

# Организация информационной распределенной среды и интеграция спутниковых архивов \*

© Е.Б. Кудашев,

А.Н. Филонов

Институт космических исследований РАН  
kudashev@iki.rssi.ru

## Аннотация

Проблема интеграции спутниковых архивов является ярким примером актуальности инфраструктурных решений при организации удаленного доступа и распределенной информационной среды. Рассматриваются новые задачи аэрокосмического дистанционного зондирования, связанные с проблемой виртуального управления информацией в географически удаленных спутниковых цифровых архивах. Важнейшие научные задачи, охватывающие область исследования Земли из космоса, глобальный экологический мониторинг и аэрокосмическое дистанционное зондирование природной среды, актуальны также для процессов интеграции данных солнечно-земной физики, для программ интеграции Цифровых Архивов данных планетарных исследований. Представлена концепция Виртуального Научного Центра. Одним из условий успешной интеграции служит использование технологий открытых систем и единых стандартов; анализируется проблема гармонизации спутниковых данных для создания распределенных ресурсов. Основное внимание при решении задач поиска ресурсов, взаимодействия с ресурсами, извлечения ресурсов, совместного использования ресурсов уделяется проблемам разработки масштабной информационной инфраструктуры интеграции ресурсов, удаленного доступа и управления гетерогенными ресурсами спутниковых архивов.

## 1 Введение

В представленной работе рассматриваются информационные задачи в области

аэрокосмического дистанционного зондирования Земли, связанные с проблемой распределенного доступа и управлением информацией в географически удаленных спутниковых цифровых архивах. Разработка методов и программных средств сбора, тематической обработки, систематизации больших потоков аэрокосмической информации и хранения экстремальных объемов космических изображений особенно актуальна для космического мониторинга земной поверхности, водной среды, атмосферы, источников антропогенных воздействий на них, опасных природных процессов и объектов техносферы.

Информация, полученная аэрокосмическими методами и технологиями на основе спутниковых данных, используется в исследованиях широкого спектра проблем в области наук о Земле, мониторинга природной среды и в программах раннего предупреждения природных и техногенных катастроф.

Информационные задачи такого рода актуальны также для процессов интеграции данных солнечно-земной физики, для программ интеграции цифровых архивов данных планетарных исследований. Основной целью данного проекта является развитие инфраструктурных решений, технологий и услуг спутникового мониторинга окружающей среды, основанное на интеграции спутниковых архивов в международные системы исследования Земли из космоса.

Многолетний опыт получения, хранения и обработки спутниковых данных и современное состояние систем мониторинга подробно рассматривается в работах [10, 11]. Сложность стоящих перед научным сообществом задач требует развития широкой межведомственной и международной кооперации по обмену технологиями и обработанной на современном мировом уровне спутниковой информацией. В первую очередь предполагается освоение и развитие технологий доступа к данным и метаданным спутникового мониторинга на основе интеграции информационных ресурсов в INFEO/ eoPortal Европейского Космического Агентства (ESA), развитие распределенной обработки спутниковой информации, организация обмена спутниковыми данными.

В последние годы отношение к распределенным информационным ресурсам существенно меняется. Помимо хорошо известных вычислительных задач прикладной математики и механики, возникли информационные задачи, связанные с созданием распределенных ресурсов: поиск ресурсов; взаимодействие с ресурсами; извлечение ресурсов, совместное использование ресурсов. Основное внимание уделяется проблемам разработки информационной инфраструктуры интеграции ресурсов, удаленного доступа и управления гетерогенными ресурсами спутниковых архивов. Используя методы распределенного решения вычислительных задач, становится возможным реализовать сложную техническую проблему построения распределенной геоинформационной инфраструктуры аэрокосмического зондирования. Решение этих задач требует использования технологии открытых систем, открытых стандартизованных средств быстрого создания распределенных приложений, обеспечивающие поиск [13].

В связи с глобализацией информационно-коммуникационных технологий возникает проблема инфраструктурных решений для правильной организации распределенной информационной среды. Остро встает необходимость ответа на следующие вопросы.

Как заставить рассредоточенные в Интернете ресурсы взаимодействовать таким образом, чтобы решать реальные сложные задачи?

