

УДК 0044; 004.78

Е. Б. Кудашев<sup>1</sup>, А. Н. Филонов<sup>2</sup><sup>1</sup>Институт космических исследований РАН<sup>2</sup>Институт проблем информатики РАН

## Распределенный доступ и поиск данных дистанционного зондирования Земли из космоса

*Представлено 25.06.07*

Рассматриваются актуальные задачи формирования электронной среды взаимодействия для объединения электронных архивов и on-line каталогов спутниковых данных. Выполнен анализ формирования национальной инфраструктуры пространственных данных в США и в Европейском Сообществе. Показано, что общими целями программ SDI и INSPIRE является обеспечение координированного распределенного доступа к спутниковым информационным ресурсам.

### 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В мировой науке и в практических применениях космические исследования занимают одно из важных мест. Пятьдесят лет назад началась космическая эра исследования и использования космического пространства, после того как в 1957 г. в Советском Союзе был запущен первый искусственный спутник Земли.

Началом дистанционного зондирования Земли с помощью спутников принято считать 1 апреля 1960 г. В этот день в США был запущен спутник «Tigos-1», в задачи которого входило исследование атмосферных явлений. В СССР метеорологический спутник «Космос-122» поднялся на орбиту 25 июня 1966 г. В 1970-х гг. на орбите Земли появились уже десятки различных автоматических спутников. Они выполняют самые разные задачи: следят за возникновением лесных пожаров, разливом рек и наводнениями, фиксируют различные природные и техногенные катастрофы и т. п.

В наши дни орбита Земли «патрулируется» множеством спутников дистанционного зондирования (ДЗЗ) различной специализации. Они оборудованы специальными сенсорными системами, которые способны улавливать отраженный от поверхности Земли свет и другие виды излучений. Обычно эти сенсоры автоматически включаются с интервалом в 5 минут. Каждый из них фиксирует излучение с определенной длиной волны. На борту спутника данные, поступившие с сенсоров, сводятся воедино,

оцифровываются и отсылаются на наземные приемные станции. В настоящее время ежедневно принимаются, обрабатываются, поставляются и архивируются огромные потоки спутниковых данных — цифровые спутниковые фотографии поверхности Земли. Исследователю доступны данные со спутников «Radarsat» (Канада), французских спутников SPOT 2 и SPOT 4; «Landsat-4, -5, -7» и серии EOS — «Terra» и «Aqua» (США); индийских космических аппаратов IRS-1C/1D и спутников «Ресурс-01» и «Метеор-3М» (Россия); с метеорологических спутников NOAA (США) и со спутников высокого разрешения EROS (Израиль) и первого немецкого спутника «Terra SAR-X»; с геостационарных спутников: японского GMS-5 и китайского FY-2B. Спутниковые данные широко используются для решения различных задач, связанных с организацией контроля состояния окружающей среды и безопасности от техногенных катастроф. Однако для реального использования спутниковых наблюдений требуется интеграция спутниковых данных и результатов их обработки с другими данными, уже используемыми в системах мониторинга окружающей среды.

Современный этап развития спутниковых методов наблюдения Земли открывает возможности построения систем мониторинга в задачах, которые требуют регулярно обновляемой информации о состоянии экосистем и происходящих в них динамических процессах. Реализованными примерами использования спутниковой информации являются система мониторинга лесных пожаров; мониторинг

вырубок лесов; мониторинг сельскохозяйственных земель; мониторинг состояния окружающей среды урбанизированных территорий. На основе оперативной работы со спутниковыми данными развиваются система спутникового метеорологического мониторинга, система мониторинга чрезвычайных ситуаций. Спутниковый мониторинг обеспечивает получение «сырых» спутниковых данных и после обработки данных дистанционного зондирования — получение законченных тематических информационных продуктов. Термин «информационные продукты» относится к результатам обработки и интерпретации космических снимков. Продукт представляет собой реальные данные космических наблюдений, которые могут быть заказаны пользователем и переданы ему. Например, тематическими информационными продуктами спутникового мониторинга являются карты тайфунов в тихоокеанском регионе; карты температуры поверхности океана и карты течений; электронные карты температуры подстилающей поверхности мегаполиса Москвы, на которых представлены результаты диагностики из космоса выбросов тепловых электростанций в Москве и обнаружение дымовых шлейфов тепловых электростанций.

