

А.В. Кошкарев¹, А.А. Медведев¹, В.А. Серебряков²

¹ *Институт географии РАН,*

² *Вычислительный центр / Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН, akoshkarev@yandex.ru, a.a.medvedeff@gmail.com, serebr@ccas.ru*

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Введение

В середине 1990-х гг. в США, Канаде, Австралии и некоторых европейских странах были разработаны долгосрочные программы создания национальных инфраструктур пространственных данных (ИПД) как информационно-телекоммуникационных систем, объединяющих национальные ресурсы пространственных данных (геоинформационные ресурсы) и обеспечивающих доступ к ним. Это означало начало нового этапа развития геоинформатики как науки, технологии и производства. Современное состояние геоинформатики – это переход от эпохи ГИС к эпохе ИПД. На новом витке развития информационно-телекоммуникационных технологий речь идет уже о сетевых ГИС, обеспечивающих равный, простой и свободный доступ к геоинформационным ресурсам: данным, сервисам, приложениям, опыту, знаниям.

К сожалению, в России работы по созданию ИПД пока не вышли из стадии экспериментов, прототипов и пилотных проектов, несмотря на то, что еще четыре года назад, в 2006 г., распоряжением Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1177-р. одобрена «Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации», образующая нормативно-

правовую базу развертывания работ по ее проектированию и реализации [1]. Пока аналогичные работы ведутся по инициативе ведомств, регионов и крупных корпораций, хотя, как свидетельствует обширный международный опыт, первоочередной задачей является устройство иерархически организованной вертикальной линейки ИПД национального, регионального и локального (обычно муниципального) уровней с горизонтальной интеграцией территориально рассредоточенных и распределенных геоинформационных ресурсов.

Одна из таких инициатив, о которой пойдет речь, – это «Стратегия развития академической ИПД», которая пока находится на стадии обсуждения [2]. Согласно этой Стратегии под академической инфраструктурой пространственных данных (академической ИПД, АИПД) понимается информационно-коммуникационная система для управления распределенными ресурсами пространственных данных и сервисов в интересах учреждений, организаций, коллективов и сотрудников Российской академии наук, научно-образовательного сообщества в целом, а также органов государственного управления и гражданского общества.

К настоящему времени в учреждениях РАН накоплен большой опыт использования геоинформационных технологий, реализованы многочисленные геоинформационные проекты, созданы базы и банки пространственных данных. Академические ресурсы пространственных данных составляют значительную часть национальных информационных ресурсов. Основным производителем пространственных данных являются учреждения геологического, геофизического, географического и экологического (природоохранного) профиля. В то же время данные рассредоточены, их использование ограничено зачастую рамками того проекта, где они созданы, затруднены или невозможны поиск существующих данных и дос-

туп к ним, не налажен обмен ими. Причина этого – отсутствие эффективной системы управления пространственными данными. Ее создание позволило бы интегрировать данные и знания о территории, строить и использовать модели природных и социально-экономических явлений и процессов, их взаимодействия в системе «общество – природная среда», использовать методы пространственного анализа, обеспечивать территориальное планирование и управление.

С этих позиций может быть сформулирована общая цель создания АИПД – объединение распределенных ресурсов пространственных данных и результатов научных исследований, информации и знаний о Земле, ее природе, населении, хозяйстве и социокультурных аспектах территориальной организации общества, обеспечение свободного доступа к ним пользователей в среде Интернет и их многократного использования. С более общих позиций ее создание нацелено на углубление знаний о природной среде, естественных ресурсах, экологических условиях, территориальной организации общества и их возможных изменениях, повышение эффективности научной деятельности, рост инновационного потенциала науки, возможность внедрения ее результатов в практику и образовательные программы. Предметная область АИПД – науки о Земле, ее технологические основы – информационно-коммуникационные технологии, в частности, геоинформационные технологии, основная целевая аудитория – научно-образовательное сообщество.

