

# Работа информационной системы НЦ ОМЗ с данными прибора MODIS космического аппарата TERRA

А.Б. Аквилонова<sup>1</sup>, Л.В. Козлова<sup>1</sup>, В.П. Саворский<sup>1</sup>, М.Т. Смирнов<sup>1</sup>,  
Ю.Г. Тищенко<sup>1</sup>, О.О. Кузнецов<sup>1</sup>, Н.Н. Новикова<sup>2</sup>, Л.А. Пахомов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники РАН,  
141190 Московская обл., г. Фрязино, пл. акад. Введенского, 1  
E-mail: [tishchen@ire.rssi.ru](mailto:tishchen@ire.rssi.ru)

<sup>2</sup>Научный центр оперативного мониторинга Земли, ЦКН Роскосмоса  
127490 Москва, ул. Декабристов, вл. 51, стр. 25  
E-mail: [ntsomz@ntsomz.ru](mailto:ntsomz@ntsomz.ru)

Рассматриваются основные элементы информационной системы космических данных ДЗЗ, разрабатываемой и создаваемой в НЦ ОМЗ при участии ФИРЭ РАН. Рассмотрена работа подсистем хранения информации и доступа к данным на примере информации прибора «MODIS» космического аппарата «TERRA».

## Введение

Большие объемы информации, получаемые в настоящее время с помощью средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, диктуют необходимость создания адекватных информационных систем для обработки, каталогизации и архивации поступающей информации и результатов обработки экспериментальных данных. Данные, накапливаемые в информационной системе, могут использоваться для решения как оперативных, так и фундаментальных научных и прикладных народнохозяйственных задач [1-3].

Одними из основных элементов информационной системы (ИС) данных ДЗЗ являются подсистемы хранения информации и доступа к данным. Эти подсистемы должны обеспечивать необходимый уровень надежности хранения данных и эффективность доступа пользователей к соответствующим данным. Как правило, информационные системы ориентируются на конечного пользователя. Поэтому информационная система должна обладать простым, удобным, легко осваиваемым интерфейсом, который обеспечивает пользователю выполнение всех необходимых для его работы функций, и в то же время, исключает возможность выполнения пользователем каких-либо несанкционированных действий.

Информация, получаемая с космических средств ДЗЗ, накапливается и хранится в центрах обработки и хранения космической информации, в том числе и в специализированных (тематических) центрах обработки и хранения космической информации. В настоящее время существуют отечественные специализированные центры: <http://smis.iki.rssi.ru/archive/> - ИКИ РАН; <http://ire.rssi.ru/cpssi> - ЦОХКИ ИРЭ РАН, г. Фрязино; <http://resurs.cpi.space.ru/> - ЦКН Роскосмоса; [http://sputnik.infospace.ru/catalog\\_rus.html](http://sputnik.infospace.ru/catalog_rus.html) - НИЦ «ПЛАНЕТА»; <http://ckm.iszf.irk.ru/satdata> - региональный центр ИСЗФ РАН г. Иркутск и др., информация в которых имеет, как правило, тематическую направленность.

Неотъемлемым элементом центров обработки и хранения космической информации является информационная система, включающая современные компьютерные и программные средства для надежного длительного хранения данных, а также соответствующие графические интерфейсы, позволяющие осуществить запрос и получение необходимой информации [2, 4].

Одним из центров обработки и хранения космической информации является центр приема, обработки, хранения и распределения данных в Научном центре оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) Центра космических наблюдений Роскосмоса. Создаваемая в НЦ ОМЗ информационная система направлена на обеспечение решения ряда общесистемных задач, относящихся к компетенции Федерального центра ДЗЗ, и, в частности, ведение Государственного фонда (архива) данных ДЗЗ и предоставление потребителям возможности поиска и получения необходимой информации [5].

В настоящем сообщении основное внимание уделено описанию работы информационной системы НЦ ОМЗ по обработке, каталогизации и архивации в оперативном режиме данных прибора «MODIS», установленного на американском космическом аппарате «TERRA» (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>).