После появления интернета и бурного развития новейших информационных технологий начался современный этап создания распределенных информационных ресурсов в области дистанционного зондирования Земли и космического мониторинга состояния окружающей среды. Web-технологии обеспечивают возможность разработки принципиально новых средств для доступа к данным, поиска и идентификации ресурса, заказа и распределения спутниковой информации.

В последние годы возникла проблема создания единой электронной среды информационного взаимодействия, в которой использование распределенных информационных систем и сетевое взаимодействие создают принципиально новые возможности. Сетевая интеграция обеспечивает возникновение хранилищ информационных спутниковых ресурсов. При обработке и анализе данных дистанционного зондирования определяющую роль играет создание и представление услуг удаленным пользователям, поддержка свободного распределенного доступа к крупномасштабным инфраструктурам, объединяющим распределенные интерактивные цифровые архивы.

## 2. ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Рассмотрим актуальные задачи формирования электронной среды взаимодействия для объедине-

ния электронные архивы и on-line-каталогов данных. За рубежом на основе GRID-технологий, e-infrastructure and e-collaboration началось формирование распределенной информационной инфраструктуры спутниковых данных, вызванное расширением использования спутниковой информации в международных программах экологического мониторинга и предупреждения техногенных катастроф. Это прежде всего такие программы, как Global Monitoring for Environment Security (GMES), Global Earth Observation System of Systems (GEOSS).

Национальная программа Spatial Data Infrastructure (SDI) в США была начата распоряжением президента Клинтона от 13 апреля 1994 г. «Координация в области получения и доступа к данным: национальная инфраструктура пространственных данных». Годовой бюджет программы SDI составляет 3,6 млн долларов. Федеральный комитет по географическим данным США (FGDC) — координатор программы, в которой участвуют 18 министерств. Аналогичные проекты теперь создаются в Китае — Geospatial Data Infrastructure, в Канаде — Canadian Geospatial Data Infrastructure (CGDI), в Испании — Spanish National Spatial Data Infrastructure (<http://www.idee.es>), в Индии — Indian National Spatial Data Infrastructure.

Новую фазу активной разработки инфраструктуры SDI вызвало формирование Global SDI Association и инициатива Европейской Комиссии — Программа INSPIRE — Infrastructure for Spatial Information in Europe (<http://www.inspire.org>), развивающая European Spatial Data Infrastructure (ESDI). Национальные инфраструктуры (National SDI) формализуют структуру и процесс организации, использования и распределения геопространственных данных для широкого спектра приложений и пользователей внутри страны. Концепция NSDI была признана всего несколько лет назад. Первые NSDI установлены в Великобритании, Австралии, Новой Зеландии, Японии, Корее и Канаде, а позже — более чем в 60 других странах.

Программа INSPIRE (2004—2013 гг.) Европейского Сообщества разрабатывает распределенную инфраструктуру географических данных в интересах защиты окружающей среды в Европе, мониторинга природных ресурсов и природных катастроф. Компонентами INSPIRE являются метаданные, коллекции и сервисы данных; сетевые сервисы и технологии; а также соглашения о распространении, доступе и использовании данных; механизмы координации и мониторинга.

Стандартизирующими организациями в программах SDI являются Open Geospatial Consortium (OGC), ISO TC/211 и W3C. Базовые стандарты разрабатывает Open Geospatial Consortium. Представление спутниковых данных основано на международных

открытых стандартах International Standards Organization (ISO) / TC 211 — Geographic information / Geomatics, разрабатываемых в кооперации W3C, Open Geospatial Consortium (OGC), European Committee for Standardization (CEN) / TC 287 — Geographic Information, Federal Geographic Data Committee (FGDC).

