

Электронная библиотека спутниковых данных и развитие информационной инфраструктуры для доступа к космической информации*

Е.Б. Кудашев, А.Н. Филонов
Институт космических исследований РАН,
Институт проблем информатики РАН

Статья посвящена проблемам развития информационной поддержки космических исследований в области наук о Земле и спутникового экологического мониторинга. Основное внимание при этом сфокусировано на разработке электронной библиотеки спутникового мониторинга окружающей среды. Анализируется актуальная проблема интеграции информационных ресурсов в мировые системы космического экологического мониторинга. Показано, что создание масштабной геоинформационной инфраструктуры занимает ведущее место в задачах информатики аэрокосмического дистанционного зондирования Земли.

1. ВВЕДЕНИЕ

Представленная работа посвящена проблемам развития информационной поддержки космических исследований в области наук о Земле и спутникового экологического мониторинга. Формулируются требования к задаче формирования распределенных массивов данных, интеграции информационных ресурсов (данные и метаданные), полученных спутниковыми наблюдениями, организации цифровых архивов и доступа к ним в распределенной среде. Анализируется структура и особенности реализации средств, поддерживающих совместное использование цифровых архивов спутникового мониторинга окружающей среды в международных проектах. Со времени запуска первого спутника исследования Земли из космоса приобретают всеобъемлющий характер, открывая новые возможности решения проблем глобального и локального экологического мониторинга. В последнее время активно развиваются космические методы контроля наземных экосистем. Наиболее информативным методом для решения задач дистанционного исследования поверхности Земли из космоса является использование и тематический анализ изображений, полученных приборными комплексами различных частотных диапазонов, установленными на космических аппаратах.

Многочисленные спутники, оснащенные приборами дистанционного зондирования, выведены на околоземную орбиту для получения разносторонней геофизической информации, необходимой для оценки состояния окружающей среды и исследования природных ресурсов.

Спутниковые данные дистанционного зондирования Земли позволяют решать широкий круг задач мониторинга природной среды [1]:

- определение метеорологических характеристик, вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности и т.д.;
- контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;
- определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водных поверхностей;
- обнаружение крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;
- контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;
- обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах, выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;
- регистрация дымных шлейфов от труб;
- мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;
- обнаружение и оценка зон крупных наводнений;
- контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

При реализации спутникового мониторинга окружающей среды и распределенной обработки спутниковой информации одной из ключевых проблем является обеспечение доступа к огромным массивам данных, накопленным научным сообществом при аэрокосмическом дистанционном зондировании Земли.

Проблемы поиска и управления информацией в Веб, доступа к накапливаемым разнородным данным ставят перед исследователями задачу превращения наук об окружающей среде в область точных наук [2, 3]. Необходимо также учитывать мультидисциплинарный характер космических исследований. Возникает проблема коллективного использования научных данных: как обеспечить возможность территориально разнесенным научным коллективам получать доступ к данным космического мониторинга и проводить обработку огромных массивов спутниковых данных. В связи с этим отметим, что процессы интеграции данных в солнечно-земной физике и задача интеграции цифровых архивов данных планетарных исследований также являются чрезвычайно актуальными. Объемы требуемого пространства измеряются здесь уже в петабайтах. Решение этих научных проблем находится на стыке научных дисциплин, и информационные технологии играют здесь особую роль.

Основное внимание в статье сфокусировано на разработке электронной библиотеки спутникового мониторинга окружающей среды.

Многолетний опыт получения, хранения и обработки спутниковых данных и современное состояние систем мониторинга подробно рассматривается в работах [4, 5].

Настоящая работа посвящена следующим проблемам:

- интеграция спутниковых архивов в международные системы исследования Земли из космоса;
- освоение и развитие технологий доступа к данным и метаданным спутникового мониторинга на основе интероперабельного многоуровневого программного обеспечения информационной системы INFEO/eoPortal, разработанной Европейским Космическим

- Агентством (ESA);
- развитие распределенной обработки спутниковой информации;
- организация обмена спутниковыми данными.

2. ОТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ДАННЫХ К РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

В представленной работе рассматривается разработка распределенной электронной библиотеки спутниковых данных как проект Виртуального Научного центра данных в области исследования Земли из космоса. Информационные ресурсы спутникового экологического мониторинга недостаточно систематизированы и структурированы, используют разнообразные форматы и отличаются значительной неоднородностью применяемых информационных решений и технологий.

Спутниковые данные научных цифровых архивов отличают огромные и все возрастающие объемы, распределенный характер, неоднородность, низкая структурированность, разные условия сопровождения, условия доступа к информационным источникам и сервисам. Проблемы интеграции информационных ресурсов обусловлены тем, что мы имеем дело с научными данными, которые имеют массу тематических вариаций и аспектов.

Распределенная электронная библиотека спутниковых данных разрабатывается как интегрированная система региональных информационных ресурсов космического мониторинга природной среды. Среди множества проектов по информационной поддержке аэрокосмического дистанционного зондирования со спутников для экологического мониторинга рассмотрим информационные системы исследования Земли из космоса EOS (Earth Observing System) <http://eospso.gsfc.nasa.gov>.

Одной из наиболее эффективных систем является национальная информационная система «Наблюдение за Землей» EOSDIS (EOS Data and Information System) <http://www.eosdis.org>, разработанная в США Агентством NASA (National Aeronautics and Space Administration) <http://www.nasa.gov>.

Значительный интерес представляет также Европейская информационная система INFEO (Information on Earth Observations), входящая теперь в структуру портала Earth Observation Portal <http://www.eoPortal.org/>.

Информационная система EOSDIS представляет собой разветвленную инфраструктуру сбора, архивирования и распространения потребителям данных наблюдения за Землей. В системе EOSDIS данные сосредоточены в научных Центрах - распределенных активных архивах (Distributed Active Archive Center - DAAC).

Систему EOSDIS образуют следующие Центры DAACs:

- ASF DAAC - Alaska Synthetic Aperture Radar (SAR) Facility - данные о полярных процессах и радарные данные <http://www.asf.alaska.edu>;
- EDC DAAC - Earth Resources Observation System (EROS) Data Center - данные по земной поверхности и взаимодействию океана и суши, атмосферы и земной поверхности <http://landcover.usgs.gov>;
- LaRC DAAC - NASA Langley Research Center - данные по облакам и аэрозолям, тропосферная химия <http://eosweb.larc.nasa.gov>;
- GSFC DAAC - NASA/Goddard Space Flight Center - данные по верхней атмосфере, глобальная биосфера, атмосферная динамика <http://www.gsfc.nasa.gov>;
- JPL DAAC - NASA Jet Propulsion Laboratory - данные по физической океанографии <http://www.jpl.nasa.gov>;
- NSIDC DAAC - National Snow and Ice Data Center - данные по снегу и льду, криосфере и климату <http://nsidc.org>;
- ORNL DAAC - Oak Ridge National Laboratory - данные по биохимической динамике <http://www.daak.ornl.gov>;
- SEDAC - Socioeconomic Data and Applications Center - данные по взаимодействию человека и окружающей среды <http://sedac.ciesin.columbia.edu>

Система EOS Data and Information System (EOSDIS), сосредоточив в Центрах DAACs огромные массивы геопространственных данных, поддерживает структуру управления данными для 1200 продуктов данных, разрабатываемых NASA в области наук о Земле.

Европейское космическое агентство ESA создало систему INFEO (Information on Earth Observations), объединяющую данные программ исследования Земли из космоса.