### Краткое описание информационной системы

Информационная система НЦ ОМЗ включает в себя следующие функциональные подсистемы:

- прием спутниковых данных, их архивирование в оперативном архиве;
- обработку данных до уровня 1Б (<http://wgiss.ceos.org//ceos.html>);
- каталогизацию информации в разработанной для этих целей Базе данных (БД);
- создание долговременного архива на магнитных лентах типа DLT;
- создание системы обмена данными через Интернет.

Инфраструктура ИС состоит из совокупности каталогов архивов космической информации и программно-аппаратных средств обмена каталожной и сопутствующей информацией. Инфраструктура ИС позволяет в рамках единой системы проводить общий и детальный поиск данных, а также оформлять заказы на их получение.

В настоящее время в НЦ ОМЗ имеются архив и электронный каталог данных, полученных и получаемых с отечественных и зарубежных космических систем ДЗЗ. Имеется возможность удаленного доступа к каталогу по каналам связи и через Интернет. Завершается создание комплекса программно-аппаратных средств инфраструктуры по поддержке архива долговременного хранения данных и электронного каталога.

На Рис.1 приведена общая схема информационной системы НЦ ОМЗ.



Рис.1. Общая схема информационной системы НЦ ОМЗ

Информация с космического аппарата «TERRA» принимается в НЦ ОМЗ в режиме непосредственной передачи и архивируется в оперативном архиве. Экспериментальные данные представляют собой файлы в формате pds (product data set). Для обработки этих данных используется программный пакет IMAPP (International MODIS/AIRS Processing Package), разработанный в Висконсинском университете при поддержке NASA и представляющий собой вариант программного обеспечения, созданного в рамках программы EOS и применяемого для обработки данных прибора «MODIS». Он осуществляет преобразование данных из файлов формата уровня 0 (исходные данные) в стандартизованные в рамках программы EOS (Earth Observation System) продукты уровней 1А и 1Б. Это преобразование включает в себя операции по переформатированию данных, их географической привязке и калибровке.

### База данных информационной системы НЦ ОМЗ

Управление Базой данных осуществляется системой управления базами данных (СУБД). СУБД предоставляет возможность контролировать задание структуры и описание данных, работу с ними и организацию коллективного пользования информацией. СУБД также существенно облегчает ведение больших объемов хранящейся в многочисленных таблицах информации. Для управления Базой данных информационной системы НЦ ОМЗ используется СУБД Oracle. Это гибкая система управления базами данных, предназначенная для хранения и ведения данных. Она представляет собой полный набор продуктов, предназначенных для решения многих задач информационной технологии. Приложения Oracle переносимы на большинство существующих платформ и операционных систем, начиная с персональных компьютеров и заканчивая большими параллельными многопроцессорными системами.

В разработанной БД выделены два раздела. Первый раздел используется для хранения описаний наборов данных (коллекций) космических наблюдений, второй раздел - для хранения детальных описаний отдельных единиц хранения данных (гранул). Схема первого раздела БД представлена на Рис. 2., второго - на Рис. 3. Назначение каждой таблицы обоих разделов приведено в Таблицах 1 и 2 соответственно.