Рассмотрим, как общие принципы и подходы к созданию ИПД и ее компонентов, заложенные в Стратегии, могут быть адаптированы научно-образовательным сообществом для решения научных и прикладных задач, иллюстрируя ее примерами работ, выполняемых Вычислительным центром им. А.А. Дородницына РАН при участии Института географии РАН и других научных учреждений

на платформе Единого научного информационного пространства РАН.

1. Базовые пространственные данные (БПД)

Применительно к проектируемой академической ИПД речь идет не о БПД в привычном смысле, например, в виде завершенного перечня в национальном стандарте ГОСТ Р 53339-2009 «Данные пространственные базовые. Общие требования» [3], производство которых обычно входит в круг задач картографо-геодезических и кадастровых ведомств, а о наборах тематических данных, накапливаемых академическими учреждениями географического, геоэкологического, геологического, геофизического и геохимического профилей, в своей совокупности дающих полное представление о Земле, ее недрах, географической оболочке и ее компонентах, интегрируя все, что изучается науками о Земле, а именно:

- геология;
- рельеф (геоморфология);
- почвы;
- флора и фауна, биологическое разнообразие и биогеографическое районирование;
- климат;
- водные объекты суши;
- мировой океан;
- особо охраняемые территории;
- объекты культурного наследия;
- воздействие на окружающую среду;
- зоны природных рисков;
- объекты народного хозяйства;
- население и его демографические характеристики;

- здравоохранение и безопасность среды обитания (медико-географические характеристики);
- земельные ресурсы;
- водные ресурсы;
- биологические ресурсы;
- энергетические ресурсы;
- минерально-сырьевые ресурсы.

Часть из них, как показывает опыт, может основываться на спецификациях 34 базовых тем, определенных Директивой INSPIRE – программой построения Европейской инфраструктуры пространственной информации на период 2007 – 2019 гг. [4, 5], адаптировав их для российских условий и требований к составу данных. В перспективе наличие полного набора тематических данных на территорию Российской Федерации и полнофункциональных средств их картографической визуализации на геопорталах способны дать целостное картографическое представление о природе, хозяйстве, населении и культуре территории РФ, аналогичное по содержанию недавно изданному Национальному атласу России, рассматриваемому в качестве одного из фундаментальных продуктов веб-картографирования с детальностью, соответствующей масштабам 1:1000000 – 1:4000000, и перманентным обновлением базовых тематических данных.

Стандартизация как обязательное условие обеспечения организационной, технологической и семантической интероперабельности данных и сервисов (геосервисов) в распределенной среде, что предполагает использование стандартов ИСО серии 19100 «Географическая информация / геоматика», спецификаций консорциума OGC Inc., подобно стандартам ИСО нацеленных на унификацию операций с пространственными данными, других международных и оте-

чественных *де-факто* и *де-юре* стандартов в сфере геоинформатики и информационно-телекоммуникационных технологий в целом.

Система управления пространственными метаданными (гео-метаданными), которая позволяет их готовить, редактировать (в том числе обновлять), автономно или непосредственно на геопортале. Разумеется, содержание метаданных должно быть жестко стандартизовано. Опыт построения такой системы иллюстрируется примером разработки академического профиля на содержание метаданных GeoMETA, наследующего пакеты и элементы стандартов ИСО, включая ISO 19115:2003 Geographic information – Metadata [6], ISO 19119:2005 Geographic information – Services [7], и конформного российскому профилю ISO 19115:2003 – национальному стандарту ГОСТ Р 52573–2006 «Географическая информация. Метаданные» [8].

Геопорталы как единые точки входа в распределенную среду пространственных данных, геосервисов и приложений. Геопортал как часть ИПД поддерживает две функции: 1) поиска и отыскания пространственных данных по их метаданным в сетевой среде; 2) визуализацию пространственных данных, в том числе в форме карт [9]. К другим типовым функциям геопорталов относят сервисы загрузки данных их трансформации, вызов удаленных сервисов и механизмы электронной торговли. Разнообразие зарубежных (национальных, региональных, локальных (муниципальных), научно-образовательных, корпоративных, ведомственных и отраслевых) геопорталов в структуре ИПД подобного же типа иллюстрирует табл. 1.

