

ОБЗОР СПУТНИКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Сургутская Н.С.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Маглинец Ю.А.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время существует необходимость оперативного мониторинга состояния нашей планеты. Для решения многих проблем применяется дистанционное зондирование Земли, то есть получение снимков с помощью космических и авиационных средств, оснащенных различными видами аппаратуры. Космические снимки используются в различных отраслях — сельском хозяйстве, геологических и гидрологических исследованиях, лесоводстве, охране окружающей среды, планировке территорий, образовательных, разведывательных и военных целях.

Первая фотография Земли из космоса была получена в 1946. За прошедшее время накоплено огромное количество снимков Земной поверхности. В настоящее время в сети Интернет имеется большой объем информации по космическим съемкам Земли. Прежде всего, это каталоги, позволяющие бесплатно получить информацию о наличии снимков определенного типа на данную территорию, оценить качество по данным в каталоге и уменьшенному просмотровому изображению.

Во всем мире широко используются данные NOAA, Landsat, SPOT, IRS, RADARSAT, ERS и другие. Рассмотрим основные характеристики некоторых спутников.

Геостационарный спутник: глобальный охват, высокое временное, но очень низкое пространственное разрешение. GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) - съемочный инструмент имеет пять спектральных диапазонов, в основном используемых для метеорологических задач, пространственное разрешение 1 км в видимом и 4 км в тепловых диапазонах. Данные GOES архивируются на Интернетe во множестве каталогов. Обновление данных происходит каждые 15 минут, что необходимо для прослеживания динамичных атмосферных процессов. <http://www.goes.noaa.gov> - здесь публикуются данные, получаемые американскими спутниками GOES на атлантический, сухопутный американский и тихоокеанский сектора.

Спутники NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, США) оборудованы сканером AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). AVHRR обеспечивает глобальный сбор данных по всем каналам, полоса съемки имеет ширину 2400 км, спутник облетает Землю 14 раз в сутки. Основным источником необработанных данных AVHRR - интерактивный спутниковый архив NOAA - <http://www.saa.noaa.gov>. Помимо этого, данные AVHRR архивируются и распространяются региональными станциями приема, например, на территории России действует сеть региональных станций приема. Данные AVHRR используются для определения температуры суши, температуры поверхности моря, выявления пожаров, измерения вегетационного индекса, наблюдения облачного, снежного и ледового покровов.

Спутники SeaStar и Terra на полярных орбитах (сканеры SeaWIFS, MODIS, MISR): среднее и низкое пространственное разрешение, средний охват, высокое спектральное разрешение, распространяются бесплатно.

Спутник SeaStar, данные можно получать бесплатно (для исследовательских и образовательных целей) с задержкой около двух недель с момента съемки, став авторизованным пользователем NASA (что бесплатно и требует только посылки краткого научного проекта). Информация о спутнике и архиве находится по адресу: <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS/BACKGROUND/>.

Сканер MODIS (американский спутник Terra) имеет пространственное разрешение от 250 до 1000 м в 36 спектральных каналах и его данные бесплатны. Фактически MODIS является следующим поколением сканеров AVHRR, усовершенствованным по всем направлениям. Образцы снимков: <http://www.scanex.ru/rus/gallery/gallery.htm>.

SPOT: небольшой охват, высокое пространственное разрешение, высокая стоимость. Работа с просмотрными изображениями.

Французские спутники и съемочные системы SPOT (Systeme Pour l'Observation de la Terre) начали работать в 1986 г. Многоэлементные сканирующие устройства SPOT HRV работают в многозональном и панхроматическом режимах. Каталог DALI с возможностью гостевого доступа находится по адресу: <http://www.spotimage.fr/home/proser/whatdali/daligst/welcome.htm>. Сами по себе данные SPOT очень дороги, однако для обобщенных исследований можно использовать бесплатные просмотрные изображения, их разрешение составляет первые сотни метров. Для СПОТ 1 - 3 эти изображения содержат все исходные зоны. Приведенная таблица показывает характеристики просмотрных изображений для SPOT и Landsat TM в двух широко известных Интернет-каталогах:

Параметры просмотрных изображений	Интернет каталоги			
	Spotimage http://www.spotimage.fr/home/proser/whatdali/daligst/welcome.htm		EROS Data Center http://edcwww.cr.usgs.gov/webglis	
	SPOT HRV	SPOT Pan	Landsat MSS	Landsat TM
Размер сцены в пикселах	500x500	404x400	500x500	382x336
Спектральные зоны (номера)	1,2,3	1	1,2,4	3,4,5
Разрешение м	120x120	120x120	458x425	484x506

Для отдельных задач использование таких просмотрных изображений является достаточным. Можно отметить, что цена самих снимков прежде всего определяется пространственным разрешением.

Программа Landsat — наиболее продолжительный проект по получению спутниковых фотоснимков планеты Земля. Первый из спутников в рамках программы был запущен в 1972. Оборудование, установленное на спутниках Landsat сделало миллиарды снимков.

LandSat 7 — последний из спутников дистанционного зондирования Земли, запущенный в 1999 году в рамках программы Landsat. Основной целью спутника было обновление глобального архива спутниковых фотографий. Хотя программа LandSat управлялась NASA, данные съемок обрабатываются и распространяются

Геологической службой США. Программа NASA World Wind использует изображения, полученные, в частности, с Landsat 7. Миссия Landsat 7 рассчитана на длительность до 5 лет и могла снимать и передавать до 532 изображений в сутки. Спутник находится на полярной, гелиосинхронной орбите, и пролетает над всей поверхностью планеты. При высоте 705 км на полное сканирование поверхности уходит 232 оборота, или 16 суток. Основным инструментом ДЗЗ является *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+). В 2003 году вышел из строя прибор *Scan Line Corrector* (SLC) в инструменте ETM+. Назначение прибора — компенсация продольного движения спутника, таким образом, что итоговые полосы сканирования расположены параллельно друг другу (и перпендикулярно направлению движения спутника). Без компенсации от SLC, получаемые изображения имеют вид «зигзага», когда некоторые участки поверхности снимаются дважды, а некоторые вообще не снимаются. Спутник поставляет примерно на четверть меньше данных без такой коррекции.

Landsat 7 продолжил собирать данные в подобном режиме. Был создан программный пакет, позволяющий пользователю заполнять неотснятые участки изображения данными с других витков Landsat 7.

NASA заключило контракт с EarthSat на производство глобальной мозаики Landsat GeoCover (*Geocover 2000* в программе NASA World Wind). Данная мозаика доступна для бесплатной загрузки в формате MrSID и стала первой глобальной свободно доступной мозаикой. Большие части поверхности земли, показанные на онлайн-сервисах Google Maps, Google Earth, Bing Maps и Yahoo! Maps, основаны на улучшенных и измененных по цветам снимках Landsat 7.