ISO/TC 211 объединяет 50 национальных организаций и сотрудничает с 25 международными комитетами по стандартизации. Деятельность ISO/TC 211 сконцентрирована на разработке стандартов географических данных. ISO/TC 211 имеет объединенную Рабочую группу Joint Advisory Group (JAG) с Open Geospatial Consortium (OGC), поддерживающей разработку Open GeoSpatial Software Interfaces (интерфейсов и открытого программного обеспечения).

Первое поколение стандартов 1994—2004 гг. состояло из семейства двадцати интегрированных стандартов на географические данные. Второе поколение стандартов ISO/TC 211 объединяет стандарты на космические снимки — изображения (imagery) и сервисы. Наиболее известные стандарты включают стандарты на метаданные ISO 19115-Metadata Standard, на язык разметки географических данных ISO 19136 Geography Markup Language и стандарт на картографический сервер ISO 19128 Web Mapping Server Interface WMS, разработанный и введенный Open Geospatial Consortium для стандартизации в ISO.

Общими целями программ SDI и INSPIRE являются обеспечение координированного распределенного доступа к спутниковым информационным ресурсам; поддержка решения фундаментальных и прикладных задач по ДЗЗ из космоса и экологическому спутниковому мониторингу. В настоящее время на базе инфраструктуры SDI и программы INSPIRE интенсивно развиваются системы, обеспечивающие отображение информационных ресурсов ДЗЗ и спутниковой информации экологического мониторинга в интернете. Многолетний опыт получения, хранения и обработки спутниковых данных, практика предоставления обработанных спутниковых данных многочисленным пользователям этих данных, показывает неуклонно возрастающее количество потенциальных пользователей спутниковой информации и все большее разнообразие запросов каждого конкретного пользователя на тот или иной вид обработки спутниковой информации. Такая тенденция связана с постепенным развитием задач, стоящих перед пользователями спутниковой информации, с развитием технических средств для получения спутниковой информации, главным образом с появлением нового поколения спутников и спутниковых приборов, позволяющих конечному пользователю привлекать для решения своих задач

новые виды спутниковой информации.

Спутники обеспечивают глобальный, постоянный и надежный мониторинг окружающей среды, включая атмосферу, сушу и океан. Оперативное обеспечение потребителей достоверной экологической информацией, возможность получать природно-ресурсную информацию в реальном масштабе времени и свободный доступ к экологической информации.

Методы дистанционного зондирования Земли играют решающую роль в международных геосферно-биосферных программах исследования изменений окружающей среды и климата. Прежде всего это Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), объединившая Программу GMES, Программу глобального изменения климата IGOS (Integrated Global Observing Strategy), изучающую взаимосвязанные физические процессы в атмосфере, океане, на поверхности Земли и в полярных регионах; Программу DMSP (Disaster Manager), направленную на предупреждение опасности стихийных бедствий. Программа GMES развивается Европейским космическим агентством и Европейской комиссией и поддерживает глобальный экологический мониторинг и усилия европейского сообщества, направленные на устойчивое развитие. Инициатива GMES сосредоточена на качестве данных и информации в таких важных для Европы областях, как сельское хозяйство, леса, рыбный промысел.

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. Региональный аспект исследований окружающей среды важен как для понимания связей между изменениями региональных компо-

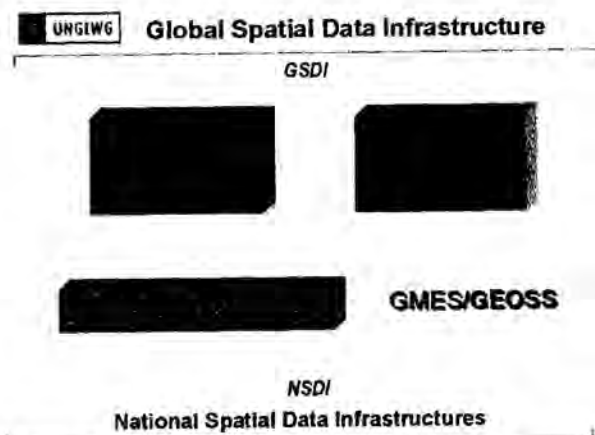


Рис. 1. Инфраструктура программ SDI



нентов и их последствиями на глобальном уровне, так и для поведения системы Земля в целом.