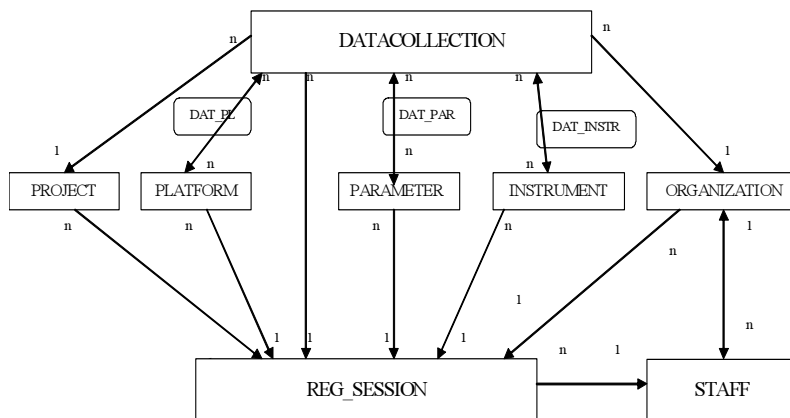


Рис. 2. Схема раздела БД для хранения описаний коллекций космических данных

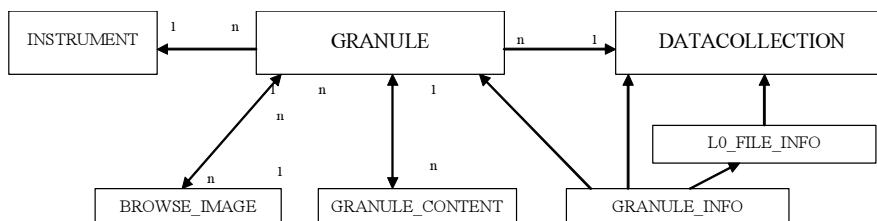


Рис. 3. Схема раздела БД для хранения описаний отдельных единиц хранения данных (гранул)

Таблица 1. Назначение таблиц хранения описаний коллекций космических данных

| <i>Название таблиц</i> | <i>Назначение таблиц</i>                                    |
|------------------------|---|
| <b>DATACOLLECTION</b>  | Обобщенное описание наборов данных                          |
| <b>INSTRUMENT</b>      | Описание научных приборов                                   |
| <b>PROJECT</b>         | Описания научных проектов                                   |
| <b>PARAMETER</b>       | Описания физических параметров                              |
| <b>PLATFORM</b>        | Описания дистанционной платформы                            |
| <b>ORGANIZATION</b>    | Описания организаций  |
| <b>STAFF</b>           | Описания контактных лиц                                     |
| <b>REG_SESSION</b>     | Описания сессии регистрации                                 |
| <b>DATA_INSTR</b>      | Перекрестные ссылки объектов<br>DATACOLLECTION и INSTRUMENT |
| <b>DATA_PARAM</b>      | Перекрестные ссылки объектов<br>DATACOLLECTION и PARAMETER  |
| <b>DATA_PLATF</b>      | Перекрестные ссылки объектов<br>DATACOLLECTION и PLATFORM   |

Таблица 2. Назначение таблиц хранения описаний отдельных единиц данных (гранул)

| <i>Название таблиц</i> | <i>Назначение таблиц</i>   |
|------------------------|--|
| <b>GRANULE</b>         | Детальное описание файлов (гранул)   |
| <b>GRANULE_CONTENT</b> | Дополнительное географическое описание файлов (гранул) с атрибутами режимов работы приборов (сенсоров) |
| <b>BROWSE_IMAGE</b>    | Описание файлов прореженного изображения (*.jpg)   |
| <b>L0_FILE_INFO</b>    | Регистрация обрабатываемых исходных файлов уровня 0 (pds)  |
| <b>GRANULE_INFO</b>    | Регистрация информации о статусе гранулы (обработка, упаковка, архивация)                              |

Для обработки, каталогизации и архивации данных в оперативном и автоматизированном режиме было разработано специальное программное обеспечение (ПО), включающее в себя:

1. ПО обмена данными:

- ftpx - пакетная перекачка данных с сервера оперативного архива в буфера системы обработки данных и их подготовки к архивированию;
- ftpout - пакетная перекачка данных из системы обработки данных на сервер оперативного архива.

2. ПО регистрации спутниковых данных, поступающих в систему обработки.

3. ПО каталогизации спутниковых данных, поступающих в долговременный архив.

4. ПО подготовки архивных копий наборов данных и переноса их на магнитные носители (типа DLT).

Программное обеспечение 2 – 4, а также программное обеспечение IMAPP объединены одной управляющей программой MODIS\_OMZ.pl.

Программные средства, обеспечивающие функционирование системы запроса данных (СЗД), установлены на Web сервере НЦ ОМЗ (URL <http://sun.ntsomz.ru/data.html>) и являются неотъемлемой составной частью информационной системы НЦ ОМЗ (URL: <http://sun.ntsomz.ru>).