Таблица 1. Зарубежные геопорталы [10]

Тип геопортала	Наименование и принадлежность	URL
Нацио-	Геопортал «Geospatial One-Stop»	http://geodata.gov

нальный	(GOS) ИПД США NSDI	
Национальный	Геопортал GeoPortal.Bund® ИПД ФРГ GDI-DE	http://geoportal.bkg.bund.de
Национальный	Геопортал Géoportail ИПД Франции IFDG	http://www.geoportail.fr
Национальный	Геопортал Geo-Portal ИПД Испании IDEE	http://www.idee.es
Национальный	Геопортал Lietuvos geografinės informacijos infrastruktūros portale ИПД Литвы LGII	http://www.geoportal.lt
Региональный	Геопортал ИПД автономной области Каталония IDEC (Испания)	http://www.geoportal-idec.net/geoportal/IDECServlet?idioma=eng
Региональный	Геопортал ИПД автономной области Андалусия IDEA (Испания)	http://www.andaluciajunta.es/IDEAndalucia/IDEA.shtml
Региональный	Геопортал ИПД автономной области Наварра IDENA (Испания)	http://idena.navar.es
Региональный	Геопортал федеральной земли Северный Рейн-Вестфалия (ФРГ)	http://www.tim-online.nrw.de
Межрегиональный	Геопортал Ломбардии GeoPortale della Lombardia (Италия)	http://www.cartografia.regione.lombardia.it
Локальный	Геопортал муниципалитета ИПД г. Памплоны IDEPamplona (Наварра, Испания)	http://ide.pamplona.es
Корпоративный	Геопортал частной компании TRACASA (г. Памплона, Наварра, Испания)	http://sitna.navarra.es
Отраслевой	Геопортал ИПД бассейна р. Эбро IDE-Ebro (Испания)	http://80.255.113.15/portaID E-Ebro/Default.vm
Отраслевой	Геологическая съемка США USGS	http://www.usgs.gov
Научный	Геопортал университетского сообщества ИПД IDEUnivers	http://www.geoportal-idec.cat/ideunivers/local.jsp
Тематический	Геопортал для доступа к данным природоохранной тематики ФРГ по программе NATURA-2000	http://www.bfn.de

Пока в России таких геопорталов немного, примеры приведены в табл. 2.

Таблица 2. Российские геопорталы и порталы [11]

Портал/геопортал	Разработчик	URL
Геопортал Центра пространственных данных Уральского федерального округа	ФГУП Уралгеоинформ, г. Екатеринбург	http://geourfo.ru
Геопортал региональной ИПД Самарской области	ОАО «Самара-Информ-спутник», г. Самара	http://geosamara.ru
Информационно-аналитический веб-ресурс (ГИС) «Природные ресурсы Магаданской области»	Северо-Восточный комплексный НИИ ДВО РАН, г. Магадан	http://atlas.magis.ru
Геопортал компании ДАТА+	ООО ДАТА+, г. Москва	http://www.dataplus.ru/Info/Portal.html
Геопортал «ГеоМета»	ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва	http://www.geometa.ru
Портал Космоснимки.ру	ИТЦ «СканЭкс», г. Москва	http://kosmosnimki.ru

Хорошими примерами могут служить информационно-аналитическая система и геопортал «ГеоМета» (<http://www.Geometa.ru>), разработанные в Вычислительном центре РАН. Такой же геопортал планируется в Институте географии РАН. Он дополнит и сделает общедоступными информационные ресурсы, накопленные в институте (<http://www.igras.ru>).

2. Геопортал «ГеоМета»

Основные возможности системы. Геопортал «ГеоМета» – это стандартизированная и децентрализованная среда управления пространственной информацией, разработанная для доступа

к пространственным данным, картографическим продуктам и связанным с ними метаданными из различных источников, облегчающая обмен пространственной информацией между организациями и ее совместное использование посредством интернета.