Как использовать развивающиеся средства поддержки распределенных вычислений для организации распределенного доступа и коллективной работы с гигантскими по объему цифровыми архивами, возникшими в науках о Земле?

## 2 Виртуальный Научный Центр

Создание распределенной инфраструктуры интеграции на основе единых стандартов Интернета является универсальной проблемой. Интерес к инфраструктурным решениям связан с представлением коллекций данных в цифровом формате, цифровой обработкой данных и распределением знаний и информации через Web. Огромный объем геоданных и пространственно распределенной (географической) информации в цифровом формате рассеян в Центрах данных. Создание распределенной геоинформационной инфраструктуры позволяет объединить научные коллективы, географически разнесенные ресурсы и данные для совместного пользования данными и организации коллективной работы через Интернет.

В докладе в связи с существованием в информатике проблемы «как лучше использовать пространственно распределенную информацию» развивается подход к интеграции спутниковых архивов, основанный на инфраструктурных решениях, получивших в последние годы, как будет

показано ниже, широкое распространение в научных программах объединенной Европы и США.

Особый интерес к инфраструктурным решениям связан с проблемами информатизации, разработкой стратегии построения в нашей стране информационного общества. Бурное развитие информационных технологий привело к постановке ряда национальных программ в области информатизации, примеры которых показаны на рис. 1. Проблемы среды электронного взаимодействия, создания инфраструктуры единого информационного пространства, интегрированной системы информационных ресурсов решаются, прежде всего, в таких Программах как «Электронная Россия», «Электронное правительство», «Электронная Москва».



Рис. 1. Программы Информационного общества.

Особое место в комплексе Программ Информационного общества, представленных на рис. 1, принадлежит Программе развития геоинформационных наук – Геоинформатике. Программа Геоинформатика обеспечивает решение широкого спектра проблем в области фотограмметрии, аэрокосмического дистанционного зондирования Земли, создания геоинформационных систем ГИС, геодезии и картографии. Аэрокосмические данные служат для создания и актуализации топографических, географических и тематических карт, а также для разработки электронных карт в среде ГИС.

На диаграмме рис. 1 значительное место занимают также Программы, в которых современные информационные технологии решающим образом влияют на развитие фундаментальной науки.

Ярким примером такого влияния информационных технологий является развитие Геоинформатики, основанное на таких Программах как Digital World, e-Science, Электронная Земля.

Современные информационные технологии, а также пришедшие из физики системы GRID активно способствуют развитию фундаментальной науки. В качестве примера использования современных информационных технологий в науке рассмотрим

геоинформатику. Департамент труда Соединенных Штатов Америки, анализируя состояние экономики в стране и перспективы развития рынка труда, недавно назвал геоинформатику одной из трех, наряду с нанотехнологией и биотехнологией, наиболее перспективной и динамично развивающейся областью информационных технологий [33].

Исследование геоинформационных цифровых ресурсов проводится в Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Семиосфера Электронного образа Земли», определяющей развитие картографической семиотики, семантического моделирования геоданных, Web-семантики.

По сути дела, в этой Программе формируется «Электронный образ Земли»: создаются электронные карты, развивается язык карт, накапливаются огромные массивы геопространственных данных. Исследование проблем обмена информацией на Web привело к созданию глобальных инфраструктур геопространственной информации.

В последние годы широкое признание научного сообщества получает концепция «Виртуального управления информацией». Выдвинутая сравнительно недавно парадигма [14] привела к идее построения Виртуального Научного Центра данных. Рассмотрим реализацию этого проекта в каждом конкретном случае.

В связи с бурным ростом количества наблюдательных данных в астрономии стремительно завоевывают популярность и интенсивно разрабатываются концептуальные основы «Виртуальной Обсерватории» как интегрированной системы распределенных гигантских астрономических архивов и баз данных [15]. В США с 2000 года разрабатывается проект National Virtual Observatory [18], немного позднее начался подобный проект в Европе [20].