## Система запроса данных в информационной системе НЦ ОМЗ

Приоритетным требованием пользователей к информационным системам является снижение временных затрат на поиск и получение целевой информации (данных). Необходимым условием выполнения этого требования применительно к системе космических данных является организация поиска данных одновременно по всем коллекциям данных, включенным в систему. Для этого в системе запроса данных созданы специальные пользовательские интерфейсы (шлюзы доступа) к описаниям хранимых в архивах системы данных. Преимуществом этих интерфейсов является то, что они позволяют организовать процесс поиска, ознакомления с описаниями и графическими примитивами данных, а также оформление заказа на передачу данных в рамках единого графического интерфейса. Существенным преимуществом СЗД в целом является то, что пользователь через системный интерфейс получает актуальную информацию о хранимых в архиве данных. В обеспечение этого пользовательские интерфейсы СЗД организуют доступ непосредственно к каталогам архива космических данных, содержание которых синхронизовано с составом описываемых архивов. Кроме того, система поиска информации в СЗД организована таким образом, что еще на этапе формирования запроса исключена возможность создания противоречивого запроса, т.е. запроса, который заведомо не может быть удовлетворен ни одной из записей распределенной базы данных.

На Рис. 4 приведено окно для осуществления просмотра и поиска данных ДЗЗ.

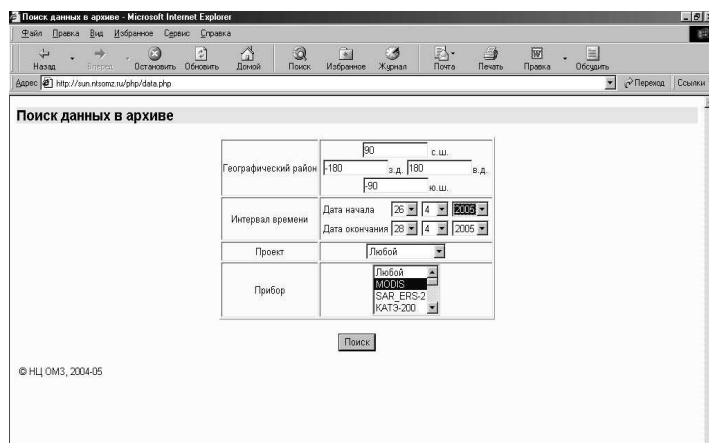


Рис. 4. Панель задания атрибутов для поиска отдельных гранул

Для детального поиска необходимо задать следующие атрибуты:

- **Прибор** - имя прибора (научного инструмента), данные измерений которого помещены в гранулу (значения атрибута выбираются пользователем с помощью pop-up меню из предлагаемого системой ограниченного списка);
- **Проект** - имя проекта (научной программы или миссии), в рамках которой проведены измерения, результаты которых размещены в грануле (значения атрибута выбираются пользователем с помощью pop-up меню из предлагаемого системой ограниченного списка);
- **Географический район** - координаты границ участка, описываемые прямоугольником с заданными западной и восточной долготами ( $\pm 180$  град.) и северной и южной широтами ( $\pm 90$  град.), в котором проводились измерения;
- **Интервал времени** - начальные и конечные дата и время, определяющие интервал проведения измерений.

В результате поиска пользователь, в первую очередь, получает список наборов данных (коллекций), гранулы которых удовлетворяют заданным критериям поиска (см. Рис. 5).