Главная цель портала – увеличить доступность разнообразных междисциплинарных данных различного масштаба вместе с сопутствующей информацией, организованных и документированных стандартным и непротиворечивым способом, улучшить кооперацию и координацию усилий при сборе данных, сохраняющих ресурсы и, в то же самое время, ограждающих данные и информацию от нежелательного доступа.

Геопортал «ГеоМета» представляет собой платформу для создания распределенной среды интеграции неоднородных источников геоинформационных данных и предоставления к этой среде единой точки входа (веб-портала), которая позволит ученым в сфере наук о Земле легко находить специализированные данные и приложения, производить вычислительные эксперименты, визуализировать результаты деятельности.

Благодаря тому, что портал «ГеоМета» построен на базе ИС «НИ РАН» [12], являющейся базовым инфраструктурным компонентом ЕНИП [13], он может интегрироваться в ЕНИП с предоставлением расширения схемы геопространственными метаданными и геоданными.

Функциональность ГИС-части системы включает:

- каталогизация, сбор, поиск пространственных метаданных;
- размещение геоданных в собственном хранилище и предоставление к ним доступа;
- предоставление доступа к распределенным пространственным данным по стандартизованным протоколам;
- визуализация карт, редактирование элементов.

Интерфейс системы представлен веб-порталом, поэтому для ГИС-части основным методом доступа пользователя к информации является обычный доступ к веб-страницам портала через любой распространенный браузер. Ядро системы предоставляет следующие возможности: управление статическим содержанием; хранение объектов системы (представленных RDF-тройками) в реляционных СУБД; индексирование и полнотекстовый поиск; обеспечение безопасности системы.

Система поддерживает следующие основные типы ресурсов: *Пространственные данные* (картографические данные и их метаданные) и дополнительные типы ресурсов, такие, как *Организация*, *Персона*, *Публикация*, *Проект* и различные рубрикаторы и классификаторы.

Ресурс *Пространственные данные* содержит наборы пространственных данных и метаданные распределенных пространственных данных. Ресурс *Организация* включает организации РАН, научные центры и другие организации. Данные об их сотрудниках сопоставлены ресурсу *Персона*. Ресурс *Проект* поддерживает сведения о проектах, выполненных или ведущихся в РАН и других ведомствах. Ресурс *Публикация* представляет данные о публикациях и научной деятельности.

Доступ к portalу осуществляется интерактивно через интернет посредством веб-браузера (например, Netscape Navigator или Microsoft Internet Explorer).

Пространственные данные и метаданные. Задача интеграции распределенных неоднородных источников пространственных данных и сервисов решается путем выделения базовой схемы метаданных, реализованной в виде OWL-онтологии [14] на основе стандартов ISO 19115:2003 «Географическая информация – Метаданные» [6] и ISO 19139:2007 «Географическая информация. Метаданные –

XML схема» [15] и полностью включающей российский стандарт ГОСТ Р 52573-2006 «Географическая информация. Метаданные» [6] (а также учитывающей профили стандартов и схемы метаданных, лежащие в основе наиболее известных национальных ИПД), для обеспечения семантической интероперабельности систем, участвующих в распределенном взаимодействии.

Элементы метаданных профиля «ГеоМета» поддерживают следующие функции работы с метаданными:

- поиск информации, необходимой для определения наборов данных, имеющихся на определенную географическую область;
- определение назначения и пригодности информации (оценка соответствия набора данных определенным потребностям);
- осуществление доступа к информационным ресурсам, которые необходимы для получения выбранного набора данных и сервисов;
- применение ресурсов, т. е. обработка и использование наборов данных и сервисов.

Общая архитектура системы. Общая архитектура системы представлена на рис. 1.