В июне 2002 года возник международный альянс IVOA (The International Virtual Observatory Alliance) [21]. В рамках проекта IVOA разрабатывается «Виртуальный Научный Центр астрономических данных». Исследуются проблемы организации коллективной работы с данными в сети Интернет, управления и распространения астрономических данных. Астрономические каталоги участников альянса IVOA взаимосвязаны: создается сеть интегрированных, интероперабельных, on-line баз данных в объемах, измеряемых в петабайтах.

Концепция Виртуальной Обсерватории на основе передовых информационных технологий и международной кооперации научного сообщества обеспечивает возможность использовать астрономические данные от многих различных инструментов. Общий уровень финансирования проектов за последние 3-5 лет приблизился к 20 миллионам долларов США.

Тенденцию лавинообразного увеличения потока данных в области наук о Земле можно отметить и в геофизике, и в метеорологии. Диапазон и объем данных для проектов с начала 80-х годов выросли от сотен Гбайт до десятков петабайт.

Например, интенсивные исследования глобального потепления и изменения климата приводят к тому, что коллекции данных UK Met Office (Meteorological Office) в среднем возрастают на 400 GB в день. По прогнозам в 2005 г. объем коллекций Met Office должен достичь 1 Petabyte [16].

Для эффективного обмена информацией наряду с «Виртуальной обсерваторией» создан проект «Виртуальный Научный Центр данных геофизики плазмы и солнечно-земной физики». Международный Консорциум SPASE – Space Physics Archive Search and Extract [22] разрабатывается научным сообществом Европы и США. Проект в настоящее время получил поддержку National Science Foundation USA и начал реализовываться; уровень финансирования достигает нескольких миллионов долларов США. Интенсивное развитие Интернет-технологий и открытых стандартов на программное обеспечение позволяют объединить распределенные по всему миру гигантские цифровые архивы и базы данных, что фундаментально изменит характер исследований космической плазмы, позволит решить проблему доступа к данным и совместного использования данных в Солнечно – земной физике. На основе сложившейся системы Мировых центров данных ИЗМИРАН разрабатывает в России Интернет-ресурс научных данных, полученных в ходе реализации проектов по изучению Солнца, межпланетного и околоземного пространства. ИЗМИРАН выдвинул программу создания Виртуального Центра геофизических данных [1] – распределенной сети синхронных баз данных и приложений, позволяющих хранить, получать, выбирать и заказывать данные по физическим условиям на Земле, в космическом и межпланетном пространстве и на Солнце.

«Виртуальный Научный Центр» в области изучения планет создается NASA (National Aeronautics and Space Administration) – проект PDS (The Planetary Data System). Проект PDS формирует систему on-line архивов, состоящую из нескольких географически распределенных центров, связанных Сетью Интернет [17].

### **3 Распределенная геоинформационная инфраструктура спутниковых данных**

В данном докладе на основе концепции «Виртуального управления информацией» инфраструктурные решения исследуются в проекте Виртуального Научного центра данных в интересах мониторинга природной среды. Рассматриваются концептуальные принципы построения структуры Виртуального Научного Центра спутниковых данных. Центр данных разрабатывается как

интегрированная система распределенных информационных ресурсов космического мониторинга природной среды. Для возможности использовать аннотации российского сегмента спутникового мониторинга [6 – 9] в мировых информационных структурах (INFEO/ЕоPortal, EOSDIS) [12] необходимо обеспечить следующие требования. Спутниковые ресурсы должны быть доступны, интегрированы и интероперабельны с другими национальными и мировыми информационными системами. Важно обеспечить распределенный доступ к данным.

С целью решения этих проблем актуальной становится задача формирования масштабной геоинформационной инфраструктуры спутниковых данных. Геоинформационная инфраструктура должна обеспечить: а) потребность в гармонизации географической информации; б) крупномасштабную интероперабельность между базами данных спутниковых архивов. Создание информационной инфраструктуры представляет собой универсальную проблему правильной организации распределенной среды, заставляющей рассредоточенные в Интернете ресурсы взаимодействовать таким образом, чтобы решать реальные сложные задачи обнаружения нужных ресурсов в сети; предоставления удаленного доступа к ним; координации их взаимодействия в ходе решения задачи.

