

Поисковая система космоснимков для локальной сети с доступом к исходным данным

В.М. Брыксин, А.В. Евтюшкин, А.В. Еремеев, Г.А. Кочергин

*Югорский НИИ информационных технологий (ЮНИИ ИТ),
628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151
E-mail: avy@uriit.ru*

Рассматривается технология создания каталога разнородных данных дистанционного зондирования Земли. Разработанная поисковая система космоснимков для локальной сети обеспечивает одновременно неограниченному числу пользователей оперативный доступ к исходным данным, хранящимся на дисковых RAID массивах.

Ключевые слова: Дистанционное зондирование Земли, каталоги спутниковых изображений, поисковая система, ERS-2.

Введение

Целью работы является создание базы данных дистанционного зондирования Земли для долговременного мониторинга природной среды и производственных объектов нефтедобывающего комплекса на территории Западной Сибири с использованием разновременных космоснимков высокого и среднего пространственного разрешения [1-2]. Крупномасштабные разносезонные космоснимки позволяют объективно оценить многолетние изменения природных ландшафтов и техногенных объектов.

В настоящее время в архиве ЮНИИ ИТ накоплены космоснимки за 1973-2008 гг. со спутников Landsat 4-5\TM, Landsat 1-5\MSS, Landsat-7\ETM+, SPOT-2\4\5, Q-Bird, CBERS-2, Ресурс-Ф2М\МК-4, Ресурс-О\МСУ-Э\МСУ-СК, Метеор-3М\МСУ-Э\МСУ-СМ, IRS\LISS3\PAN, TERRA\ASTER, TERRA и AQUA\MODIS, NOAA\AVHRR, ENVISAT\ASAR\MERIS, ERS-1,2\SAR, JERS-1\SAR, SIR-C\X-SAR, ALOS\PALSAR\AVNIR-2\PRISM, Radarsat-1, TerraSar-X. Также имеются цифровые модели местности с полным покрытием Земли GTOPO30, SRTM3, SRTM1 и растровые топокарты различных масштабов с геопривязкой. В центре дистанционного зондирования Земли ЮНИИ ИТ с 2002 года оперативный прием космоснимков осуществляется круглосуточно на антенные комплексы ТНА-9, «ОПТЭКС» и «СКАНЭКС-М». Объем оперативно принимаемой в сутки информации со спутников ERS-2, TERRA, AQUA, NOAA и МОНИТОР-Э составляет от 3 до 20 Гб. Пополнение архива радарных данных ENVISAT\ASAR и ALOS\PALSAR проводится при поддержке научных грантов ESA и JAXA. Первичная обработка данных выполняется на суперкомпьютере SUN FIRE 15K, архивация ведется на стримерных лентах DLT и DAT (ленточная библиотека), DVD и CD дисках. Оперативные данные MODIS в формате HDF доступны в течении 5 суток на дисковых RAID-массивах SUN FIRE 15K объемом 20 Тб по локальной сети пропускной способностью 1 Гбит/с.

В таблице 1 представлены структура и объем наиболее используемых систематизированных данных ДЗЗ и цифровых моделей рельефа.

Таблица 1. Объем архива данных ДЗЗ ЮНИИ ИТ

Спутник	Съемочная аппаратура	Объем исходных данных, Гб	Кол-во кадров
МЕТЕОР-3М	МСУ-Э, СМ	672.5	32273
РЕСУРС-О	МСУ-Э, СК	249	4965
РЕСУРС-Ф1М	МК-4	62.6	80
Ресурс-ДК	MS, PAN	30	5
TERRA	ASTER	279	63009
LANDSAT 1-7	MSS, TM, ETM	2025.7	15275
IRS-1D	LISS, PAN	0.82	5
Q-Bird	MS	7,2	21
ERS-2 (DLT формат)	SAR	9697	52658
ERS-2 (PRI формат)	SAR	1183	25483
ERS-2 (SLC формат)	SAR	70	234
ERS-2 (RAW формат)	SAR	12	77
RADARSAT-1	SAR	0.6	2
TerraSAR-X	SAR	4,3	7
ENVISAT	ASAR	47	78
ENVISAT	MERIS	0.3	2
SPOT-2, 4, 5	HRG, HRV, HRVIR, PAN	1.3	190
JERS-1	SAR	6.7	60
SPACE SHUTTLE	SIR-C\SAR	17.6	150
SPACE SHUTTLE	SRTM	31	15773
ALOS	PALSAR	85	70
ALOS	AVNIR-2, PRISM	4.1	33
TERRA, AQUA	MODIS	2947	10230
NOAA 12, 14-19	AVHRR	466	13454

Предварительная обработка и каталогизация данных ДЗЗ

Наличие большого числа разнородных спутниковых данных потребовало разработки специализированной поисковой системы обладающей возможностью доступа к исходным кадрам для большого числа пользователей в локальной сети. Использовались следующие технологии подготовки и импорта в поисковую систему и координат углов кадров и квиклуков (QL).