Рис. 1 иллюстрирует инфраструктуру Программ SDI: от национального уровня National SDI до международного уровня Global Spatial Data с представлением европейской программы INSPIRE, программы ООН UN SDI, программ GMES/GEOSS и задач Федерального комитета США по географическим данным FGDC. 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. Спутниковые методы исследования окружающей среды важны как для понимания связей между изменениями региональных экосистем и их последствиями на глобальном уровне, так и для поведения экосистемы Земли в целом.

### 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ INFEO И EOSDIS

Известны мировые системы спутниковой информации, оперирующие огромными массивами спутниковых данных о состоянии природной среды. В США построена многоуровневая система сбора, обработки и хранения данных EOS (Earth Observing System) — Исследование Земли из космоса и распределенная информационная система спутниковых данных EOSDIS (EOS Data and Information System), объединяющая активные архивы данных, получаемых со спутников. Данные дистанционного зондирования Земли, управляемые системой EOSDIS, доступны из восьми распределенных центров. Распределенные центры системы EOSDIS изначально были ориентированы на раздельное хранение данных по разным научным направлениям Программы «Исследования Земли из космоса EOS».

Центр NASA/Langley собирает, обрабатывает, архивирует и распределяет спутниковые данные по аэрозолям, облакам и тропосферная химия. Центр ASF на Аляске — полярные исследования и радарные данные. Центр EROS — данные по атмосфере, земной поверхности и взаимодействию океана и суши. NASA/Goddard Центр: верхняя атмосфера, глобальная биосфера. Лаборатория реактивного движения JPL: физическая океанография. NSIDC (National Snow and Ice Data Center) в Колорадо — снег и лед, криосфера и климат. Национальная Лаборатория Oak Ridge — данные по биохимии. Центр в Алабаме — глобальная гидрология.

Европейское космическое агентство (ESA) разработало информационную систему спутниковых данных INFEO (Information on Earth Observations),

являющуюся активным многоцелевым архивом космической информации на базе портала ESA (<http://eoportal.org/>). Для интеграции географически удаленных спутниковых архивов решена задача, как обеспечить работу пользователей с данными, которые получаются из различных источников и имеют разную структуру хранения. Была создана информационная система, в которой обеспечена возможность взаимодействия разнородных сервисов и каталогов данных. Основной результат состоит в том, что при запросе в единой точке системы поиск данных осуществляется единым запросом одновременно в ресурсах распределенных мировых каталогов. INFEO ориентирована на работу со спутниковыми данными и объединяет спутниковые архивы. Активный многоцелевой архив космической информации INFEO развивается Европейским космическим агентством в сотрудничестве с Italian Space Agency (ASI), French Space Agency (CNES), German Space Agency (DLR), European Union Satellite Centre (EUSC) и консорциумом Open Geospatial Consortium (Open GIS) как единая система поиска по всем архивам данных. Система INFEO предлагает доступ к данным и сервисам Earth Observation, и каталогам данных по всему миру. Позволяет производить поиск спутниковых снимков и коллекций данных.

### 4. ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА РОССИЙСКИХ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Разрабатываемая информационная инфраструктура должна состоять из данных, принадлежащих различным спутниковым центрам, и обеспечивать эффективный доступ, поиск и получение самой последней, наиболее актуальной спутниковой информации. Реализация информационной инфраструктуры включает формирование единого центра хранения спутниковых данных; интеграцию информационных систем спутникового мониторинга; использование общеприменимых мировых технологий и стандартов (Internet, WWW, Semantic Web, Grid); единую административную политику доступа к данным. Информационная и инфраструктура в нашем проекте создавалась на основе единых стандартов интернета: репозитории, Web-сервисы, XML. Поддерживается работа конечных пользователей со спутниковыми данными, которые получают из различных источников и имеют разную структуру хранения. Сбор и обработка различных типов спутниковых данных происходит совершенно независимо; системы хранения данных могут находиться не только на разных серверах, но и в различных удаленных центрах.