В российских региональных Центрах спутникового мониторинга созданы и развиваются богатейшие электронные ресурсы. Примеры созданных электронных коллекций спутниковых данных представлены в работах [6-9]. С ними также можно познакомиться на нашем веб-сайте <http://iris.iki.rssi.ru/newiris>.

Космические снимки широко используются для информационной поддержки как для исследования взаимодействия океана и атмосферы, в задачах океанологии, так и в интересах промыслового рыболовства.

Оперативный спутниковый мониторинг Тихого Океана привел к созданию электронных коллекций данных по развитию тайфунов и по диагностике параметров тайфунов (см. рис. 1а и 1б).

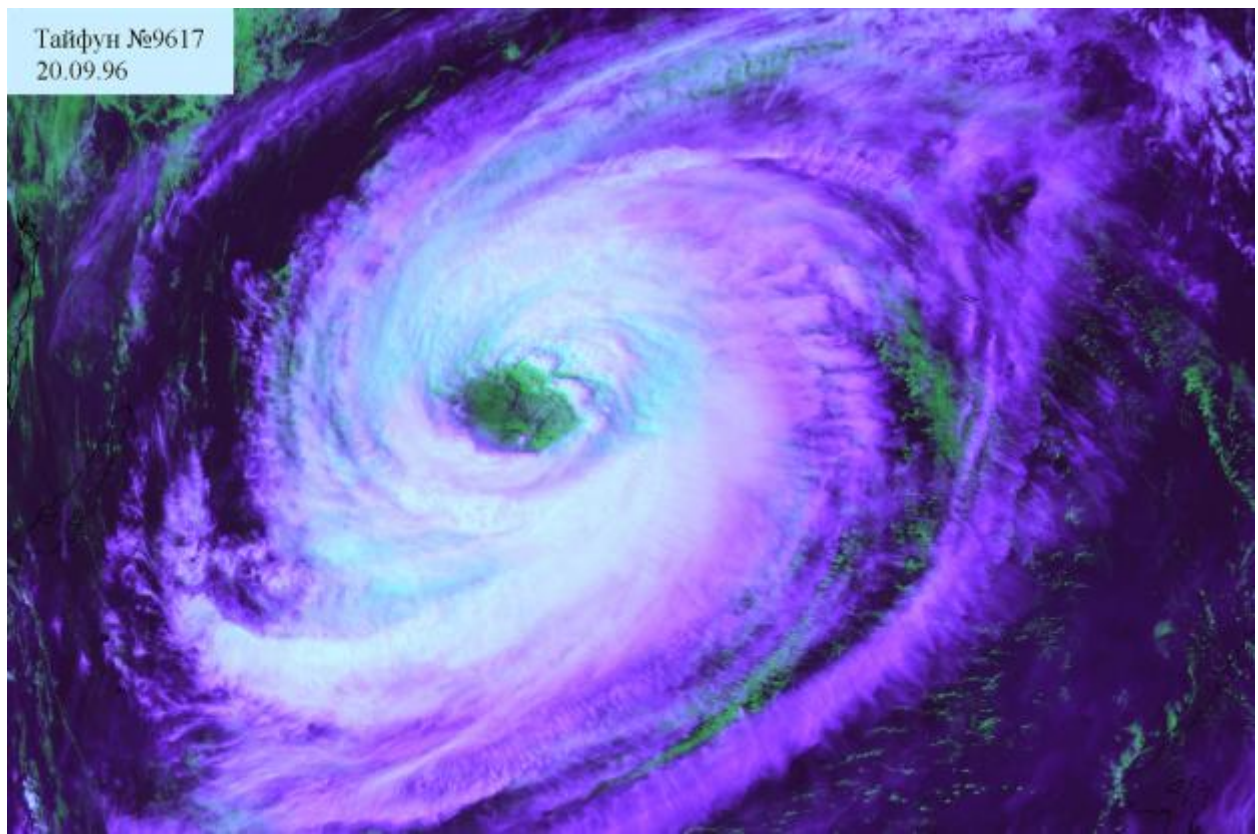


Рис.1а. Исследования океана из космоса.

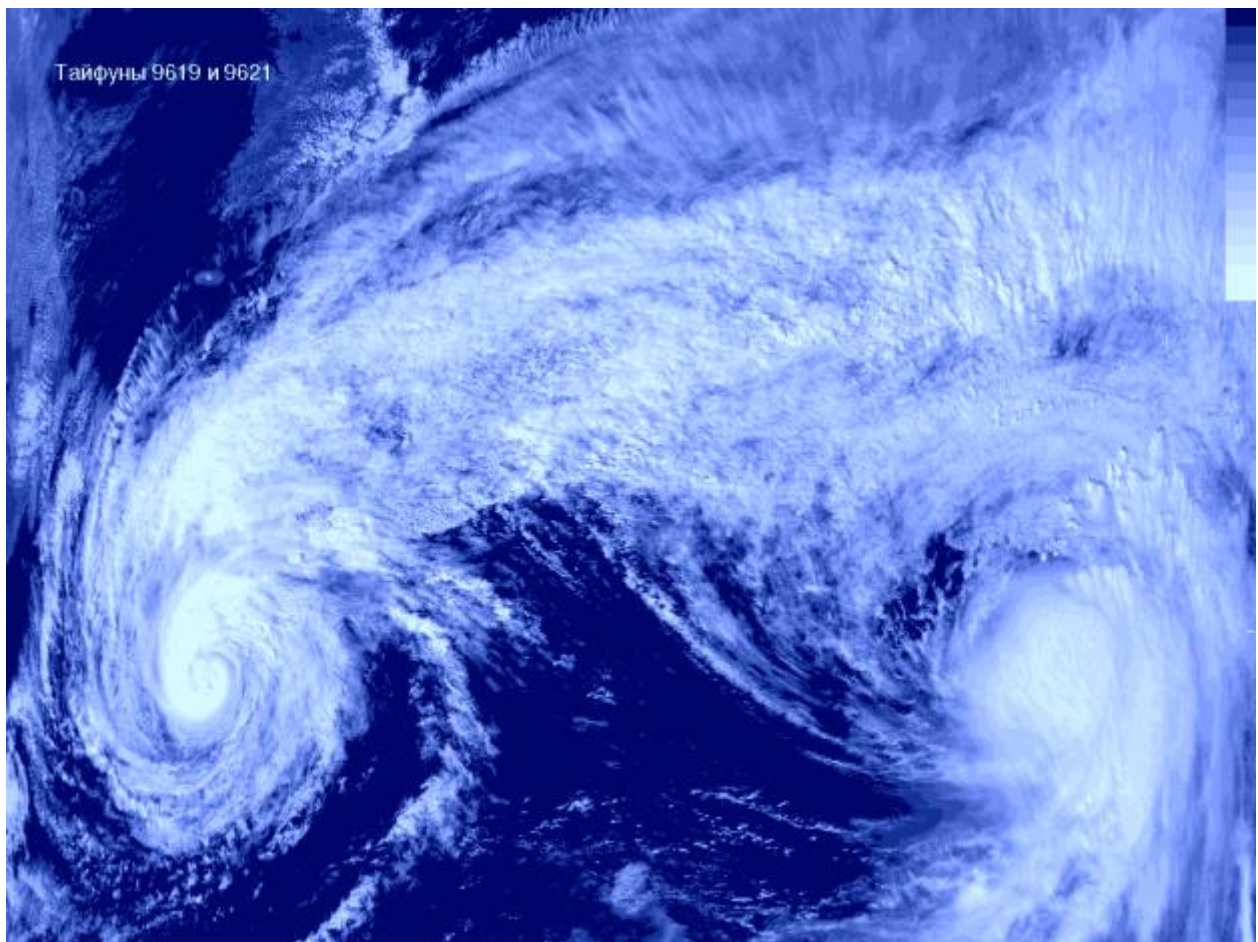


Рис. 1б. Тайфуны в Тихом океане.

