

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Другомилов, Р.А. Архитектурное благоустройство сельских поселений как функционально-эстетическая система // Вестник архитектурного факультета БНТУ. Сборник научных трудов. – Выпуск 3. – М.: БНТУ, 2010. – С. 84–89.
2. Морозов, И. Большая роль и немалая ответственность: МАФы Минска и их ГАПы // Архитектура и строительство. – 2008. – № 5. – С. 36–39.
3. Сергачёв, С. Этномотивы малых архитектурных форм в рекреационной среде // Архитектура и строительство. – 2008. – № 5. – С. 40–43.
4. Мартинович, О. Скульптура в городе // Архитектура и строительство. – 2008. – № 5. – С. 44–47.
5. Потаев, Г. Методические основы проектирования малых ландшафтно-архитектурных форм // Архитектура и строительство. – 2008. – № 5. – С. 18–23.
6. Коновалов, И. Стиль и образ малых архитектурных форм // Архитектура и строительство. – 2008. – № 5. – С. 24–27.
7. Морозов, И. Формы, которым не суждено стать большими // Архитектура и строительство. – 2008. – № 5. – С. 48–50.

УДК 681.51

Шиколай С.П.

Научный руководитель: Нагурный С.Г.

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Появившиеся в середине прошлого столетия мощные средства вычислительной техники, космические аппараты, оптические и электронные съёмочные системы, а также достижения в области накопления, хранения и обработки цифровой информации привели к революционным технологическим преобразованиям в области традиционной аэрофотосъёмки. Это нашло своё отражение в появлении и широком распространении обобщающего термина, дистанционное зондирование, ДЗ (*remote sensing, remote surveying, RS*) – процесс получения информации о поверхности Земли, объектах, расположенных на ней или в её недрах, *дистанционными методами*. Термин относят преимущественно к космическим съёмкам.

Результатом дистанционного зондирования является *космический снимок* исследуемой поверхности, представляющий собой уменьшенное изображение объекта, построенное путём его проектирования из одной или нескольких точек пространства на ту или иную поверхность по заданному закону.

Таким образом, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) в широком смысле – это получение любыми неконтактными методами информации о поверхности Земли, объектах на ней или в её недрах, обычно в виде изображения земной поверхности в определённых участках электромагнитного спектра. Информация, полученная в виде фотографического, сканерного, радиолокационного или иного изображения в цифровом или аналоговом виде получила название материалов ДЗЗ. Дистанционное зондирование Земли осуществляется с поверхности суши или моря, с воздуха или из космоса в различных зонах электромагнитного спектра.

Основными преимуществами дистанционного зондирования являются:

- актуальность данных на момент съёмки;
- высокая оперативность получения данных;
- высокая точность обработки данных за счёт применения GPS-технологий;
- высокая информативность;
- наличие большего объёма информации (в сравнении с картами);

- применение спектральной, инфракрасной, лазерной и радарной съёмки в сочетании с возможностями цифровой обработки позволяет увидеть детали, неразличимые на традиционных снимках;
- возможность в короткие сроки получать информацию о большой площади поверхности Земли;
- экономическая целесообразность;
- возможность получения трёхмерной модели местности при дополнительной обработке в результате использования режима стереосъёмки или лазерных методов.

До недавнего времени космические данные не могли конкурировать с данными аэрофотосъёмки, что объясняется более высокой их стоимостью и сравнительно низкой разрешающей способностью используемых материалов, и, как следствие, получаемых данных.

Однако в последнее время индустрия и рынок ДЗЗ претерпели существенные технологические изменения. Новое поколение сенсоров для аэрокосмической съёмки предлагает невиданные информационные возможности. Появление на рынке снимков сверхвысокого разрешения (менее 1 м) позволило по своим возможностям приблизить космические данные ДЗЗ к данным аэросъёмки и существенно потеснить их на мировом рынке.

Технологические возможности космических снимков в сравнении с материалами аэрофотосъёмки отражают следующие данные:

Оптические спутниковые изображения	Аэрофотоснимки (на плёнке)
Стоимость снимка пропорциональна площади изображенного на нём участка местности	С увеличением площади цена растёт в меньшей степени
Данные фиксируются в цифровом виде, поэтому не нужно обрабатывать плёнку	Данные обычно записываются на плёнку. Требуется сканирование и коррекция за направление полёта
Облачность является большой проблемой. Период повторного посещения от 3 дней и более	Самолёт может летать ниже облаков или повторить полёт на следующий день
Минимальная площадь заказа составляет всего 64 кв. км. (25 кв.км. архивные)	Аэрофотосъёмка нерентабельна для небольших площадей
Никакого согласования для проведения космической съёмки не требуется	Процедура планирования и согласования проведения аэрофотосъёмки сложна и занимает много времени
В настоящее время самым лучшим считается пространственное разрешение 61 см	Можно получать изображения с разрешением до нескольких сантиметров в зависимости от высоты полёта
Одновременно получают изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах	Плёночные камеры обычно получают раздельно цветные и инфракрасные изображения
Одна сцена покрывает площадь городской застройки 10x10 км или 16x16 км (Ikonos и QuickBird)	На снимках масштаба 1:40000 с размером пиксела 1 метр используемая площадь одного кадра равна 3.6 км x 6.4 км
Составление мозаики занимает меньше времени	Составление мозаики занимает больше времени
Специфика орбитальных полётов требует, чтобы направление полёта спутника (и, следовательно, съёмки) было с юга на север и с севера на юг	Направление съёмки значения не имеет
Средний срок поставки изображения после заказа составляет 7 дней. Для облачных или дождливых районов срок увеличивается до месяца	Срок поставки изображения зависит только от доступности самолёта и от лётной погоды
Быстрота и удобство обработки цифровых данных в камеральных условиях	Трудоёмкость и вследствие этого большие затраты при обработке результатов аэрофотосъёмки в камеральных условиях