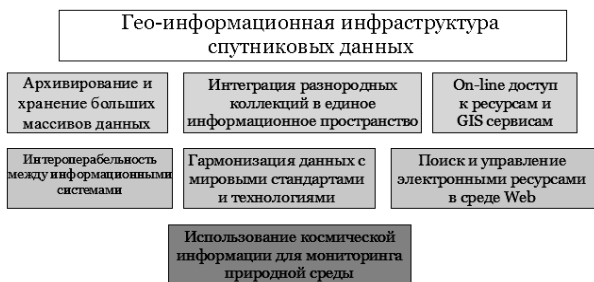


Рис. 2. Формирование геоинформационной инфраструктуры в геоинформатике.

Целью развития геоинформационной инфраструктуры дистанционного зондирования Земли является: 1) интеграция информационных ресурсов и эффективный доступ к спутниковым данным; 2) включение российских цифровых архивов в международную систему INFEO. Будет поддерживаться поиск данных по российскому серверу с сервера INFEO. Создается возможность использования российских данных в международных программах аэрокосмического дистанционного зондирования. Формирование масштабной геоинформационной инфраструктуры впервые началось в США в 1997 г. Разрабатываются стратегия и концепция программы NSDI – National Spatial Data Infrastructure [23].

Концепция Spatial Data Infrastructure стремительно завоевала международную популярность. В 2003 г. Европейская Комиссия приняла решение о создании INSPIRE (Infrastruktur for Spatial Information in Europe) – Глобальной геоинформационной инфраструктуры данных в Европе [24]. Инфраструктура INSPIRE должна производить, публиковать, осуществлять поиск и распределение on-line спутниковых данных, привлекать и применять географическую информацию. Аналогичные проекты создаются также в Китае – Geospatial Data Infrastructure (SDI), в Канаде – Canadian GeoSpatial Data Infrastructure (CGDI), в Индии – Indian National Spatial Data Infrastructure (NSDI) [32].

Программа NSDI в Индии развивается в тесном взаимодействии с программой Электронного правительства. Было показано, что использование географических информационных ресурсов – geospatial datasets – играет важную роль в формировании политики принятия правительственных решений и разработки государственного планирования.

Совсем недавно разработка национальной Программы NSDI началась в Испании [25]. В Каталонии развивается региональная программа SDI, разрабатывающая геопортал и электронный каталог на испанском и английском языках. Основное содержание SDI связано с исследованиями окружающей среды, информацией о прибрежных зонах и транспортной сети.

Сформулируем основные задачи развития геоинформационной инфраструктуры:

- 1) Построение глобальной инфраструктуры ИТ и геоданных;
- 2) Гармонизация спутниковой информации; 3) Интероперабельность между независимо созданными приложениями и Базами данных.

Геоинформационная инфраструктура обеспечивает предоставление новых методов и технологий обнаружения и доступа к данным, способствует выработке единой политики доступа к данным и обеспечивает информационную поддержку спутниковых ресурсов для задач экологии, а также для сельскохозяйственных и транспортных проблем.

Для того чтобы масштабная геоинформационная инфраструктура стала реальностью в России, необходимо определить те проблемы и особенности, с которыми сталкивается научное сообщество при поиске оптимального доступа к спутниковым данным. Это исследование было выполнено нами в рамках INTAS IRIS project: Integration of Russian Satellite Data Information Resources with the Global Network of Earth Observation Information Systems (IRIS).

Главной целью проекта IRIS [2,9] было стремление улучшить удаленный доступ 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. ИРЭ РАН – Институт радиотехники и электроники (Фрязино, Московская обл.) [26]; ИКИ РАН – Институт космических исследований [27]; ИАПУ ДВО РАН – Институт автоматики и процессов управления (Владивосток) [28]; Институт леса СО РАН (Красноярск) [29]; МГУ им. М.В. Ломоносова: кафедра Вычислительной механики Мехмата [30]; Географический факультет. Европейские координаторы проекта: Space QinetiQ (UK) [31]; TERMA Electronica (Italy).

Проект IRIS использует технологии информационной системы INFEO (Information on Earth Observations). Система разрабатывается ESA – Европейским Космическим Агентством. Система INFEO предлагает доступ к данным и сервисам Earth Observation, и каталогам данных по всему миру.