На рис. 2а и 2б представлены тематические продукты спутникового мониторинга: карты поверхностных температур моря и тепловых структур морской поверхности.

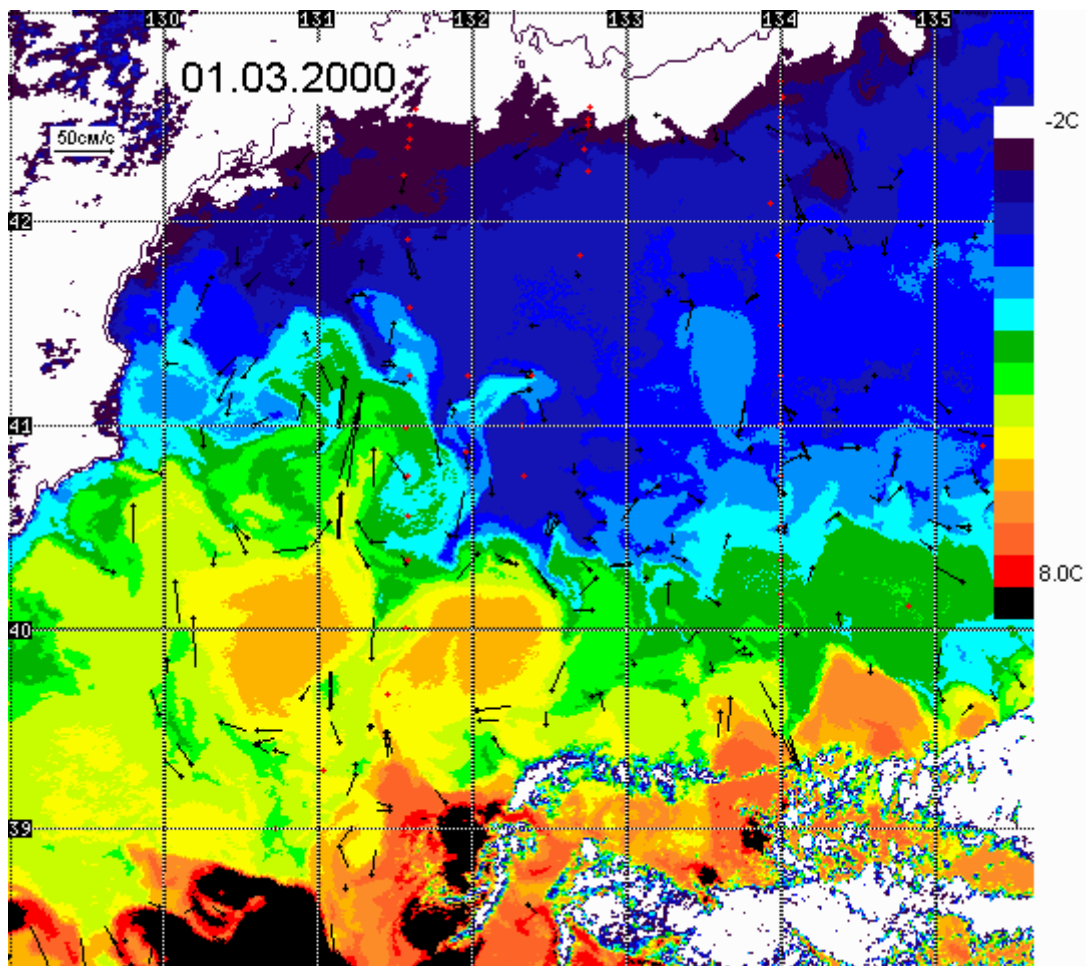


Рис.2а. Температурная карта поверхности океана.

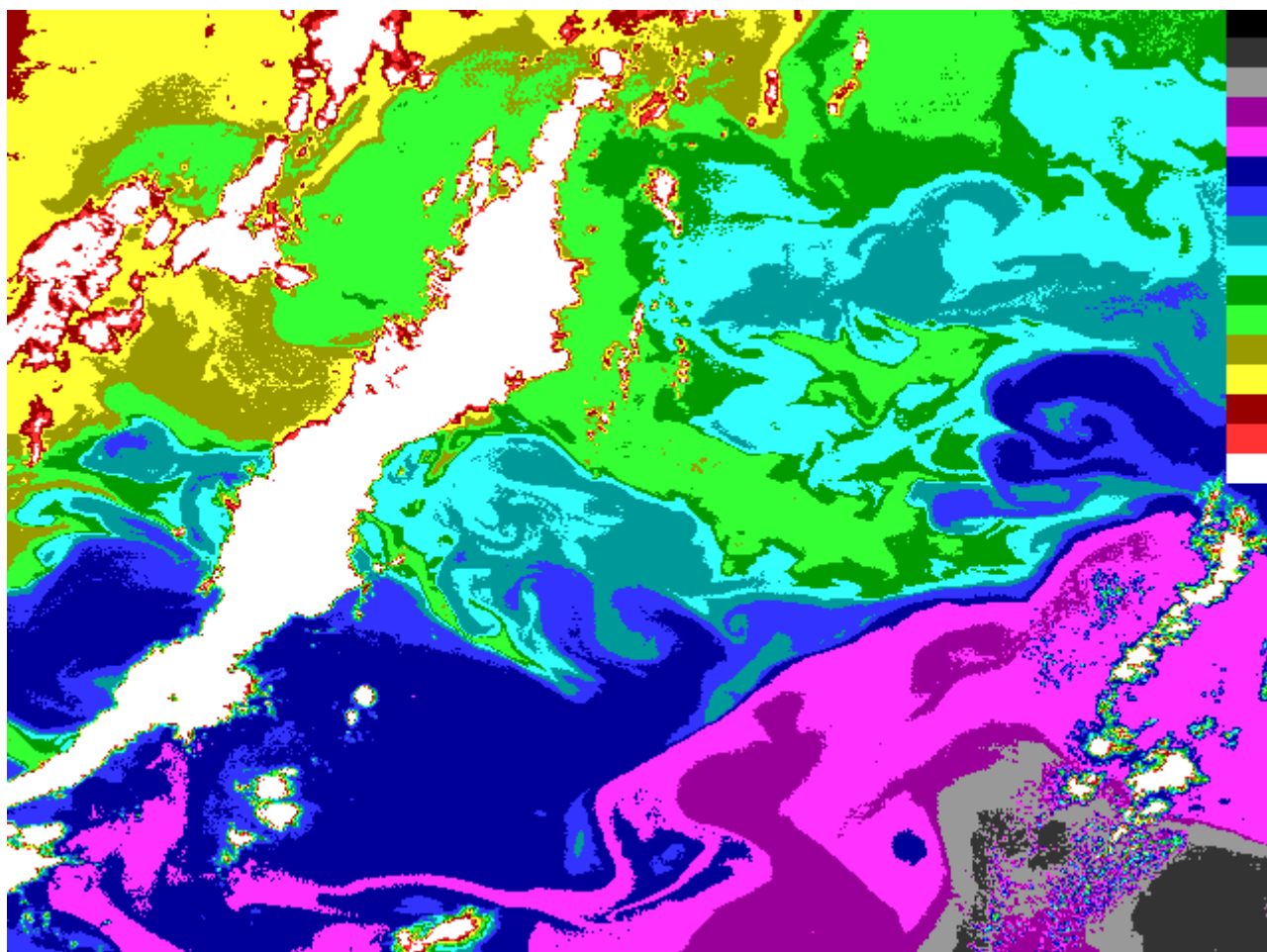


Рис.2б. Тепловые структуры морской поверхности.