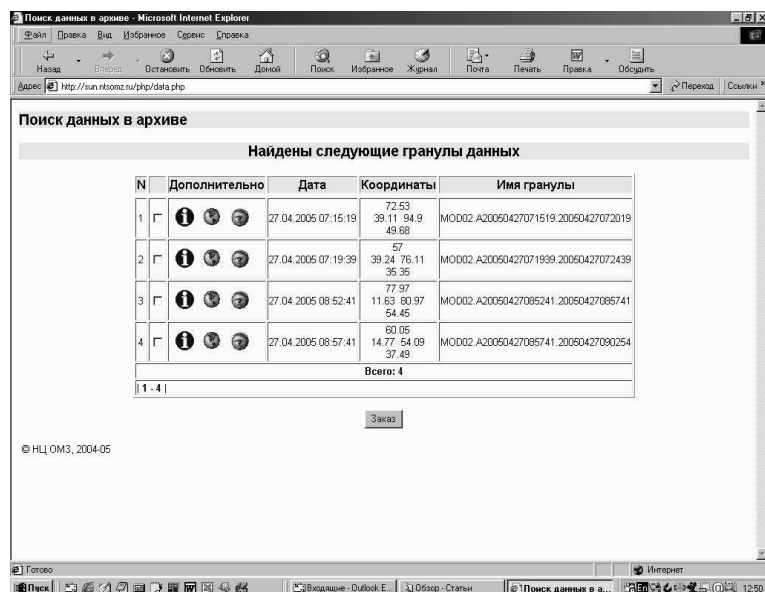


Рис. 5. Список гранул, удовлетворяющих критериям поиска

Каждая из гранул полученного при детальном поиске списка снабжена, так называемым, просмотрным изображением (browse images (NASA), или quicklook (ESA)). Оно предназначено, прежде всего, для визуальной оценки качества архивной информации как по условиям наблюдений (например, освещенности и наличию облачности), так и по наличию дефектов и искажений, возникающих при приеме и обработке данных. Интерфейс пользователя СЗД обеспечивает возможность просмотра этих изображений и дополнительной селекции списка гранул по результатам визуальной оценки их качества.

Наряду с поиском и предварительной визуальной оценкой качества данных, интерфейсы СЗД позволяют оформить заказ на выбранные данные, размещенные в архиве информационной системы, непосредственно после завершения поиска в рамках одной и той же сессии работы с интерфейсом СЗД. В случае, когда пользователь выбрал необходимый ему набор данных, он может оформить заказ на получение этих данных. Оформление заказа включает в себя две процедуры: 1) выбор формы передачи данных, 2) регистрацию контактной информации о заказчике. При выборе формы передачи данных пользователь должен иметь возможность выбрать тип носителя, на котором передаются данные, а также указать предпочтительный формат, используемый при записи данных на выбранные носители. Оформленный заказ пересылается в архив данных. Одновременно пользователю по электронной почте пересылается запрос на подтверждение заказа. Как правило, заказ начинает исполняться архивом только после получения подтверждения непосредственно от заказчика данных. Для решения этой задачи была разработана система поиска и запроса данных с использованием только свободно распространяемых программ и библиотек для операционной среды Solaris. Основу системы поиска и запроса данных составляет Web сервер Apache с модулем PHP. Модуль PHP позволяет гибко формировать формы запросов, формы представления результатов и содержит встроенные средства доступа к базе данных Oracle. Кроме того, он позволяет использовать графическую библиотеку для динамической генерации изображений, нанесения на них заданных контуров (многоугольник, эллипс и др.) и текстовой информации. Указанные программы и библиотеки существуют и для других платформ, таких как Windows и Linux. При необходимости разработанные программы могут быть перенесены на другие платформы с минимальными затратами, связанными, в основном, с конфигурированием соответствующих программ.

Web страницы системы поиска данных генерируются динамически.

## Заключение

В настоящее время в специализированном центре приема, обработки, хранения и распределения данных НЦ ОМЗ в оперативном режиме проводится обработка, каталогизация и архивация данных прибора «MODIS».

Авторы выражают свою признательность сотрудникам ЦОХКИ ИРЭ РАН и НЦ ОМЗ за плодотворные совместные дискуссии, помощь и поддержку в работе.

## Литература

1. Earth Science Enterprise Strategy // National Aeronautics and Space Administration. October 1, 2003. 140 p.
2. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса // Сб. научных статей. Под ред. Лупяна Е.А., Лавровой О.Ю. Москва: ИКИ РАН, 2004. 520 с.
3. Арманд Н.А., Петров Е.М., Саворский В.П., Сидоренко А.И., Смирнов М.Т., Тищенко Ю.Г., Воронков В.Н., Никитский В.П., Панченко В.А., Сорокин И.В. Перспективы исследований в области дистанционного зондирования Земли и экологического мониторинга // Радиотехника и электроника, 1998. Т. 43. № 9, 1998. С. 1061-1069.
4. Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Назиров Р.Р., Мазуров А.А., Флитман Е.В., Хохлова Н.Л. Организация системы оперативного доступа удаленных пользователей к спутниковым данным // Исслед. Земли из космоса, 1996. № 5. С. 67-72.
5. Получение и использование спутниковых данных о природных ресурсах Земли и окружающей среде // Сб. научных трудов. Вып. 1. Под ред. Минаева И.В., Новиковой Н.Н. СПб.: Гидрометеоиздат, 2004. 220 с.