На геопортале «ГеоМета» предусмотрена возможность периодического сбора метаданных из различных источников – каталогов метаданных (harvesting). При этом геопортал «ГеоМета» может выступать как в роли клиента, который выполняет сбор информации из каталогов других порталов, так и в роли сервера, который может предоставлять метаданные в другие каталоги.

В настоящее время реализованы два протокола обмена:

GeoNetwork – порталы на базе ресурсов системы «Geonetwork opensource» [16];

ласти. Согласно стандарту ISO 19101:2002 «Географическая информация – эталонная модель» [17] важным компонентом представления информационных и вычислительных уровней компьютерных систем является **концептуальное моделирование** (conceptual modeling), представляющее собой процесс создания абстрактных описаний части окружающего мира и относящихся к ней онтологических понятий. Иными словами, необходимо разработать концептуальную схему, которая определит, какие базовые характеристики, а также взаимосвязи между ними необходимо иметь особо охраняемым природным объектам для наиболее полного пространственного моделирования в системе ИПД.

Анализ ситуации и определение концептуальной схемы производится на основе данных из трех источников:

- типичный набор шейп-файлов (shapefiles) для предметной области – данные по особо охраняемой природной территории федерального значения, национальному парку «Валдайский» (предоставлены Институтом географии РАН);
- Федеральный закон № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г. [18];
- спецификация данных INSPIRE по охраняемым территориям [19].

Наличие разнородных источников данных должно обеспечить адаптированность прикладной схемы к национальным условиям, с одной стороны, и универсальность и соответствие международным стандартам – с другой стороны.

Для всех источников данных необходимо провести дополнительный анализ с целью формирования (для первых двух источников) или выбора (для третьего источника) формализованной схемы данных. Ниже эти задачи рассмотрены более подробно.

Шейп-файлы содержат разнородную информацию по территории национального парка. Анализ данной информации включает в себя:

- определение основных логических объектов предметной области и их значимых атрибутов;
- определение связей объектов (через внешние ключи и связи ассоциации);
- составление схемы данных.

Результатом анализа Федерального закона «Об особо охраняемых природных территориях» должна явиться схема данных, содержащая минимальный набор обязательных объектов и их характеристик (в виде классов, их атрибутов и связей), создаваемый для особо охраняемого природного объекта.

Анализ спецификации данных INSPIRE заключается в выборе наиболее подходящей прикладной схемы (данная спецификация содержит три различных схемы данных).

Следующий этап концептуального моделирования – это интеграция полученных схем данных в единую прикладную схему. При этом базовой схемой будем считать прикладную схему INSPIRE, как наиболее детально проработанную. Интеграция заключается в отображении объектов и их атрибутов схемы данных шейп-файлов и схемы данных обязательных элементов на наиболее релевантные объекты и атрибуты схемы данных INSPIRE. При отсутствии аналогичных объектов в схеме данных INSPIRE производится ее расширение путем введения дополнительных объектов и атрибутов.

В частности, заимствована и существенно расширена исходная спецификация данных об особо охраняемых природных территориях [19], создана оригинальная прикладная схема, реализованная на примере национального парка «Валдайский». В основу этого проек-

та легла ГИС НП «Валдайский», целью которой являлась оценка биоразнообразия и организация мониторинга в национальном парке, она содержит цифровые тематические карты, образованные из множества информационных слоев и связанных с ними таблиц. В информационной системе представлены следующие тематические карты, характеризующие экосистемы парка и их биоразнообразие:

- цифровая топооснова;
- многозональный космический снимок Парка, привязанный к цифровой топооснове;
- функциональные зоны Парка;
- лесонасаждения с подразделением по преобладающим породам;
- размещение пунктов экологического мониторинга;
- местоположение берлог бурых медведей;
- местоположение барсучьих поселений;
- местоположение бобровых поселений;
- местоположение глухариних токов;
- места обитания редких водно-болотных птиц;
- места обитания отдельных видов редких водно-болотных птиц;
- места произрастания редких видов растений, занесенных в Красную книгу;
- редкие виды растений с разделением по отдельным видам;
- места обитания редких видов рыб (эндемичных и интродуцированных);
- местоположение родников.