Обработка и анализ спутниковых данных важны для задач динамики лесов России и выделения очагов лесных пожаров.

Наиболее яркими примерами таких информационных ресурсов являются спутниковые данные по лесным пожарам и динамике восстановления растительного покрова на территории России (см. рис. 3а и 3б).

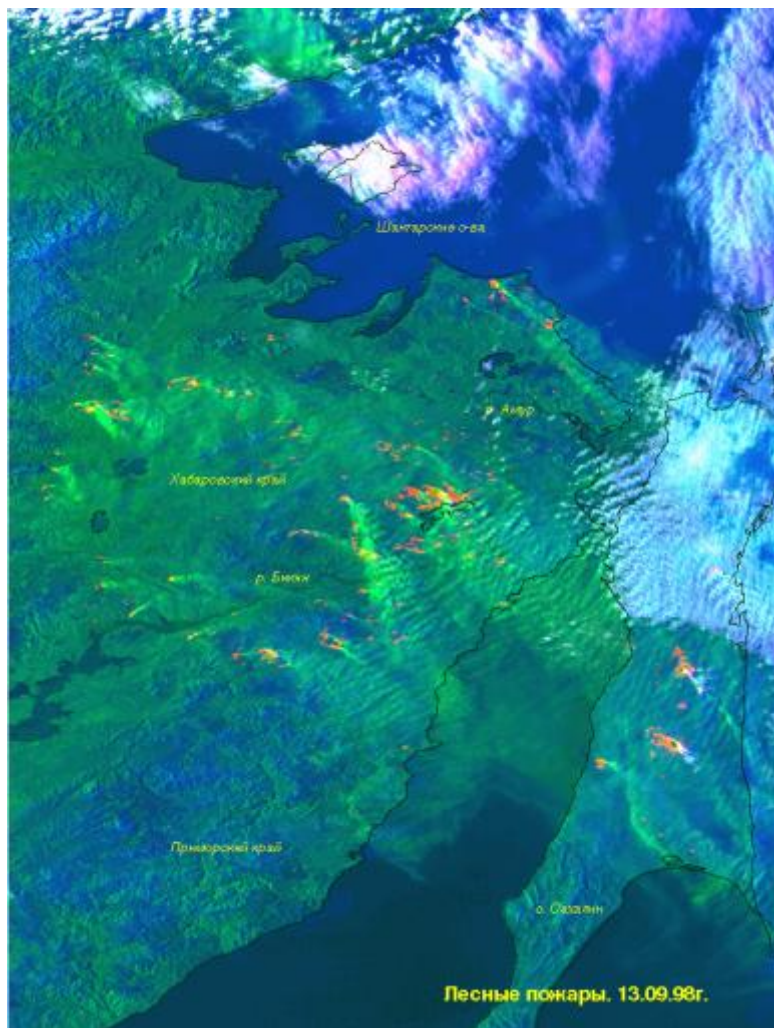


Рис.3а. Обнаружение лесных пожаров по спутниковым данным в Хабаровском крае.



Рис. 3б. Лесные пожары в Московском регионе.

Созданные коллекции включают данные по обширной территории России, начиная от Подмосквья и центральных регионов страны, включая Западную и Восточную Сибирь, Дальний Восток и Приморье.

Другое важное направление развития информационных ресурсов космического мониторинга связано с измерением температуры подстилающей поверхности - оценкой состояния окружающей среды урбанизированных территорий (см. рис. 4а, 4б и 4в).

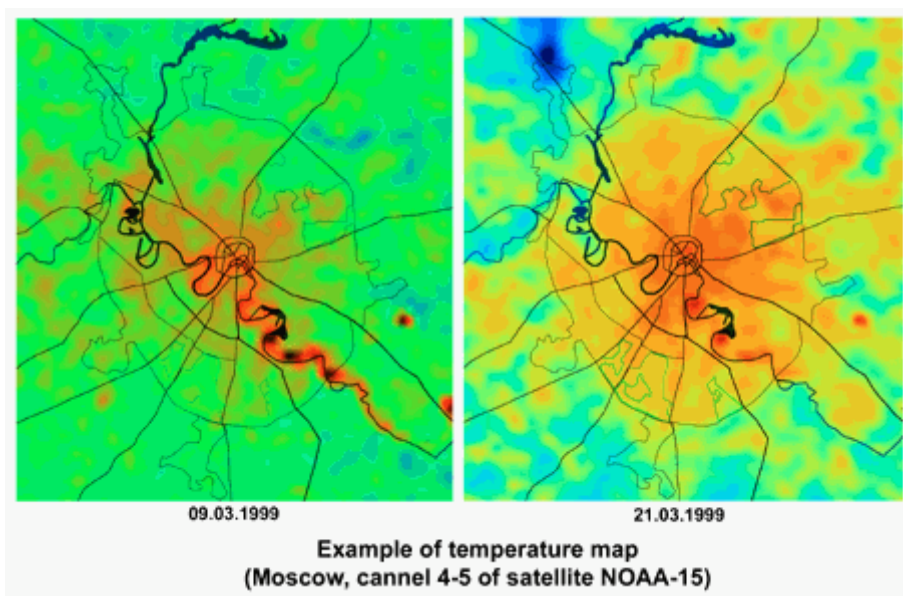


Рис. 4а. Построение тепловых карт мегаполиса.

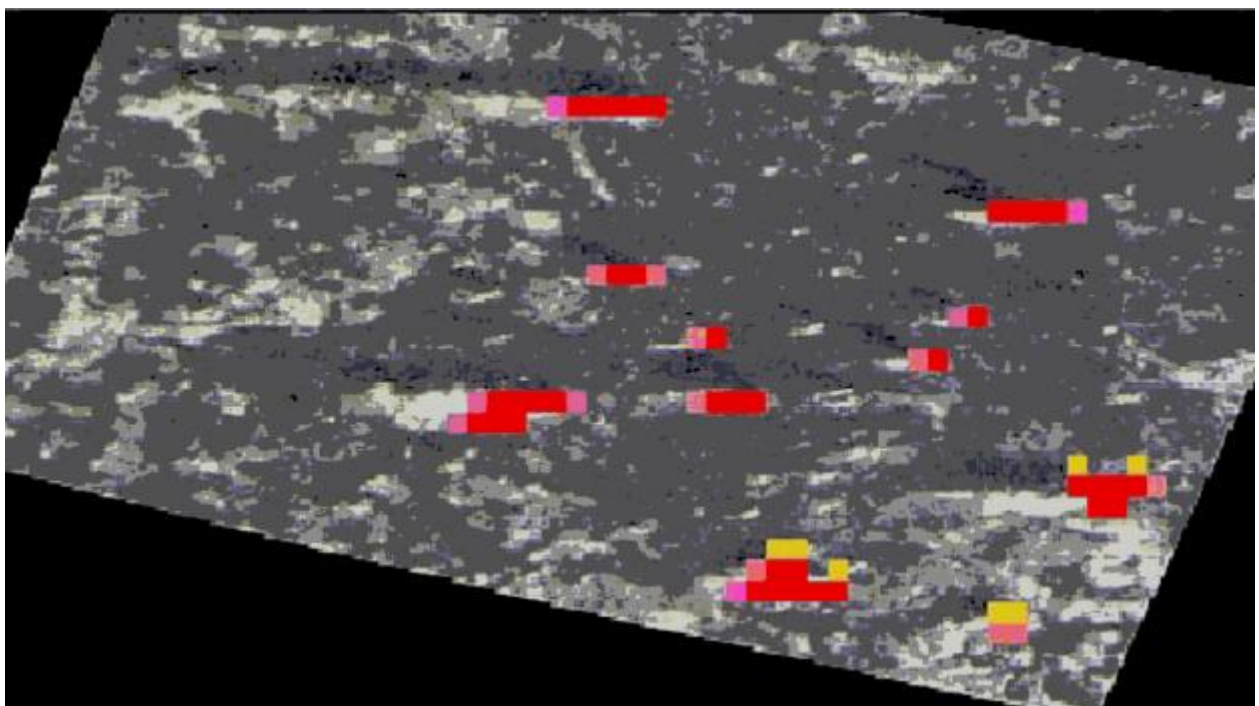


Рис. 4б. Обнаружение температурных аномалий мегаполисов.

