

**Обработка и анализ данных.** Формат исходных данных, поступающих с КА, достаточно сложен и специфичен для каждого КА, и многие операторы

предлагают свои услуги по предварительной обработке результатов съемки [8]. Стандартизация уровней обработки, применение единых форматов пространственных данных и метаданных являются окончательно неразрешенными на протяжении многих лет. На сегодняшний день многие разработчики космических систем дистанционного зондирования Земли пытаются добиться единого решения, и уже видны положительные тенденции в этом направлении [9].

Для обработки и анализа пространственных данных используются специализированные геоинформационные системы (ГИС), позволяющие эффективно работать с пространственно-распределенными данными. Работа в среде ГИС ведется с набором тематических слоев, объединенных по географическому признаку. Существуют широкие возможности в визуализации информации, а также поддержка обработки как растровых, так и векторных типов данных.

Современный рынок ПО для работы с пространственной информацией достаточно широк. Существуют отдельные программные пакеты, направленные на определенный вид обработки, либо на обработку определенного типа данных – векторных или растровых. Также существуют пакеты, позволяющие решать обширный круг задач и работать со всеми типами данных. Одним из таких продуктов является программный комплекс (ПК) ENVI. Среди функциональных возможностей ENVI можно выделить визуализацию, коррекцию и классификацию изображений, пространственную привязку, ортотрансформирование, широкие возможности по анализу мультиспектральных и гиперспектральных данных и т. д. Работа в среде ПК ENVI строится по модульному принципу. Для решения определенного круга задач используется отдельный функциональный модуль. Разработчики этого продукта оперативно добавляют поддержку форматов данных вновь разработанных КА, а также поддержку различных векторных и растровых форматов. Обработка и анализ данных в таких мощных программных пакетах предъявляют высокие требования к квалификации специалиста не только в области работы с гео-данными и знаний методов анализа этих данных, но и к знаниям функциональных возможностей ПО, принципов и методов цифровой обработки изображений. Также при работе с пространственными данными важно обращать внимание на ошибки и несоответствия, которые могут содержаться как в исходных данных, так и возникать в процессе самой обработки.

Ошибки в исходных данных, как правило, связаны с техническими неисправностями источников самих данных, например сбой в работе сенсора КА, или с ошибками в первоначальной обработке, например неправильной пространственной привязкой.

При редактировании и преобразовании данных возникают ошибки в оцифровке, применении различных автоматизированных фильтров, преобразовании векторных и растровых данных, при переносе данных из одной ГИС системы в другую. Таким образом, прежде чем приступить к обработке и анализу данных в ГИС необходимо убедиться в отсутствии ошибок и неточностей, так как их суммарный эффект может привести к значительной недостоверности итоговых выходных данных, непригодных для дальнейшего использования.

**Принятие решения.** Для применения данных ДЗЗ оптимальным образом, необходимо анализировать их с добавлением информации об исследуемом объекте, взятой из других возможных источников. Например подтверждать результаты дешифрирования космических снимков непосредственными измерениями на местности [10]. Тем самым, включая методики дистанционного зондирования Земли и результаты дешифрирования космических изображений в процесс исследования заданного объекта, мы получаем новую значимую составляющую системы принятия решений.

Рассматривая вопросы интеграции геоинформационных систем в корпоративные автоматизированные информационные системы, мы можем видеть, что, с одной стороны, у организаций возникает желание автоматизировать процессы получения, интерпретирования, анализа, передачи и хранения геоданных, а с другой, эффективно использовать эти данные и результаты их анализа в качестве инструмента для управления своими пространственно распределенными активами и бизнес-процессами [7]. Особенно эти моменты актуальны для организаций, чей имущественный комплекс имеет широкое территориальное распределение. Например, для организаций, занимающихся добычей и транспортировкой нефти и газа. Однако существующая на данный момент ситуация в сфере применения данных дистанционного зондирования Земли, характеризующаяся использованием на каждом из этапов (см. рис. 2) различных информационных систем, программного обеспечения, форматов данных и т. д., приводит к возникновению целого ряда проблем при переходе информации от источника космических снимков до стадии выработки принятия решения в автоматизированной информационной системе организации. Таким образом, мы можем говорить о необходимости создания универсальной сис-

темы обработки, хранения, представления и распространения данных дистанционного зондирования Земли, которая позволила бы потребителю получать эти данные уже в готовом виде, без необходимости дополнительной обработки и в короткие сроки.

## Литература

1. Remote Sensing Satellites: Present and Future / Dr. Satyaprakash // GIS Development. – 2007. – Vol. 11. – Issue 7.
2. Космическое зондирование Земли: итоги 2008 [Электронный ресурс] // Cnews. Аналитика. – 2009. – Режим доступа: свободный, <http://www.cnews.ru/reviews/index.shtml?2009/01/13/334247>. – Дата обращения: 13 января 2009.
3. Запуски спутников съемки Земли в 2007 году: итоги и планы [Электронный ресурс] // Cnews. Аналитика. – 2007. – Режим доступа: свободный, <http://www.cnews.ru/reviews/index.shtml?2007/12/26/281282>. – Дата обращения: 13 августа 2009.
4. Запуски спутников съемки Земли: итоги 2009 года [Электронный ресурс] // Cnews. Аналитика. – 2009. – Режим доступа: свободный, [http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index\\_science.shtml?2010/01/12/375927](http://rnd.cnews.ru/tech/reviews/index_science.shtml?2010/01/12/375927). – Дата обращения: 25 июня 2009.
5. Характеристики [Электронный ресурс] // GeoEye. – 2009. – Режим доступа: свободный, <http://geoeye.com/>. – Дата обращения: 13 октября 2009.
6. Характеристики [Электронный ресурс] // RapidEye. – 2009. – Режим доступа: свободный, <http://www.rapideye.de>. – Дата обращения: 23 сентября 2009.
7. Боярчук К.А. К вопросу об автоматизации дешифрирования спутниковых снимков и интеграции геоинформационных систем в корпоративные автоматизированные информационные системы / К.А. Боярчук, М.В. Туманов // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2009. – Т. 108. – С. 56 – 57.
8. Шумаков А. Начало коммерческой эксплуатации ГЕОЕYE-1 [Электронный ресурс] // Тезисы к III Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий». – 2009. – Режим доступа: свободный, [http://sovzondconference.ru/pdf\\_2009/005\\_rus.pdf](http://sovzondconference.ru/pdf_2009/005_rus.pdf). – Дата обращения: 15 июня 2009.
9. Беленов А.В. Стандартные уровни обработки и форматы представления данных ДЗЗ из космоса. Мировой опыт / А.В. Беленов // Геоматика. – М., 2009. – № 4(5). – С. 18 – 20.
10. Разломно-блоковое строение осадочных бассейнов Южного Судана / Милосердова Л.В., Боярчук К.А., Туманов М.В. [и др.] // Программа и тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Аэрокосмические технологии в нефтегазовом комплексе». Москва 20 – 22 октября 2009. – М., 2009. – С. 131 – 132.

Поступила в редакцию 18.12.2009

**Кирилл Александрович Боярчук**, д-р физ.-мат. наук, зам. генерального директора генерального конструктора, т. 366-12-01.  
**Михаил Владимирович Туманов**, аспирант, зам. начальника отдела, т. 366-29-92.  
E-mail: [vniiem@vniiem.ru](mailto:vniiem@vniiem.ru).