При запросе в единой точке системы поиск данных осуществляется 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, это система EOSDIS/ USA и система INFEO). Запрос на получение собственно спутниковых данных также выполняется автоматически и единым образом, а данные приходят в удобном формате для обработки в рамках GIS-систем.

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

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

Рассмотрим структуру INFEO CIP/ODBC Gateway как пример этой компоненты. Пользователи получают доступ к данным INFEO через MWNDs. MWND есть главная компонента INFEO.

Шлюз CIP/ODBC Gateway состоит из следующих компонент: CIP сервер, названный Retrieval Manager, и Translator.

CIP/ODBC Gateway служит для доступа к Базам данных, транслируя CIP запросы из узлов MWND в ODBC, в форме Structured Query Language SQL, пригодной для исполнения в БД.

Gateway есть пример ICS Retrieval Manager. Retrieval Manager управляет CIP/Z39.50 сессиями и

сервисами, предоставляя клиентам точку доступа и осуществляют адресацию запросов к различным серверам.

Узел MWND - физическая единица, обеспечивающая единообразное хранение информационных ресурсов архива (репозитария). Пользователь посредством Web-интерфейса формирует критерий отбора в узле доступа. Запрос после преобразования по протоколу CIP (Catalogue Interoperability Protocol) [19] передается всем остальным узлам MWND и далее – соответствующим шлюзам по тому же протоколу CIP, что обеспечивает трансляцию SQL запросов для сервера Z39.50.

Обработка запросов и распределенный поиск обеспечивает виртуальная интеграция различных сервисов информационной системы, поддерживаемых различными организациями. Протокол CIP предоставляет общую схему разработки пользовательских информационных систем в области космического мониторинга земной поверхности. Протокол CIP – прикладной профиль Z39.50, 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 Технологии интеграции российских спутниковых данных**

Формирование геоинформационной инфраструктуры спутниковых данных определяется решением следующих задач: использование GIS and Web 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).

Основной задачей проекта является интеграция географически удаленных российских спутниковых архивов. Требуется обеспечить работу пользователей с данными, которые получают 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); FGDC USA (Federal Geographic Data Committee), and CEOS (Committee on Earth Observation Satellites).

Сервисы и инфраструктура европейской информационнои системы INFEO эффективно использовались в проекте IRIS. У пользователей 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 ИКИ совместно с кафедрой Вычислительной механики Механико-математического факультета МГУ [3,4] были выполнены следующие работы: ввод в действие INFEO CIP-ODBC Gateway; инсталляция и конфигурирование Gateway программного пакета, Retrieval Manager. Была реконструирована База данных ИКИ для выполнения требований CIP – протокола интероперабельности каталогов. Для ввода в действие INFEO / CIP - ODBC Gateway ftp-сервер обеспечил доступ к программному пакету INFEO /Gateway ODBC (Open DataBase Connectivity) – открытому интерфейсу для взаимодействия с базой данных.

INFEO /CIP-ODBC стандарт 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 и проводить обработку космических снимков. 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.

CIP-ODBC 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. Инсталлирован программный комплекс CIP/ODBC Gateway, в основе которого лежат протокол CIP и открытый протокол Z39.50, который позволяет унифицировать сетевой доступ к геоинформационным ресурсам и глобальным базам метаданных. В качестве реляционной СУБД используется Oracle 8i; ОС: Solaris 9. Веб-интерфейс для обработки пользовательских запросов реализован с помощью стандартного Веб-браузера, сервера Apache и скриптового языка PHP. Метаданные и коллекции снимков будут храниться в СУБД Oracle 8i.

Распределенный доступ к данным реализован в проекте IRIS на основе специализированных интерфейсов доступа к данным системы INFEO. Поддерживается долговременное хранение данных. Поиск данных обеспечивает:

- а) среда взаимодействия пользователей и провайдеров данных,
- б) доступ к международным гетерогенным каталогам гео/метаданных и документов,
- в) поиск в многочисленных on-line каталогах одновременно,
- г) единый интерфейс поиска и гармонизированное представление результатов.