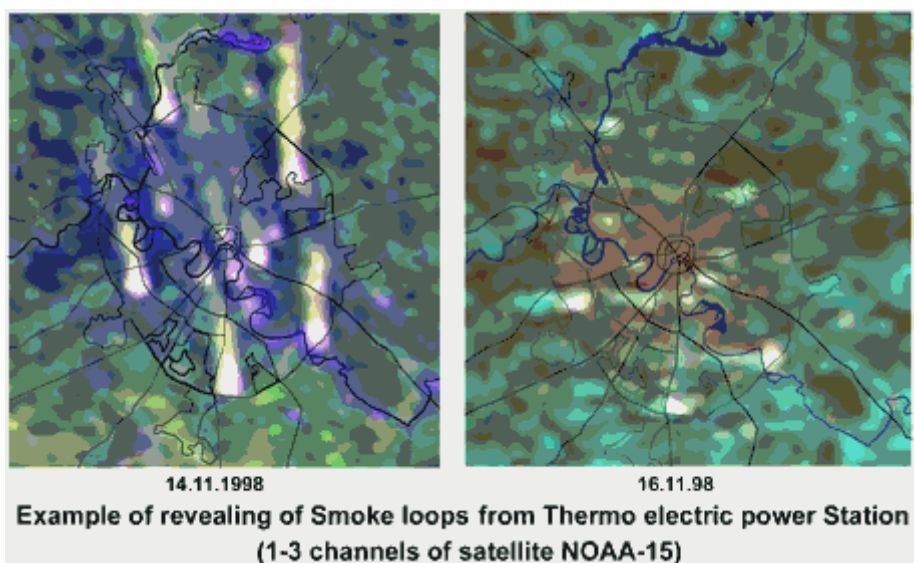


Рис. 4в. Диагностика тепловых электростанций из космоса.

EOSDIS и др.) [10] эти ресурсы должны быть доступны, интегрированы в международную систему аэрокосмического зондирования Земли и интероперабельны с другими национальными и мировыми информационными ресурсами. Важно обеспечить распределенный доступ к данным.

С целью решения этих проблем актуальной становится задача формирования масштабной геоинформационной инфраструктуры спутниковых данных.

Эта геоинформационная инфраструктура должна обеспечить:

- а) гармонизацию географической информации: инфраструктура использует единые действующие международные стандарты данных;
- б) интероперабельность между базами данных спутниковых архивов;
- в) операционную совместимость программно-аппаратных средств сервера с национальными EOSDIS (США) и международными INFEO системами космической информации.

Создание специальной информационной инфраструктуры является одним из ключевых условий решения универсальной проблемы организации электронной распределенной среды, заставляющей рассредоточенные в Интернете ресурсы взаимодействовать таким образом, чтобы:

- решать реальные сложные задачи обнаружения нужных ресурсов в сети;
- предоставлять удаленный доступ к ним;
- обеспечивать координацию их взаимодействия в ходе решения задач.

Основными целями развития специальной геоинформационной инфраструктуры аэрокосмического дистанционного зондирования Земли является:

- интеграция информационных ресурсов и эффективный доступ к спутниковым данным;
- включение российских цифровых архивов в международную систему INFEO.

Будет поддерживаться поиск данных по российскому серверу с сервера INFEO. Необходимо добиться объединения разрозненных региональных спутниковых ресурсов в единую информационную среду более быстрыми и эффективными путями.

Тем самым, будет создана возможность использования российских данных в международных программах аэрокосмического дистанционного зондирования.

Среди множества крупномасштабных программ исследования Земли из космоса, выполняемых в настоящее время, выделим следующие три:

- Программа глобального изменения климата IGOS (Integrated Global Observing Strategy) <http://www.igospartners.org>, изучающая взаимосвязанные физические процессы в атмосфере, океане, на поверхности Земли и в полярных регионах;
- Программа DMSP (Disaster Manager Security Programm), направленная на предупреждение опасности стихийных бедствий <http://www.ceos.org/pages/DMSG/2001Ceos/overview.html>;
- Программа GMES (Global Monitoring for Environment and Security) <http://www.gmes.info> объединяет главные наземные и спутниковые международные системы глобального экологического мониторинга.

Для того чтобы российские спутниковые данные стали составной частью GMES, необходимо обеспечить свободный доступ к ним.

Обеспечение удаленного доступа исследователей к совокупности экспериментальных данных является одной из ключевых проблем комплексных, мультидисциплинарных научных исследований окружающей среды. Эффективное использование космической информации для изучения и мониторинга состояния и динамики природных объектов и техногенных процессов зависит от того, насколько доступны научному сообществу спутниковые данные и информационные ресурсы, созданные при исследовании Земли из космоса.

3. О РАЗВИТИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ (ПРОЕКТ IRIS)

Формирование масштабной геоинформационной инфраструктуры впервые началось в США в 1997 г. Разрабатываются стратегия и концепция программы NSDI - National Spatial Data Infrastructure <http://www.fgdc.gov/nsdi>.

Концепция Spatial Data Infrastructure стремительно завоевала международную популярность. В 2003 г. Европейская Комиссия приняла решение о создании INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) - Глобальной геоинформационной инфраструктуры данных в Европе <http://www.inspire.org>.

Инфраструктура INSPIRE должна производить, публиковать, осуществлять поиск и обеспечить распределение в научном сообществе on-line спутниковых данных, привлекать и применять географическую информацию. Аналогичный проект создается также в Канаде - Canadian GeoSpatial Data Infrastructure (CGDI). Совсем недавно разработка национальной программы NSDI началась в Испании <http://www.idee.es>.

Для того чтобы масштабная геоинформационная инфраструктура стала реальностью в России, необходимо определить те проблемы и особенности, с которыми сталкивается научное сообщество при поиске методов оптимального доступа к спутниковым данным. Это исследование было выполнено с участием автора в рамках проекта INTAS: Integration of Russian Satellite Data Information Resources with the Global Network of Earth Observation Information Systems (проект IRIS) [11]. Развитие геоинформационной инфраструктуры включает в себя:

- Построение глобальной инфраструктуры ИТ и геоданных;
- Гармонизацию спутниковой информации: необходимо обеспечить требования к данным действующих международных стандартов;
- Интероперабельность между независимо созданными приложениями и базами данных;

- Поддержку единой политики доступа к спутниковым ресурсам космического экологического мониторинга.

Проект IRIS [12, 13] направлен на улучшение удаленного доступа к российским спутниковым данным. Проект поддерживает объединение данных регионального спутникового экологического мониторинга. Обеспечивается доступ российских пользователей к европейской информационной системе INFEO (метаданные/on-line каталоги).