Информационная инфраструктура в комплексе

рассматривает такие вопросы, как технологии организации доступа, интерфейс с пользователями, политика администрирования с данными, средства доступа и технологии распределенного хранения данных. Поддерживается идентификация каталогов спутниковых данных, организация доступа к данным и сервисам, обнаружение и запрос информационных продуктов спутникового мониторинга, предварительно обнаруженных в опознанных коллекциях.

Создание информационной инфраструктуры спутниковых данных позволяет осуществлять систематизированное хранение данных спутникового мониторинга, проводить обновление географических баз данных, обеспечить удаленный доступ к информации исследователей, выполняющих работы в данной области.

Основной целью нашего проекта является исследование научных приложений в распределенной информационной среде для интеграции цифровых архивов спутниковых данных с международными системами обмена космической информацией INFEO (Information about Earth Observation) и EOSDIS (EOS Data Information System). Разрабатываемый проект объединяет информационные ресурсы космического экологического мониторинга в единую информационную среду. Значительно сокращается время доступа к данным орбитального мониторинга природной среды. Использование спутниковой информации обеспечит многогранную трактовку динамики происходящих на Земле процессов, расширит изучение и прогноз природных кризисов и катастроф, позволит уменьшить ущерб от нежелательных последствий стихийных и техногенных явлений.

В отличие от системы распределенных Центров в EOSDIS (США), здесь мы отказались от сепаратного накопления космических данных по индивидуальным разделам науки, по конкретным проектам или отдельным космическим миссиям. Проект обеспечивает интеграцию спутниковых данных междисциплинарных исследований Земли из космоса, организацию к ним доступа и представление информации в распределенной информационной среде на основе интернет-технологий.

Поддерживается интеграция разрозненных региональных спутниковых архивов в единую информационную среду космического экологического мониторинга. Каталоги спутниковых данных региональных центров экологического мониторинга Сибири, Дальнего Востока, Арктики и Москвы будут интегрированы в мировую систему центров космической информации. Пользователь получает возможность распределенного доступа к данным региональных и международных центров космического мониторинга.

Объем информационных ресурсов в разрабатываемом проекте можно оценить на примере регио-

нального архива спутниковой информации во Владивостоке. В 2000 г. спутниковый архив Института автоматизации и процессов управления (ИАПУ) достигал объема 30 Гбайт. Развитие средств регионального спутникового мониторинга привело к резкому возрастанию потока спутниковых данных. В 2003—2006 гг. архив был пополнен данными со спутников NOAA, TERRA (MODIS), 36 каналов, GMS-5, FY-1C и FY-1D. Объем данных 72.6 Гбайт с геостационарных спутников GMS-5 и FY-2B; 63 Гбайт — со спутников NOAA. Проект ориентирован на создание средств коллективной работы с информационными ресурсами; поддерживается доступ удаленных пользователей к спутниковым данным и распределенный поиск данных. В разрабатываемом проекте метаданные будут использоваться для каталогизации спутниковых данных, поиска и вывода результатов поиска. Для обеспечения наиболее полного соответствия хранимой информации запросам пользователя определен список свойств (атрибутов) хранимых данных:

- набор метаданных для описания спутниковых данных включает краткое описание ресурса. Для каждого космического снимка будут храниться 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 (может описываться 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.

Рассматриваемый проект решает задачу создания единой информационной среды [1—3], предоставления единой точки доступа для поиска данных по всем спутниковым архивам и каталогам, независимо от их географического расположения и внутреннего формата данных. Возможность взаимодействия гетерогенных сервисов и каталогов данных в рамках единой информационной системы основана на свойстве интероперабельности.

Технологии распределенной информационной системы INFEO дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) используют сеть узлов Middleware Nodes (MWNDs) (см. рис. 2). Каждый из узлов MWNDs содержит метаданные коллекций, доступ к которым предоставляется через шлюзы (Gateways). Пользователь для поиска данных обращается к системе через WWW-сервер на одном из узлов MWND, где формируется распределенный запрос, рассылаемый

релевантным шлюзам. Результаты выполнения запроса объединяются и возвращаются пользователю.