- Извлечение метаданных из построенных Geotif файлов в пакетном режиме обработки в Erdas Imagine и ENVI: Aster_L1a, Landsat, ENVISAT, ERS-2 PRI\SLC, RadarSat, Jers-1, Spot -2\4\5, Ресурс-Ф2, SRTM
- Обработка метафайлов: ALOS(AVNIR\PRISM\PALSAR), ERS-2 DLT, SIR-C\X-SAR, Ресурс О1-3, Aster_TL, TerraSAR-X
- Построение метафайлов по именам файлов исходных данных: Digital Maps
- Импорт метаданных и QL из СУБД NormSatReg, приемного комплекса ТНА-9 для Метеор 3М
- Импорт метаданных из базы СУБД IDEAS/PostgreSQL для ERS-2 DLT

С 2005 года ведется создание архива радарных космоснимков ERS-2 на территорию России в форматах PRI (Precision Image) и SLC (Single Look Complex Image) на основе данных, принимаемых в центре ДЗЗ ЮНИИ ИТ. Разработана оригинальная технология пакетной обработки при построении кадров в формате PRI радарных изображений ERS-2 хранящихся на лентах DLT. Реализовано управление X-терминалом операционной системы IRIX с виртуальной машины в среде WINDOWS. Создана сервисная программа для управления нажатием виртуальной мыши при построении кадров в формате PRI в про-

граммном обеспечении «Production Monitor» разработки фирмы ACS и удаления временных файлов на сервере Silicon Graphics «Challenge» по FTP протоколу. Позиционирование курсора виртуальной мыши происходит в строго определенные позиции, определенные заранее для стримеров DLT1 и DLT2 и подтверждающих запросов. Удаление временных файлов в конце расчета каждого кадра необходимо из-за ограничения дискового пространства на сервере Silicon Graphics. Аналогичная программа создана для функционирования в ОС IRIX через управление терминалом с Silicon Graphics «O2». По окончании пакетной обработки кадры скачиваются оператором по FTP протоколу. В сутки восстанавливается 24-26 кадров в формате PRI.

Дополнительно разработана технология импорта квиклуков принятых витков ERS-2 без нарезки на кадры из СУБД IDEAS/PostgreSQL в ОС IRIX с последующей нарезкой на кадры, соответствующие формату PRI. Внесение в поисковую систему оперативно принимаемых и восстанавливаемых с DLT кадров ERS-2 выполняется еженедельно с помощью разработанных для этих целей сервисных программ по пакетной обработке с возможностью переименования и архивирования. В качестве имен используются номер витка и номер кадра по стандартной нумерации кадров ERS-2 принятой в ESA. Производительность повышена в 3 раза по сравнению с интерактивным режимом с участием оператора.

Для создания каталога данных МЕТЕОР-3М\МСУ-Э, принятых в Центре ДЗЗ ЮНИИ ИТ в 2003-06гг, использовался имеющийся каталог витков в программном обеспечении NormSatReg, входящий в комплект приемного комплекса ТНА-9. Выполнено импортирование «квикулов» кадров в формате JPG и таблиц с географическими координатами углов кадров из MS SQL таблиц. Временная «нарезка» кадров для витков МЕТЕОР-3М\МСУ-Э составляет 10 секунд с пространственным размером 80*80км.

Проведена пакетная обработка всех космоснимков ASTER, Landsat 1-7, МК-4, ERS-2, SPOT-5 в исходных форматах на территорию России для создания сжатых образов – «квикулов» в общераспространенных графических форматах Geotif и Jpg. Файлы географической привязки для каждого квиклук-кадра в формате Geotif построены в пакетном режиме в пакете Erdas Imagine. Разработаны программы на языке IDL для пакетной привязки в пакете ENVI в проекцию UTM стандартных кадров ERS-2 в формате PRI с разрешением от 12.5 до 50 м и квиклуков разрешением 150 м. По разработанной технологии в течение 2005-08гг каталогизировано и внесено в поисковую систему 245743 кадров с различных сенсоров [3].