В проекте участвуют семь партнеров - один из Великобритании, один из Италии и пять географически удаленных российских институтов:

- Институт радиотехники и электроники РАН (ИРЭ РАН, Фрязино, Московская обл.), <http://www.ire.rssi.ru/cpssi/cpssi.htm>;
- Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН), <http://iris.iki.rssi.ru>;
- Институт автоматики и процессов управления РАН (ИАПУ ДВО РАН, Владивосток), <http://www.dvo.ru>;
- Институт леса СО РАН (Красноярск), <http://www.krasn.ru/Forest>;
- МГУ им. М.В. Ломоносова, Механико-математический факультет, кафедра Вычислительной механики http://compmech.math.msu.su/pers/pers_kuda.php;
- МГУ им. М.В. Ломоносова Географический факультет, Лаборатория аэрокосмического мониторинга;
- Европейские координаторы проекта: Space QinetiQ (Великобритания, <http://www.space.qinetiq.com>); TERMA Electronica (Италия).

Проект IRIS использует технологии информационной системы INFEO (Information on Earth Observations). Система INFEO, разработанная Европейским Космическим Агентством (ESA, предлагает доступ к данным и сервисам Earth Observation, а также к каталогам спутниковых данных по всему миру). Основной особенностью INFEO является то, что при запросе в единой точке системы поиск данных осуществляется единым запросом одновременно в ресурсах распределенных мировых каталогов.

Запрос на метаданные оформляется единым образом для всех спутниковых центров, и информация ищется сразу по всем центрам, доступным из глобальных поисковых систем (в первую очередь, систем EOSDIS и INFEO). Запрос на получение собственно спутниковых данных также выполняется автоматически и единым образом, а данные возвращаются в удобном формате для обработки в рамках GIS-систем.

Доступ к данным системы INFEO, обработка и передача космической информации основана на веб-интерфейсе и иерархической организации данных.

Основными компонентами системы INFEO являются узлы доступа Middleware Node (MWND), шлюзы (Gateway) и сами сервера данных. Узлы доступа поддерживают распределенную иерархию коллекций данных. Информационная система состоит из нескольких узлов доступа, каждый из которых владеет несколькими шлюзами или серверами.

Рассмотрим структуру шлюза INFEO CIP/ODBC [14]. Пользователи получают доступ к данным INFEO через узлы доступа. Узел доступа есть главный компонент INFEO. Здесь ODBC (Open Database Connectivity) – стандарт интерфейса прикладного программирования для систем SQL баз данных; CIP (Catalogue Interoperability Protocol) – протокол интероперабельности каталога [15].

Шлюз CIP/ODBC Gateway, в основе которого лежат протоколы CIP и Z39.50 [16], состоит из следующих компонентов: CIP-сервер, названный менеджером поиска (Retrieval Manager), и транслятор (Translator). Шлюз CIP/ODBC служит для доступа к базам данных, транслируя CIP-запросы, исходящие из узла доступа, в ODBC, и в этом виде они могут обрабатываться SQL-серверами баз данных. Шлюз представляет собой пример менеджера поиска Retrieval Manager. Менеджер поиска управляет сессиями и сервисами по протоколу CIP/Z39.50, предоставляя клиентам точку доступа, и осуществляет передачу запросов различным серверам.

Z39.50 - протокол прикладного уровня в рамках семиуровневой эталонной модели взаимодействия открытых систем, разработанной Международной организацией по стандартизации (ISO). Поэтому он может быть реализован в различных типах сетей (например, в сетях TCP/IP, IPX/SPX, OSI), независимо от реализации транспортного уровня. Его назначение - предоставить компьютеру, работающему в режиме "клиент", возможности поиска и извлечения информации из другого компьютера, работающего как информационный сервер.

Первоначально многие приложения Z39.50 создавались исключительно для использования с библиографическими данными (например, общедоступные библиотечные каталоги). Однако в настоящее время протокол развит настолько, что позволяет обрабатывать различные данные - финансовую, химическую, техническую информацию, тексты и изображения. Использование специфических данных (например, изображений в случае спутниковых данных) требует расширений протокола. Группы разработчиков Z39.50-приложений в настоящее время исследуют такие возможности и определяют наборы атрибутов для разнообразных типов данных. Модель службы Z39.50 предусматривает обмен сообщениями типа "запрос-ответ" между соответствующими приложениями - клиентом и сервером. Формат таких сообщений и определяется протоколом Z39.50. Стандарт определяет для компьютеров-клиентов единую процедуру запроса информационных ресурсов - серверов, поддерживающих библиотечные каталоги.

Узел доступа - физическая единица, обеспечивающая единообразное хранение информационных ресурсов архива (репозитория). Пользователь посредством веб-интерфейса формирует критерий отбора в узле доступа. Запрос после преобразования по протоколу CIP передаётся всем остальным узлам доступа и далее - соответствующим шлюзам по тому же протоколу CIP, что обеспечивает трансляцию SQL-запросов для сервера Z39.50.

Распределенный поиск обеспечивает виртуальная интеграция различных сервисов информационной системы, поддерживаемых различными организациями. Протокол CIP предоставляет общую схему разработки пользовательских информационных систем в этой области.

Протокол CIP стандартизует сервисы, необходимые для взаимодействия между пользователями и каталогами. Для поддержки свободного доступа к различным каталогам в пространстве CIP используется трехуровневая структура. Клиенты обмениваются сообщениями со слоем промежуточного программного обеспечения, который, в свою очередь, взаимодействует с серверами различных каталогов. Промежуточный уровень предоставляет сервисы адресации и трансляции, которые и обеспечивают доставку клиентских запросов к распределенным гетерогенным каталогам.

4. РОССИЙСКИЕ СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ

Формирование геоинформационной инфраструктуры спутниковых данных определяется требованиями решения следующих задач:

- использование GIS и веб-технологий для разработки новых средств поиска и обнаружения данных аэрокосмического зондирования;
- объединение российских спутниковых каталогов с международной системой INFEO; создание описания российских спутниковых коллекций и регистрации их в IDN (International Directory Network).

Проект IRIS открывает путь к интеграции географически удаленных российских спутниковых архивов. Для этого требуется обеспечить работу пользователей с данными, которые получаются из различных источников и имеют разную структуру хранения. Создается единая информационная система, основанная на концепции интероперабельных распределенных архивов. Необходимо обеспечить требования действующих международных стандартов:

- International Organization for Standardization ISO/TC 211 (Technical Committee 211) <http://www.isotc211.org>;
- FGDC USA (Federal Geographic Data Committee) <http://www.fgdc.gov>;
- CEOS (Committee on Earth Observation Satellites) <http://www.ceos.org>;
- поддерживать стандарты, разработанные Open GeoSpatial Consortium <http://www.opengis.org/resources/>.

В соответствии с международным стандартом ISO 19115 создана структура базы данных для хранения метаданных спутниковой информации, показанная на рис. 5.