В литературе отмечается ряд ситуаций, когда использование материалов космической съёмки более предпочтительно в сравнении с материалами аэрофотосъёмки, в частности:

- если требуется получить картографический материал с разреженной (по сравнению с топографическими картами сопоставимого масштаба) нагрузкой;
- если требуется получить большой пространственный охват, при среднем масштабе создаваемой или обновляемой карты (1:25000-1:50000);
- если требуется получить изображение небольшой площади (до 25 кв. км), в таких случаях аэрофотосъёмка не представляется рациональной;
- необходимо отобразить объекты, не показываемые на топографических или специальных картах или показываемые с недостаточной точностью (например, степень заболоченности, мелкие озёра, лесовозные дороги) и т.п.;
- необходимо определить и отобразить на картах дополнительные характеристики объектов (например, характер нарушения участка территории, параметры лесосек и т.п.);
- первостепенное значение имеет возможность оперативного получения данных (частая периодичность съёмки, большой архив);
- требуется произвести инвентаризацию изменений на территории происшедших с некоторого момента, в том числе определённых типов объектов;
- нет необходимости получения разрешения на проведение съёмки от государственных организаций.

В настоящее время бесспорным лидером на рынке материалов дистанционного зондирования являются США, лидирующие по числу космических систем, пространственному и спектральному разрешению снимков. Фундамент этих успехов был заложен запуском ИСЗ Landsat-1 (1972г.) и укреплен разработкой аппаратуры гиперспектральной съёмки, обеспечивающей приём до 384 спектральных каналов с относительно высоким разрешением (1997г.), и запуском первых успешно функционирующих систем высокого разрешения IKONOS (1999г.), QuickBird и OrbView (2000г.). Со временем круг стран, обладающих собственными космическими системами высокого разрешения, существенно расширился за счет Индии и Израиля, Франции и Канады, Великобритании и Китая, Южной Кореи и Японии, Германии и Италии, России и др.

В последнее время четко обозначились основные тенденции развития средств и методов дистанционного зондирования, и в первую очередь – высокого пространственного разрешения, а имеющийся опыт позволил сформулировать основные требования к ним, в частности:

- высокое пространственное (не хуже 1 м в панхроматическом диапазоне) и радиометрическое разрешение (не менее 11 бит на пиксел в панхроматическом диапазоне);
- наличие не менее четырёх спектральных каналов (в т.ч. одного инфракрасного) и высокое пространственное разрешение мультиспектральной съёмки не хуже 4 м;
- возможность выполнения стереоскопической съёмки;
- возможность использования полученных материалов для обновления картографических материалов масштаба 1:5000 и мельче и создания топографических карт масштаба 1:10000 и мельче;
- периодичность получения данных на одну и ту же область не более трёх суток на широте 54–56°;

- возможность осуществления мониторинга определённых территорий и районов не менее четырёх раз в год;
- возможность выполнения съёмки с отклонением визирной оси от отвесной линии на угол до 30°.

Ценовая политика поставщиков материалов дистанционного зондирования достаточно гибка и зависит от ряда факторов.

Пространственное разрешение (м)	Российские системы		Зарубежные системы		Масштаб создаваемой или обновляемой карты
	Название	Стоимость* (росс.руб./км ²)	Название	Стоимость* (росс.руб./км ²)	
<2	КВР-1000	100-150	IKONAS, TES, OrbView-3, QuickBird-2	440-590**	1:5000-1:10000
2-3	КФА-3000	6-13	SPOT-5, EROS	39-225**	1:10000-1:25000
3,5-8	КФА-1000, Монитор-Э	1-2	IRS	29-76	1:25000-1:50000
15	МК-4	0,3-0,7	Landsat-7, ASTER	1-2	1:100000
20-30	КАТЭ-2000	0,03-0,09	Landsat-4	1	1:100000-1:200000

* - в зависимости от полноты и объёма заказа, сложности обработки, поставщика и т.д.
 ** - установлены компанией "Совзонд" с 1 мая 2005 г.

Так, снимки для научных исследований распространяются по цене воспроизведения, а для планирования землеустройства и градостроительства – на коммерческой основе; оперативные снимки всегда дороже архивных, учитывается глубина предварительной обработки и т.д., при этом в ряде случаев установленные для потребителей России и стран СНГ цены ниже их среднего уровня на мировом рынке данных дистанционного зондирования. Стоимость российской космической продукции на порядок ниже, чем зарубежной.

Таким образом, в настоящее время имеется достаточно обширный рынок данных дистанционного зондирования, способный обеспечить потребности как тематического картографирования, так и крупно- и среднемасштабного топографического картографирования.

Появление конкуренции на рынке спутниковых систем высокого разрешения привело к значительному снижению стоимости космических снимков. Это неизбежно приводит к дальнейшему снижению цен на данные, что в свою очередь сделает их более доступными для широкого круга пользователей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Назаров, А.С. Фотограмметрия: учеб. пособие для студентов вузов. – Мн.: ТетраСистемс, 2006. – 368 с.: ил.
2. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин – М.: Логос, 2001. – 264 с.
3. Геоинформатика: учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов [и др.]; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.; с цв. ил.: ил. (классический университетский учебник)
4. Лабутина, И.А. Дешифрование аэрокосмических снимков: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: АспектПресс, 2004. – 184 с., 8 с. цв. вкл.