Поисковая система для локальной сети

Совершенствование средств и технологий дистанционного зондирования Земли, лавинообразное возрастание объема получаемых данных вызвало бурное развитие поисковых систем [4]. Как правило, каталоги квиклуков и метаданных имеют операторы всех спутниковых систем высокого пространственного разрешения запущенных за последние годы. Однако конечным пользователям, выполняющих тематическую интерпретацию спутниковых данных в ГИС приложениях в рамках корпоративной сети, необходимо также обеспечить оперативный доступ к исходным данным прошедшим минимальную первичную обработку. Развитие систем хранения на дисковых RAID массивах, роботизированных стримерных и DVD библиотеках, а также значительное уменьшение их стоимости,

позволили обеспечить постоянный оперативный доступ к объемам спутниковой информации превышающим десятки Тбайт.

В связи с этим, в ЮНИИ ИТ с 2005 г. разрабатывается программное обеспечение для локальной сети для оперативного поиска космоснимков с возможностью доступа к исходным данным [1-3]. Каталог поисковой системы построен на базе СУБД Microsoft SQL Server 2000. Серверная часть, с защитой от записи пользователем, находится на сервере антенного приемного комплекса ТНА-9. Клиентская часть реализована в среде программирования Borland Delphi 7.0. Работа с поисковой базой данных осуществляется через, так называемый, “толстый” клиент в сети ЮНИИ ИТ в ОС Windows . Выполняется резервная архивация базы на DVD-RW носителях. Исходные космоснимки среднего пространственного разрешения хранятся в архивах на RAID накопителях объемом 13 Тб и доступны для оперативной работы всем пользователям локальной сети.

Индексная структура таблиц базы данных для спутников среднего и низкого разрешения представлена полями, обеспечивающими однозначный скоростной поиск при запросах.

База данных DZZ_Archive – данные по космоснимкам среднего и высокого разрешения.

Type – служит для хранения информации по типам хранимых данных, как то спутники и сканеры, полные пути размещения архивной информации на RAID массиве, права на доступ к данным.

Scene – служит для хранения информации по геопространственному положению кадра: географические координаты (широта, долгота) углов кадра, условное название, дата приема.

SceneImg – служит для хранения QL изображений.

База данных DZZ_Midle - данные по космоснимкам низкого разрешения.

DataLong – содержит информацию по принятым сеансам с метеорологических спутников низкого разрешения.

ImageLong – служит для хранения QL изображений.

В клиентской части поисковой системы реализован поиск кадров космоснимков по следующим областям интереса или критериям: круг с указанием радиуса в километрах, прямоугольник, область произвольной формы с заданием вершин, полилиния, SHP файл с возможностью выбора нужного контура, KML файл, тип сенсора, временной интервал, дата. Для осуществления поиска с минимальными временными затратами предварительный выбор осуществляется по критерию принадлежности углов кадра прямоугольной области. В связи с тем, что поиск может проводиться по произвольной области, был разработан алгоритм, осуществляющий проверку пересечения областей произвольной формы. Данный алгоритм состоит из двух частей: проверка принадлежности точки области и проверка пересечения границ областей. Алгоритм принадлежности точки области выполняется в первую очередь, так как возможны ситуации, когда область поиска полностью принадлежит кадру или кадр целиком попадает в область поиска. Таким образом, процесс проверки критериев поиска осуществляется в 3 этапа: проверка принадлежности вершин области поиска кадру; проверка принадлежности вершин кадра области поиска; проверка пересечения границ области поиска и кадра.

Для удобства восприятия пользователю предоставляется возможность индивидуальной настройки цветовой палитры для отображения контуров кадров и областей поиска при просмотре одновременно результатов по нескольким спутникам (сенсорам). Результа-

ты поиска отображаются в виде контуров кадров на фоне области поиска и «квиклуков» с возможностью интерактивного выбора кадра. Допускается одновременная работа с серверной частью неограниченного числа пользователей. На рис. 1 показан пример запроса в поисковую систему с заданием нескольких областей интереса в виде SHP контуров.