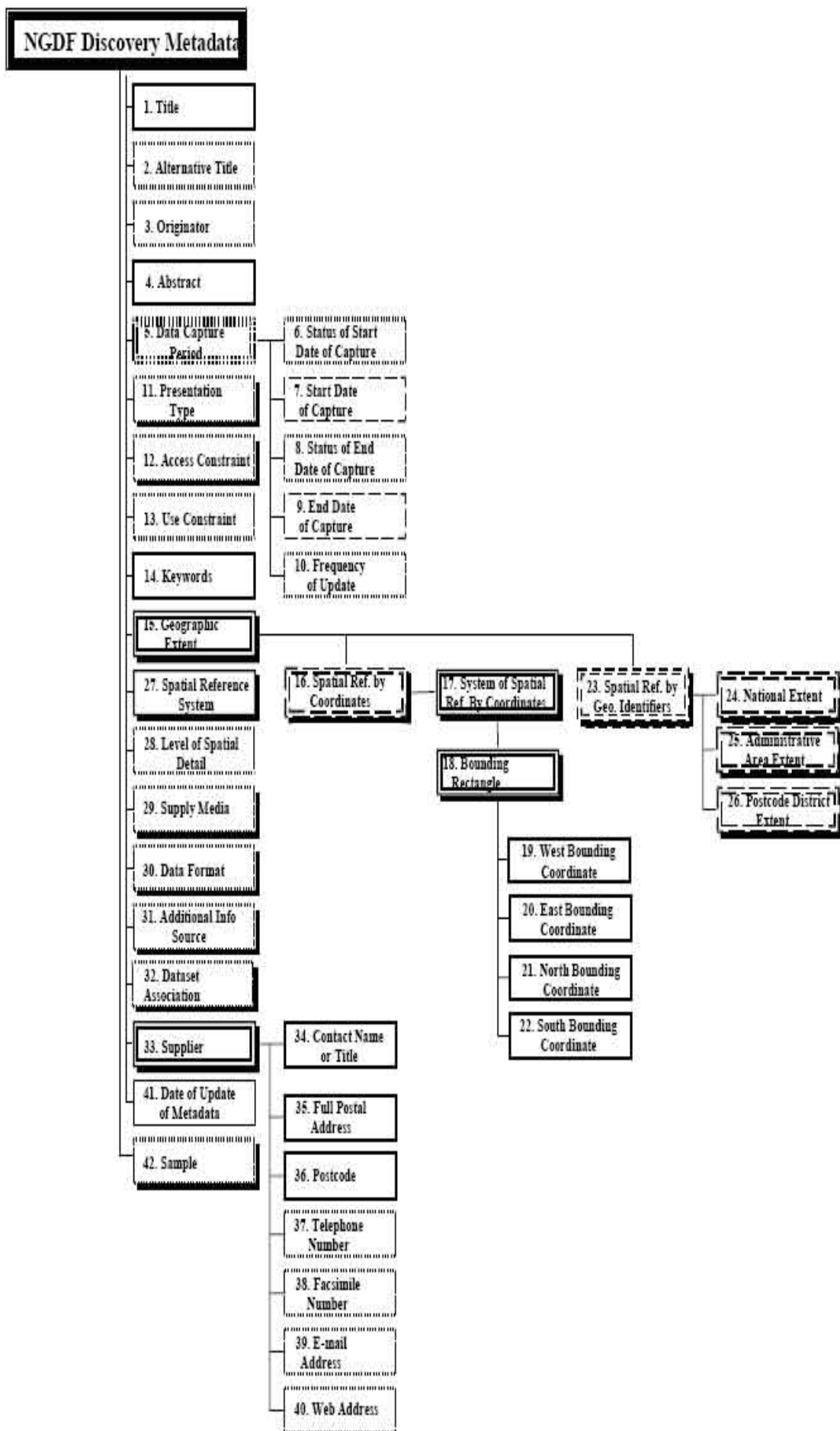


Рис. 5. Структура базы данных для хранения метаданных спутниковой информации

Сервисы и инфраструктура информационной системы INFEO эффективно использовались в проекте IRIS. У пользователей системы IRIS возникает ощущение, что все данные, с которыми они работают, находятся в единой системе и у них не возникает никаких трудностей с их совместным отображением и сопоставлением.

В Институте космических исследований РАН совместно с кафедрой Вычислительной механики Мехмата МГУ [17, 18] были выполнены следующие работы:

- ввод в действие CIP/ODBC Gateway;
- инсталляция и конфигурирование шлюза программного пакета менеджера поиска.

Была реконструирована база данных спутникового экологического мониторинга ИКИ РАН для выполнения требований CIP-протокола. Космические снимки необходимо было описать специальным образом по стандартам INFEO и поместить в СУБД Oracle. Команда EoPortal открыла ИКИ РАН доступ к ftp-серверу, что обеспечило доступ к программному пакету CIP/ODBC Gateway.

Программный пакет CIP/ODBC Gateway регулирует улучшенный доступ к приложениям баз данных. Это позволяет пользователю без специальных знаний о данных проводить поиск научных данных, отыскивать описание коллекций и детальное описание данных, рассматривать космические снимки. Сбор и обработка различных типов данных может происходить совершенно независимо, системы хранения данных могут находиться не только на разных серверах, но и в различных удаленных центрах.

В проекте IRIS распределенный поиск разнотипной и слабоструктурированной информации основан на использовании метаданных. Метаданные обеспечивают каталогизацию спутниковых данных, поиск и вывод результатов поиска. Определен список свойств (атрибутов) хранимых данных. Набор метаданных для описания спутниковых данных включает краткое описание ресурса. Для каждого космического снимка хранятся описывающие их метаданные. При реализации в системе хранения и поиска большого количества атрибутов метаданных становится возможным осуществлять более узкий поиск хранимой в архиве данных.

Метаданные космических снимков содержат следующие атрибуты:

- дата и время приема изображения; покрываемая снимком территория (как координатно, так и по названию местности);
- название спутника;
- идентификатор прибора;
- разрешение (в км) изображения;
- количество каналов (отсчетов на пиксел) в изображении;
- номера каналов, вошедших в данную выборку;
- данные, описывающие орбиту спутника.

Шлюз использует клиент-серверные и сетевые технологии. В проекте IRIS хранение спутниковых данных осуществляется в реляционной базе данных. Для поиска информации, просмотра ресурсов в качестве технологической основы используются набор служб и сервисов, пользовательский интерфейс.

На сервере IRIS ИКИ РАН был инсталлирован программный пакет CIP/ODBC Gateway [19-21]. В качестве реляционной СУБД используется Oracle 8i на платформе Solaris 9. Веб-интерфейс для обработки пользовательских запросов реализован с помощью стандартного веб-браузера, сервера Apache и скриптового языка PHP. Метаданные и коллекции снимков хранятся в СУБД Oracle 8i.

В СУБД Oracle8i реализуются лучшие на сегодняшний день средства для объектно-ориентированного конструирования баз данных, в том числе табличные структуры, допускающие наследование свойств и методов других табличных объектов БД, что позволяет избежать ошибок при построении БД и облегчает их обслуживание. Единственным недостатком СУБД Oracle является сложность администрирования, однако все затраты на ее внедрение и освоение впоследствии окупаются эффективной и надежной работой СУБД. Кроме того, следуя общемировым тенденциям компания Oracle разработала версию своей популярнейшей СУБД под LINUX и предоставила к ней доступ на своем веб-сервере www.oracle.com для свободного использования.

После установки необходимого программного обеспечения (ACE, DBVOSI, ODBC) работающего на основе СУБД Oracle архива космической информации появляется возможность интеграции данных российских спутниковых архивов в международную систему исследования Земли из космоса.