Gateway представляет собой промежуточное звено между узлом MWND и каталогом или спутниковым архивом. Gateway обменивается сообщениями по протоколу CIP (Catalogue Interoperability Protocol) с узлом MWND, получая от него поисковые запросы и возвращая ему результаты поиска. Запросы передаются транслятору RDBMS, который преобразует их в SQL-запросы для непосредственного поиска в базе данных, либо формирует запрос для обращения к предоставляемому сервису (Web Map Server и т. п.).

Взаимодействие пользователей и каталогов данных ДЗЗ регламентирует протокол CIP. Для поддержки одновременного доступа пользователя к множеству каталогов используется трехуровневый принцип распределения запросов. Пользователь через web-интерфейс задает поисковый запрос и посылает его к узлу MWND, который направляет запрос множеству серверов каталогов данных. После завершения процедуры поиска ответы поступают на узел MWND, через который пользователь получает объединенный результат поиска.

Существует несколько стандартов, пригодных для поиска и извлечения информации в распределенных информационных системах (HTTP, Gopher и т. п.). Протокол Z39.50 имеет важное преимущество, ставшее решающим при выборе базового протокола для CIP. Преимущество заключается в том, что форма представления результатов поиска, как и способ ввода поисковых запросов, не зависит от источника информации. Это определяется тем, что Z39.50 использует качественно иную модель взаимодействия пользователя и поисковой системы, по-

зволяющую абстрагироваться от способа организации конкретной базы данных, сделать доступ к ее содержанию независимым от формы хранения последнего. Поисковые запросы всегда адресованы не к реальной базе данных, а к абстрактной. Эта абстрактная БД не имеет структуры и характеризуется только поисковыми атрибутами. При таком подходе к процедуре поиска все базы данных становятся для клиента одинаковыми, если поддерживают один и тот же набор поисковых атрибутов.

Различные вычислительные системы используют различные средства и методы описания, хранения и доступа к данным. Протокол Z39.50 избавляет пользователя от необходимости адаптации к каждому из источников информации. Z39.50 представляет собой общую абстрактную структуру для поиска и получения информации, требующую дополнительной настройки для каждой конкретной области применения. Возможность осуществления таких настроек — профилей, является одним из основных преимуществ протокола. Итак, протокол CIP является профилем Z39.50, ориентированным на работу с данными ДЗЗ.

Протокол CIP поддерживает концепцию параллельных операций. Это позволяет пользователю инициировать несколько поисковых запросов одновременно: нет необходимости дожидаться окончания выполнения предыдущей операции (получения ответа, соответствующего запросу), чтобы сделать следующий запрос.

Протокол CIP определяет разные принципы представления метаданных для пользователей и для поставщиков данных. Для пользователей базовой единицей структуры данных является понятие архива, для поставщиков — понятие коллекции.