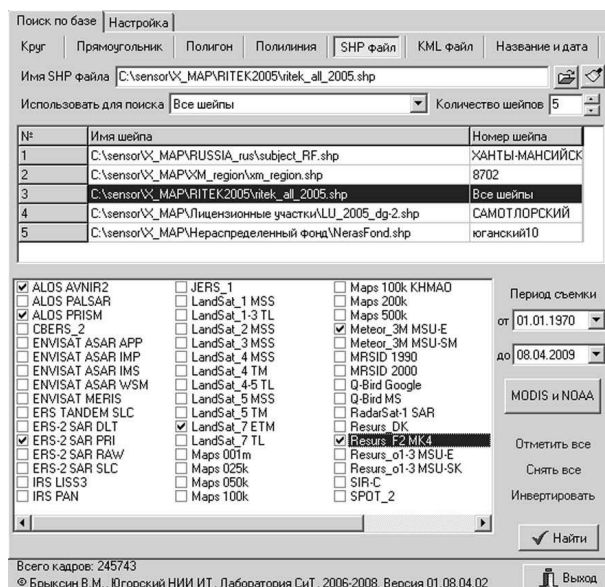


Рис. 1. Интерфейс поисковой системы для локальной сети

В локальной сети пользователю, в зависимости от заданных прав, предоставляются возможности копирования выбранных кадров в исходном формате в заданную папку, копирования «квиклуков», формирования файла заказов, для последующей пересылки администратору системы, создания геопривязанных контуров кадров в форматах SHP и KML. Так же предоставляется возможность передачи схемы отобранных кадров в широко используемый сервис Google Earth через файл формата KML. При этом в Google Earth, помимо схемы кадров передаются ссылки на «квиклуки» хранящиеся на RAID массивах, что делает возможным их просмотр без использования дополнительного программного обеспечения. На рис. 2 показаны результаты поиска кадров ALOS и возможности доступа к исходным данным.

Поисковая система данных для сети ИНТЕРНЕТ

Развитием поисковой системы космоснимков для локальной сети явилась поисковая система с WEB доступом. «Квиклуки» и все атрибутивные данные для снимков высокого и среднего разрешения импортированы из СУБД: Microsoft SQL Server 2000 для локальной сети. Разработанный WEB интерфейс построен на базе СУБД MySQL и сервера Apache. Базовые модули написаны на языке PHP, отдельные блоки интерфейса реализованы с использованием Java script. Поисковая система позволяет удаленным пользователям осуществлять поиск данных только по прямоугольной области запроса, с последующей разбивкой на кадры отдельно для каждой из спутниковых систем. Для каждого кадра со спутников среднего разрешения в результатах поиска отображается «квиклук», картосхема с нанесенным контуром кадра, координаты углов, дата съемки. Картосхемы масштаба M1:1000000 построены программным способом для 240 тыс. кадров. Тестирование показало, что время поиска всех кадров занесенных в каталог не превышает 40 секунд.

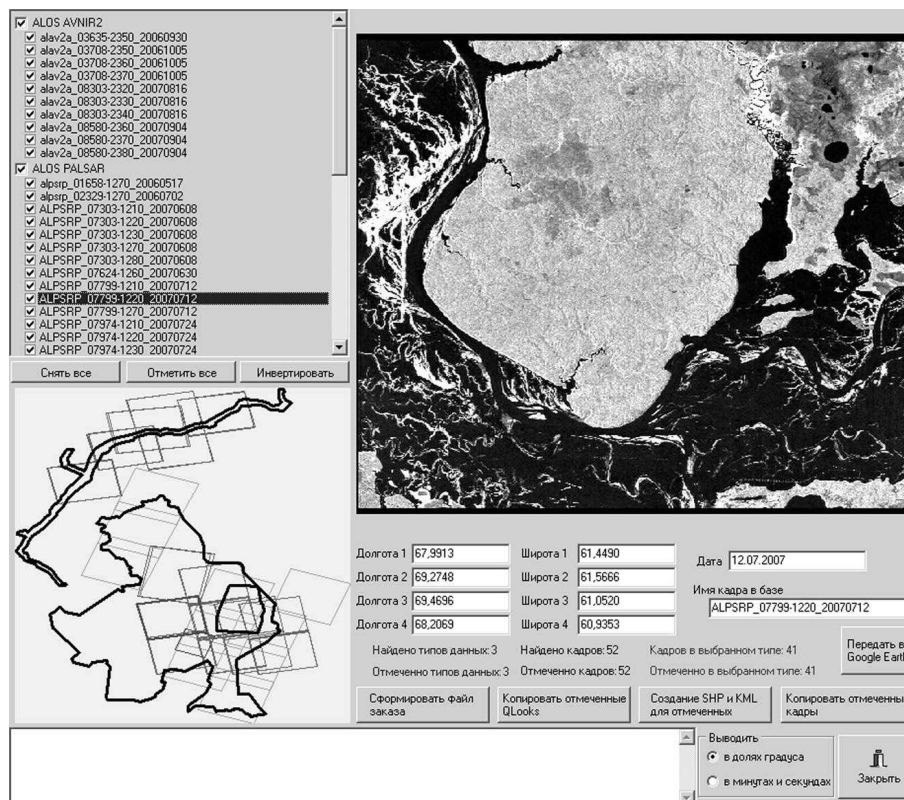


Рис. 2. Возможности доступа к исходным данным по результатам запроса снимков ALOS