Распределенный доступ к данным реализован в проекте IRIS на основе специализированных интерфейсов доступа к данным системы INFEO. Поддерживается долговременное хранение данных. Поиск данных обеспечивается разработкой среды взаимодействия пользователей и провайдеров данных; удаленным доступом к международным гетерогенным каталогам гео-метаданных и документов; распределенным поиском в многочисленных on-line каталогах одновременно; единым интерфейсом поиска и гармонизированным представлением результатов. Система поддерживает два вида поиска: а) полный поиск; обеспечивает детальное описание коллекций, источников данных, инструментов, проектов; б) сокращенный поиск; обеспечивает только описания коллекции данных (гранулы).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе анализируется актуальная проблема интеграции информационных ресурсов в мировые системы космического экологического мониторинга. Создание масштабной геоинформационной инфраструктуры занимает ведущее место в области информатики дистанционного зондирования Земли. Идет активное развитие интегрированных систем архивов спутниковых данных, обеспечивающих работу с различными спутниковыми данными.

Формирование компонентов электронной среды взаимодействия является универсальной проблемой. В задачах e-Science, e-data, e-Research, e-Learning, Digital Libraries формирование среды взаимодействия основано на развитии распределенной инфраструктуры информационных технологий и наборе открытых стандартов. В области интеграции информационных систем важнейшую роль играет проблема гармонизации данных. В первую очередь, решение проблемы гармонизации требует использования единых средств обеспечения взаимодействия. Это стандарты и инфраструктура, поддерживающие взаимодействие и совместное использование информационных ресурсов (сетевые протоколы TCP/IP, HTTP); интерфейсы (XML, SOAP); БД (SQL, ODBC).

Информационные технологии обеспечивают разработку систем космического мониторинга природной среды и раннего оповещения природных катастроф. Они поддерживают: 1) доступ к данным; 2) интероперабельность баз данных; 3) автоматизацию обработки и каталогизации данных аэрокосмического дистанционного зондирования Земли; 4) управление возрастающими объемами данных большой размерности и их архивированием.

Данная работа проводится при поддержке РФФИ (проекты 01-07-90008 и 05-07-90021) и ИНТАС (проект 00-089).

Литература

1. Efim B. Kudashev, Andrey N. Filonov. Environmental Monitoring Digital Library: Improving the accessibility of the Russian Satellite data //EnviroInfo Brno 2005. Informatics for Environmental Protection.- Proceedings of the 19th International Conference Informatics for Environmental Protection, September 7-9, 2005 - Masaryk University in Brno, Czech Republic. - P. 230-238.
2. Фазлиев А.З. Информационные ресурсы и Интернет-технологии для наук об окружающей среде //Вычислительные технологии. Т.9, часть 1. Специальный выпуск, 2004. - С. 11-21.
3. Гордов Е.П., Фазлиев А.З. Научные информационные ресурсы для поддержки исследований об атмосфере в сети Интернет //Вычислительные технологии. Т.9, часть 1. Специальный выпуск, 2004. - С. 123-136.
4. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р. и др. Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов.- М.: Полиграф сервис, 2004. - С.81-88.
5. Прошин А.А., Бурцева Т.Н., Ефремов В.Ю. и др. Автоматизированная система сбора, обработки и представления спутниковых данных НИЦ «Планета» //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов.- М.: Полиграф сервис, 2004. - С. 317-322.
6. Kudashev E.B, Kravtsov Yu, and Golomolzin V.V. The Satellite Techniques in Early Warning Systems //Early Warning Systems for Large Towns and Megacities. Chapter 8.2. J.Zschau and A.Kuppers, Eds. Berlin, Haidelberg: Springer-Verlag, 2003, pp. 741-744.
7. Kudashev E. From Data Bases to Digital Library of Remote Sensing Data //Proc. 23 EARSEL Symposium. Abstract Book. Ed. Univ. of Ghent. 2003. - Pp.142-143.
8. Kudashev E.B., Kravtsov Yu.A., Kharuk V.I., Myasnikov V.P. Using the Russian satellite data in support of environmental monitoring and emergency forecast for Vast Syberian and from Moscow to Arctic territories //21-st EARSEL Symposium. Observing our Environment from Space/ New Solutions for a New Millennium. European Association of Remote Sensing Laboratories. Paris. 2001. - P. 83.
http://iris.iki.rssi.ru/newiris/articles/using_rus.html
9. Kudashev E.B., Kravtsov Yu.A., Myasnikov V.P. Remote Sensing and development of databases/ large GIS for Environmental Monitoring of the Moscow megacity //Proc. IEEE/ ISPRS Workshop URBAN . University La Sapienza. Rome. 2001.
10. Саворский В.П. Узел распределенной системы космических данных Центр обработки и хранения космической информации (ЦОХКИ) ФИРЭ РАН //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов.- М.: Полиграф сервис, 2004. - С.241-247.
11. Кудашев Е.Б., Филонов А.Н. Организация информационной распределенной среды и интеграция спутниковых архивов //Труды Седьмой Всероссийской научной конференции RCDL'2005. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции. - Ярославль, Россия, 4-6 октября 2005 г. - Ярославль: Ярослав. госуниверситет, 2005. - С. 15-22.
12. Кудашев Е.Б., Балашов А.Д., Филонов А.Н. От Спутникового Экологического Мониторинга к Электронным Библиотекам спутниковой информации в образовании и исследовании Земли из космоса //Вычислительные технологии. 2004. Т. 9. Специальный выпуск. - С. 50-62.
13. Kudashev E.B. Digital Library: Improving the accessibility to Russian satellite data for mitigating natural disaster //Proceedings ESA PV-2004 Workshop. Ensuring the Long-Term Preservation and Adding Value to the Scientific and Technical Data. - ESA/ESRIN, Frascati, 2004. - P. 233-240.
14. Strategy and Systems for Space Applications. CIP Search-B. Software User Manual (CIP/ODBC Gateway) //European Commission. Joint Research Centre. Space Applications Institute, 2000, GB.
15. Strategy and Systems for Space Applications. CIP-ODBC Gateway Installation & Configuration //European Commission. Centre for Earth Observation (CEO), 1999, GB.
16. Catalogue Interoperability Protocol (CIP) Specification - Release B. CEOS, Working Group on Information Systems and Services, PTT Teleconference of 27 May 1998, Italy.
17. ANSI/NISO-Z39.50-1995 Information Retrieval: Application Service Definition and Protocol Specification.
18. Кудашев Е. Б. Электронная библиотека спутниковых данных: доступ к коллекциям экологического мониторинга //Космическая наука и технология, 2003. № 5/6. - С. 207-210.
19. Кудашев Е.Б., Балашов А.Д. Интеграция электронной библиотеки спутниковых данных в международную систему космической информации //Труды Пятой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки'03». - С.-Петербург: Изд-во СПб университета, 2003. - С.88-95.
20. Strategy and Systems for Space Applications. CIP Search-B. Software User Manual (Pre-Packaged Retrieval Manager) //European Commission. Joint Research Centre. Space Applications Institute, 2000, GB.
21. Strategy and Systems for Space Applications (SSSA). CIP Search-B. Software User Manual (Operator) //European Commission. Joint Research Centre. Space Applications Institute, 2000, GB.
22. Strategy and Systems for Space Applications (SSSA). CIP Search-B. Software User Manual (Customer User Interface) //European Commission. Joint Research Centre. Space Applications Institute, 2000, GB.

* Статья подготовлена по материалам докладов авторов на Седьмой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции - RCDL 2005, Ярославль, октябрь 2005» и Международной конференции «ЮНЕСКО между двумя этапами Всемирного саммита по вопросам информационного общества, Санкт-Петербург, май 2005».

Об авторах

Кудашев Ефим Борисович - доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института космических исследований РАН
E-mail: kudashev@iki.rssi.ru
Тел.: (495) 333-1234

Филонов Андрей Николаевич - аспирант Института проблем информатики РАН
E-mail: filonov_a@inbox.ru
Тел.: (495) 333-1234