Система поддерживает два типа поиска: а) Полный поиск; обеспечивает детальные описания коллекций, источников данных, инструментов, проектов; б) Сокращенный поиск; обеспечивает только описания коллекции данных (гранулы).

## 5 Заключение

Представленные результаты анализируют актуальную проблему 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 стратегии построения информационного общества. 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, обеспечивающая взаимодействие и совместное использование

информационных ресурсов (сетевые протоколы TCP/IP, HTTP); интерфейсы (XML, SOAP); БД (SQL-сервер, ODBC - для доступа к данным).

Информационные технологии обеспечивают разработку систем космического мониторинга природной среды и раннего оповещения природных катастроф. Информационные технологии поддерживают: 1) доступ к данным; 2) интероперабельность БД; 3) автоматизацию обработки, каталогизации и хранения данных Дистанционного Аэрокосмического Зондирования Земли; 4) управление и архивирование возрастающими объемами данных большой размерности.

## Литература

- [1] Ишков В.Н., Кузьмин И.А., Харин Е.П. Национальный виртуальный центр геофизических данных // «Электронные библиотеки: Перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – Труды Шестой Всероссийской научной конференции. – С.17-21. – Пущино: Изд. Института математических проблем биофизики РАН, 2004.
- [2] 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.
- [3] Кудашев Е. Б. Электронная библиотека спутниковых данных: доступ к коллекциям экологического мониторинга // Космическая наука и технология, 2003. № 5/6. С. 207-210.
- [4] 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.88-95. – С. - Петербург: Изд-во СПб университета, 2000.
- [5] Kudashev E.B, Kravtsov Yu, and Golomolzin V.V. The Satellite Techniques in Early Warning Systems. In *Early Warning Systems for Large Towns and Megacities. Chapter 8.2*, pages 741-744. J. Zschau and A. Kuppers, editors, Springer, 2003.
- [6] Kudashev E. From Data Bases to Digital Library of Remote Sensing Data. In *Proceedings of the 23rd EARSEL Symposium*, pages 142-143, 2003. Univ. of Ghent.
- [7] 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. In *21 st EARSEL Symposium. Observing our Environment from Space/ New Solutions for a New Millennium*, page 83, 2001. European Association of Remote Sensing Laboratories. Paris.
- [8] Kudashev E.B., Kravtsov Yu.A., Myasnikov V.P. Remote Sensing and development of databases/ large GIS for Environmental Monitoring of the Moscow megacity. In *Proceedings IEEE/ ISPRS Workshop URBAN*, 2001. University La Sapienza. Rome.
- [9] Kudashev E.B. Digital Library: Improving the accessibility to Russian satellite data for mitigating natural disaster. In *Proceedings ESA PV-2004 Workshop. Ensuring the Long-Term Preservation and Adding Value to the Scientific and Technical Data*. pages 233-240, 2004. ESA/ESRIN, Frascati.
- [10] Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.П., Прошин А.А., Флитман Е.В. 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. С.81-88 – М.: Полиграф сервис, 2004.
- [11] Прошин А.А., Бурцева Т.Н., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Милехин О.Е., Мазуров А.А., Флитман Е.В., Ковалев А.Ф., Кормашова Т.Л. 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.– С. 317-322.– М.: Полиграф сервис, 2004.
- [12] 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.– С. 241-247 – М.: Полиграф сервис, 2004.
- [13] Технология открытых систем // Под ред. А.Я Олейникова – М.: Янус-К, 2004, 288 с.
- [14] Antikidis J.P. Virtual Access to Information: an emerging concept. In *Proceedings Workshop PV-2004 Ensuring the Long Term Preservation and Adding Value to the Scientific and Technical Data*, pages 63 – 67, 2004.
- [15] Arviset C, Dowson J, Hernandez J, Ortiz I., Osuna P., Salgado J, San Miguel G, Venet A. ESA RSSD Science Archives User Interfaces and Inter-Operability Systems. In *Proceedings Workshop PV-2004 Ensuring the Long Term Preservation and Adding Value to the Scientific and Technical Data*, pages 159-164, 2004.