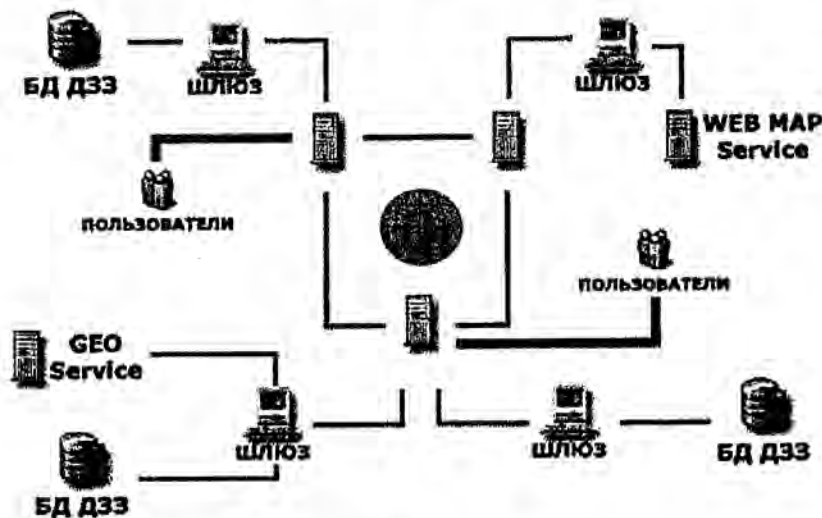


Рис. 2. Схема работы распределенной информационной системы



Архив может содержать различные типы данных: спутниковые изображения, результаты обработки изображений, температурные карты, статистические данные, алгоритмы их обработки, документацию и т. д. Коллекция — группа данных, объединенных на основе каких-либо общих атрибутов. Эти атрибуты являются описанием коллекции, которое может быть использовано для формирования дополнительных критериев поиска. Коллекция может содержать как описания (дескрипторы) конечных данных, так и описания других коллекций, образуя сложную иерархию коллекций. Все типы коллекций поддерживают поисковые методы, определенные стандартом SIP, а именно:

— *поиск коллекций*. Этот метод используется для поиска коллекций, удовлетворяющих заданным условиям (время, координаты, тип датчика и т. п.) Результат поиска может быть использован для дальнейшего поиска с измененными условиями;

— *поиск данных*. Этот метод используется для поиска дескрипторов, указывающих на конечный продукт — данные ДЗЗ.

Пользователь может дополнительно задавать область поиска: выполнять поиск только в одном каталоге (локальный поиск) или задать распространение поискового запроса на другие каталоги и архивы (распределенный поиск).

УДК 550.388, 520.16+523.31+523.9; 520.86

## Л. Ф. Черногор

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

# Физика и экология системы Земля — атмосфера — ионосфера — магнитосфера

Представлено 25.06.07

Обґрунтовано, що утворення Земля — атмосфера — іоносфера — магнітосфера (ЗАІМ) є складною відкритою динамічною нелінійною системою. Сформульовано основні положення системної парадигми. Показано, що високоенергійні явища в системі викликають у ній комплекс, як правило, нелінійних процесів, перебудову характеру взаємодії підсистем. Обговорюються екологічні наслідки аварій, катастроф і регіональних війн у системі ЗАІМ.

## ВВЕДЕНИЕ. СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА

Цель данной работы — обоснование необходимости системного подхода к образованию Земля — атмосфера — ионосфера — магнитосфера (ЗАИМ) и изучению процессов в нем. Статья представляет

1. Кудашев Е. Б., Филонов А. Н. Интегрированная распределенная информационная система спутниковых данных в программах исследования Земли из космоса // Тр. Восьмой Всероссийской науч. конф. (RCDL 2006) «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», Суздаль, 17—19 октября 2006. — Ярославль: Ярославский гос. ун-т им. П. Г. Демидова, 2006. — С. 131—139.
2. Кудашев Е. Б., Филонов А. Н. Геоинформатика на WEB: от локальных БД к распределенным информационным системам спутниковых данных // Тр. Всероссийской конф. «Научный сервис в сети интернет: технологии параллельного программирования», Новороссийск, 18—23 сентября 2006 г. — М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2006. — С. 196—198.
3. Kudashev E. B., Filonov A. N. Environmental Monitoring Digital Library: Improving the accessibility of the Russian Satellite data // EnviroInfo Brno 2005. Informatics for Environmental Protection: Proc. of the 19th International Conf. Informatics for Environmental Protection, September 7—9, 2005. — Masaryk University in Brno, Czech Republic. 2005. — P. 230—238.

## DISTRIBUTED ACCESS AND SEARCH FOR THE SATELLITE DATA OF REMOTE SENSING

E. B. Kudashev, A. N. Filonov

We consider the emerging standards designed for the elaboration of distributed service-oriented environments. The project of integration of the Russian Satellite data archive in International Information Systems of Remote Sensing is observed as an example.

собой краткий обзор результатов исследований автора, выполненных в последние годы.

Важнейшим достижением физики Земли, атмосферы и геокосмоса явилось осознание того факта, что качественно новое понимание наблюдаемых процессов во всех геосферах и построение их физи-