В основу этой специализированной ГИС были положены цифровые топографические карты 1:100 000 и 1:200 000 масштаба, которые требовали значительного объема редактирования в виду недос-

таточного качества. В ходе работы по проекту были проведены проверка достоверности информационных слоев компьютерной версии топографических карт на территорию Валдайского национального парка и их отбор, редактирование и трансформирование в различные форматы.

В ходе работы с ГИС была организована база геоданных в ArcGIS, организованная как двухуровневая структура: реализация развитой прикладной логики располагается над уровнем хранения данных (управляемым СУБД или файловой системой). Прикладная логика включает поддержку базовой модели географических данных высокого уровня. Управление географическими данными распределено между программным обеспечением ArcGIS и СУБД: аспекты, связанные с хранением и извлечением данных, реализованы на уровне хранения данных (СУБД) с помощью простых таблиц, а высокоуровневое поведение, целостность данных и функции информационной обработки делегированы прикладному программному обеспечению ArcGIS.

Далее были выбраны набор пространственных данных – тематически объединенных пространственных классов и классов-отношений. Выделено 4 набора тематических данных:

- ProtectedSite – информация об охраняемой территории (пространственные классы ProtectedSite, RestrictedArea, FunctionalZone и их классы-отношения);
- Habitat -- информация об охраняемых объектах-ареалах (пространственный класс Habitat и связанные с ним классы-отношения);
- ForestryQuarters – информация о разбиении охраняемой территории на лесничества и лесные кварталы (пространственные классы Forestry и Quarter и их классы-отношения);