Для каталогизации DVD дисков с данными MODIS, AVHRR, МСУ-Э, МК-4, LANDSAT, ASTER, ERS-2 и обеспечения дальнейшего многопользовательского доступа к каталогу разработано программное обеспечение в виде WWW-сервера. При каждом запросе реализован режим обновления и сохранения каталогов DVD дисков для всех сканеров в формате Excel для удобства пересортировки списков. Предоставляется следующая информация для каждого каталогизированного витка или кадра: имя файла на диске, имя DVD диска, размер файла. Поисковая система и каталоги DVD дисков доступны по адресу <http://dzz.uriit.ru> для всех пользователей.

Заключение

Поисковая система широко используется в ЮНИИ ИТ при выполнении различных проектов с использованием архива космических изображений высокого, среднего и низкого пространственного разрешения и является незаменимым инструментом при обработке больших объемов архивных и оперативных данных дистанционного зондирования [5-6]. В частности, по снимкам Landsat-5 за 2005-06гг и Landsat-7 за 2007-08гг полученных с сервиса glovis.usgs.gov и импортированных в поисковую систему проведено уточнение координат 302 газовых факелов на территории ХМАО, детектированных в 2004-08гг по данным сканера MODIS с погрешностью 1-3 км [7]. Наличие каталогизированного архива позволило выполнять поиск пар кадров ERS-2 принятых в ЮНИИ ИТ и пригодных для интерферометрической обработки на основе метаданных импортированной из СУБД IDEAS/PostgreSQL. Условием пригодности пар кадров ERS-2 для интерферометрической обработки является не превышение разности доплеровских центроидов в 800 Гц, которые

также содержатся в метаинформации. Значительно повышена производительность труда и оперативность подготовки кадров ERS-2 для целей квазисинхронных подспутниковых экспериментов.

Основные показатели созданного в ЮНИИ ИТ каталогизированного архива и базы данных дистанционного зондирования Земли следующие:

- количество кадров: 245743
- объем исходных данных: 17 Тбайт
- объем данных в оперативном доступе на дисковых RAID-массивах: 6 Тбайт
- объем квиклуков: 150 Гбайт

Литература

1. *Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Еремеев А.В., Кочергин Г.А.* Создание базы данных дистанционного зондирования Земли для долговременного мониторинга природной среды и производственных объектов нефтедобывающего комплекса на территории Западной Сибири // Сборник материалов Шестой межрегиональной научно-практической конференции «Информационные технологии и решения для «Электронной России», Ханты-Мансийск, 7-8 июня 2007г. - Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного университета, 2007 – Т.2. С. 10-16.
2. *Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Еремеев А.В., Кочергин Г.А.* Создание каталога и комплексного банка данных дистанционного зондирования Земли // Обратные задачи и информационные технологии рационального природопользования: материалы IV Научно-практической конференции. - Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. С.181-186.
3. *Брыксин В.М., Евтюшкин А.В.* Технология создания комплексного банка данных дистанционного зондирования Земли // Материалы одиннадцатой региональной конференции по математике «МАК-2008». - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2008. С.40-41.
4. *Шокин Ю.И., Пестунов И.А., Смирнов В.В. и др.* Распределенная информационная система сбора, хранения и обработки спутниковых данных для мониторинга территорий Сибири и Дальнего Востока // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Техника и технологии». Т.1. №4. С.291-314.
5. *Брыксина Н.А., Евтюшкин А.В., Полищук Ю.М.* Изучение динамики изменений термокарстовых форм рельефа с использованием космических снимков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей. Выпуск 4. Том II. - М.: ООО «Азбука-2000», 2007. С.123-128.
6. *Evyushkin A.V.* Space monitoring of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra Territory // Enviro-RISKS: Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia. First-Year EC 6FP CA Enviro-RISKS Project Report: Overview and Progress Reports by Partners. ISSN: 1399-1949. Copenhagen. 2007. P.69-72.
7. *Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Еремеев А.В., Макеева М.А., Хамедов В.А.* Автоматизированная система спутникового мониторинга пожарной обстановки в технологических коридорах трубопроводов и лесах ХМАО // Оптика атмосферы и океана. 2009. Т.22. №1. С.90-95.