- [16] Dyball A., Clements D. Storhouse: An Affordable Strategy for High-Volume Digital Preservation // In *Proceedings Workshop PV-2004 Ensuring the Long Term Preservation and Adding Value to the Scientific and Technical Data*, pages 39-46, 2004.
- [17] Hughes S., Crichton D., Crichton G., Joyner R., Kelly S., Mattmann C., Wilf J. A Planetary Data System for the 2006 Mars Reconnaissance Orbiter Era. In *Proceedings Workshop PV-2004 Ensuring the Long Term Preservation and Adding Value to the Scientific and Technical Data*, pages 263 –268, 2004.
- [18] Szalay A.S. The National Virtual Observatory. In *Astronomical Data Analysis Software and System X, ASP Conf. Ser.*, volume 238, pages 3–12, 2001.
- [19] Catalog Interoperability Protocol (CIP) Specification – Release B-24– CEOS/ WGISS/PTT [http://www.dfd.dlr.de/ftp/pub/CIP\\_documents/cip2\\_4/S\\_cover.pdf](http://www.dfd.dlr.de/ftp/pub/CIP_documents/cip2_4/S_cover.pdf)
- [20] Astrophysical Virtual Observatory home page <http://www.eso.org/projects/avo>
- [21] The International Virtual Observatory Alliance home page <http://www.ivoa.net>
- [22] Space Physics Archive Search and Extract home page <http://www.igpp.ucla.edu/space>
- [23] National Spatial Data Infrastructure (NSDI) home page <http://www.fgdc.gov/nsdi>
- [24] INSPIRE home page [www.inspire.org](http://www.inspire.org), [www.ec-gis.org/inspire](http://www.ec-gis.org/inspire)
- [25] Spanish National Spatial Data Infrastructure (NSDI) home page [www.idee.es](http://www.idee.es), [www.geoportal-idec.net](http://www.geoportal-idec.net)
- [26] IRE home page <http://www.ire.rssi.ru/cpssi/cpssi.htm>
- [27] IKI home page <http://www.iki.iris.ru>
- [28] IAPU home page <http://www.dvo.ru>
- [29] Institute Forest <http://www.krasn.ru/Forest>
- [30] MSU Computing mechanics home page <http://compmech.math.msu.su>
- [31] Space QinetiQ <http://www.space.qinetiq.com>
- [32] Kumar R. Siva. Interoperability in Indian NSDI. In *GIM International. The Worldwire Magazine for Geomatics*. Volume 18, Nr. 11, page 19, 2004 .
- [33] US Department of Labour. In *Nature*, volume 427, Nr. 1, January 2004.

## The distributed Information Environment and Integration of Satellite Archives

E.B. Kudashev, A.N. Filonov

The paper describes the integration of Russian Remote Sensing Satellite data catalogues with the

global network of Earth Observation (EO) information systems. Global change and Environmental research require effective access to geospatial data worldwide. Harmonization of Russian Remote Sensing information resources could make a very substantial contribution to Environmental Monitoring and Natural Disaster mitigation in Europe. These could appear as one Virtual Information system, integrated with other European information systems, but be based on distributed data archives.

The scope of project was to create the Russian infrastructure that promotes the use of Remote Sensing data, to better meet the needs of the science community, and to provide a community focus for information on Earth Observation. The specific objectives of the project were to generate recommendations for improvement of the infrastructure of archive and data exchange systems for processing and distribution of remote sensing data, to identify shortcomings in current technologies and provide inputs into the ongoing work of standards and co-ordinating bodies such as ISO TC211, the Open GIS Consortium (OGC), and the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS), to determine how best to provide users with prompt ecological and meteorological information available for environmental protection, to investigate the forecast methods for natural and technogenesis phenomena based on satellite data to create a single Information System based on the concept of an interoperable distributed archives.

The system is based around the use of the Z39.50 protocol using the Catalogue Interoperable protocol ‘CIP’ profile developed through CEOS. Using this technology offers easier integration with existing global catalogue systems. In particular, the goal was to integrate Russian Catalogue Systems with the INFEO system operated by the European Space Agency and accessible via their ‘EO/Portal’.

---

\* Работа проводится при поддержке РФФИ (проекты 01-07-90008 и 05-07-90021) и ИИТАС (проект 00-089).