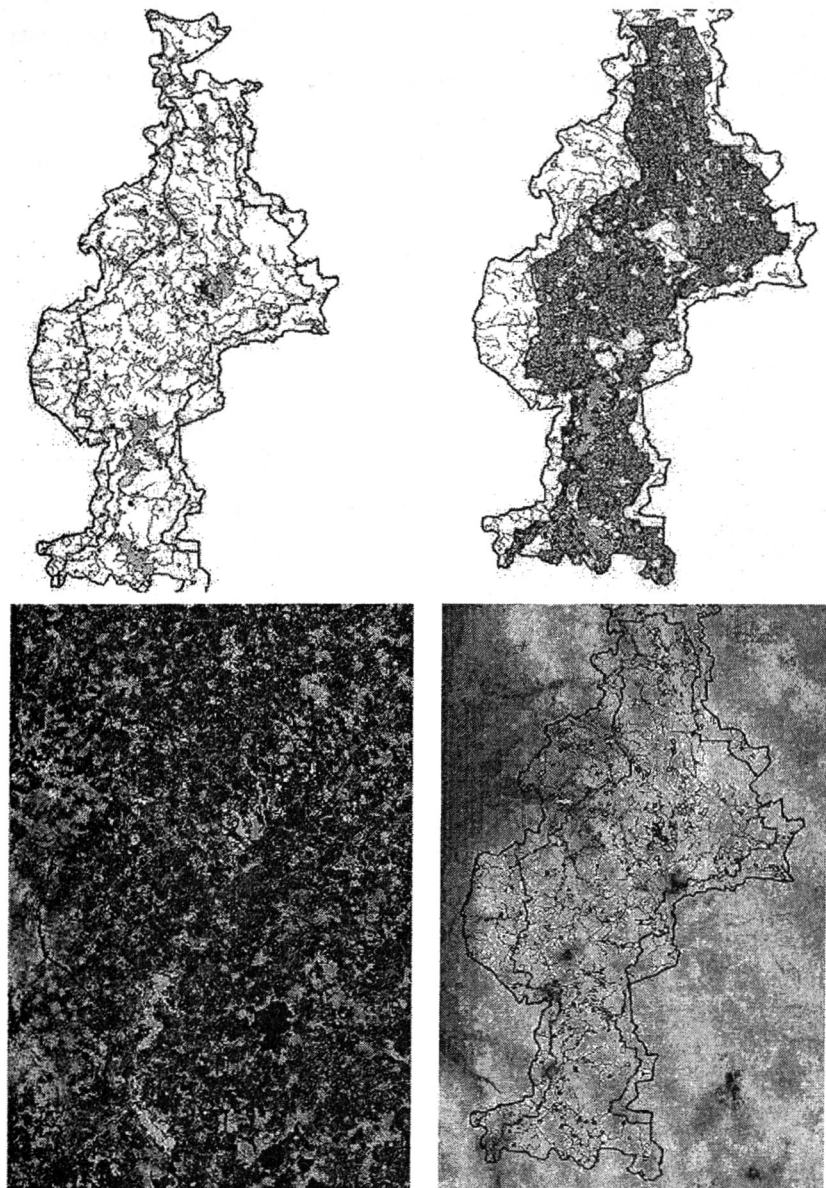


Рис. 2. Фрагменты ГИС НП «Валдайский»

- BioGeographicalRegion – информация о био-географическом регионе, к которому относится охраняемая территория (пространственный BioGeographicalRegion).

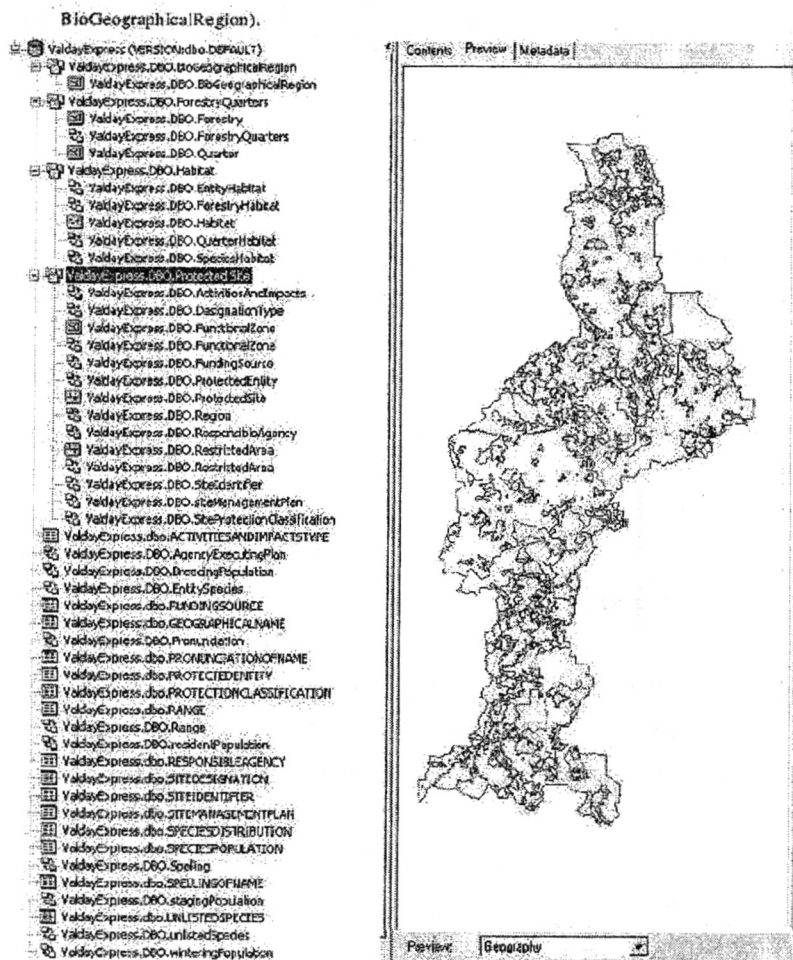


Рис. 3. Структура базы геоданных в приложении ArcCatalog

При выполнении этого проекта была разработана прикладная схема базовых пространственных данных для особо охраняемых

природных объектов. На основе полученной схемы в приложении ArcCatalog построена схема базы геоданных, в базу импортированы данные шейпфайлов по национальному парку «Валдайский». Средствами приложения ArcMap построена карта пространственных объектов базы геоданных. Создано аналитическое приложение для работы с базой геоданных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации, одобрена распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 августа 2006 г. # 1157-р. – <http://www.gisa.ru/file/file780.doc>.

2. Кошкарев А.В., Ряховский В.М., Серебряков В.А. Инфраструктура распределенной среды хранения, поиска и преобразования пространственных данных. – http://seminar2010.fegi.ru/tezis/cat_view/7-.

3. ГОСТ Р 53339-2009 «Данные пространственные базовые. Общие требования». – <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=174532>.

4. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). – <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:EN:HTML>.

5. Кошкарев А.В. Директива INSPIRE и национальные инициативы по ее реализации // Пространственные данные. – 2009. – № 2. – С. 6-11. – <http://www.gisa.ru/54638.html>.

6. ISO 19115:2003 Geographic information. Metadata. – http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26020&commid=54904.

7. ISO 19119:2005 Geographic information. Services. – http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39890.

8. ГОСТ Р 52573–2006 «Географическая информация. Метаданные». – <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=128907>.

9. Кошкарев А.В. Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами // Пространственные данные. – 2008. – № 2. – С. 6-14. – <http://www.gisa.ru/45968.html>.

10. Кошкарев А.В. Инфраструктура пространственных данных и перспективы развития геоинформатики и картографии. – ИнтерКарто / ИнтерГИС-16. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: Материалы Межд. науч. конф. (Ростов-на-Дону (Россия), Зальцбург (Австрия). – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. – С. 451-456.

11. Кошкарев А.В., Антипов А.Н., Батуев А.Р., Ермошин В.В., Каракин В.П. Геопорталы в составе инфраструктур пространственных данных: российские академические ресурсы и геосервисы // География и природные ресурсы. – 2008. – № 1. – С. 21-31.

12. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Нестеренко А.К., Серебряков В.А., Сысоев Т.М., Теймуразов К.Б., Филиппов В.И. Информационная Web-система «Научный институт» на платформе ЕНИП. – М.: ВЦ РАН, 2007. – 254 с.

13. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Серебряков В.А., Филиппов В.И. Интеграция метаданных Единого Научного Информационного Пространства РАН. – М.: ВЦ РАН, 2006. – 238 с.

14. Бездушный А.Н., Вершинин А.В., Дьяконов И.А., Динь Ле Дат, Серебряков В.А. Пространственные метаданные в системе «ГеоМета» // Пространственные данные. – 2008. – № 2. – С. 16-25, 68; №3. – С. 26-29.

15. ISO/TS 19139:2007. Geographic information – Metadata – XML schema implementation.

16. Geographic information – Reference model. – http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?ics1=35&ics2=240&ics3=70&csnumber=26002.

17. Geonetwork opensource. The complete manual. V 2.4. – 2009. – <http://geonetwork-opensource.org/>.

18. 9101:2002 Geographic information – Reference model.

19. Федеральный закон № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г (по состоянию на 01.01.2010) [HTML].

20. INSPIRE Data Specification on Protected sites – Guidelines v 3.1.0 03.05.2010 [PDF]. – http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_PS_v3.1.pdf.

Е.Б. Кудашев

Институт космических исследований РАН (Москва)

Московский государственный университет

им. М.В. Ломоносова, kudashev@iki.rssi.ru

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ШУМА: ПСЕВДОЗВУКОВЫЕ ФЛУКТУАЦИИ ДАВЛЕНИЯ

Проблема генерации шума турбулентными потоками объектов и аппаратов, движущихся с большими скоростями в различных средах, определяет актуальность экспериментальных исследований различных статистических характеристик случайных полей гидродинамических и акустических флуктуаций в турбулентном