

# Интеграция географических информационных ресурсов и обеспечение онлайн-доступа к ним для решения научных и образовательных задач

*И.К. Лурье, А.Р. Аляутдинов, С.А. Осокин*

## Аннотация

Рассматривается проблема интеграции геоинформационных ресурсов и свободного доступа к ним путем методов и технологий создания специализированных инфраструктур пространственных данных, геопорталов, баз данных коллективного пользования и веб-ГИС.

**Ключевые слова:** геоинформационные ресурсы, пространственные данные, геопорталы, базы данных, веб-ГИС.

Вопросы, связанные с формированием и использованием информационных ресурсов, содержащих пространственно определенные данные, являются актуальными во многих сферах научной и производственной деятельности. Как правило, они связаны с разработкой и внедрением инфраструктур пространственных данных (ИПД) и в большей степени относятся к областям картографии и геоинформатики, однако использование таких ресурсов актуально для всех наук о Земле, поскольку предоставляет мощные и универсальные средства повышения эффективности решения научных и прикладных задач в различных областях знаний.

В современных условиях географические исследования тесным образом связаны с использованием геоинформационных систем (ГИС) и накоплением различных видов геоинформационных ресурсов: цифровых и электронных карт, наборов и баз пространственных данных, ГИС-сервисов и других [1]. При долговременном характере исследований встает проблема интеграции ресурсов, систематизации и организации процессов поиска, получения и предоставления больших объемов данных, имеющих пространственную привязку, для чего средств ГИС недостаточно.

На кафедре картографии и геоинформатики географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова уже несколько лет ведутся теоретические исследования, разработка методов и технологий интеграции пространственно определенных данных - формирования структурированных и стандартизированных географических информационных ресурсов для обеспечения научно-практических исследований и образования, включая методики создания баз пространственных данных и баз знаний коллективного пользования, инфраструктур тематических пространственных данных, геопорталов, Интернет-ГИС, веб-картографирования, веб-интерфейса доступа к базам геоданных. Обоснован и разработан комплекс

научно-методических материалов для обучения методам и технологиям создания геоинформационных ресурсов – учебные базы геоданных, набор заданий практикумов, проект веб-ГИС. При создании комплекса научно-методических материалов и инновационных средств обучения методам и технологиям геоинформационного картографирования и аэрокосмического зондирования наибольшее внимание уделено компьютерным практикумам, служащим непосредственным продолжением учебников. Они нацелены на развитие навыков самостоятельной, но программируемой работы учащихся.

Практическая реализация разработок осуществлена при создании локальной ИПД и геопорталов разного назначения.

## **Локальная ИПД тематических данных**

Для решения многих научных и прикладных задач, развития геоинформационного бизнеса и образования велика потребность в тематических данных, связанных с масштабным уровнем исследований и территорий. При этом основная мотивация в работе с пространственными данными сосредоточена на уровне первичных пространственных данных, являющихся наиболее точными из числа имеющихся о данных объектах. Обеспечить такую интеграцию на единой платформе Российской ИПД вряд ли возможно из-за сильных различий интересов ее пользователей. Поэтому необходима разработка принципов и технологий создания локальных научно-исследовательских и прикладных ИПД, не входящей в национальную ИПД, но взаимодействующую с ней на основе совместимых стандартов метаданных.

Принципиальная схема функционирования инфраструктур пространственных данных предполагает наличие, с одной стороны, получателя услуг ИПД, поставщика пространственных данных с другой стороны, и сервисов, осуществляющих связь между получателем и поставщиком (рис.1).

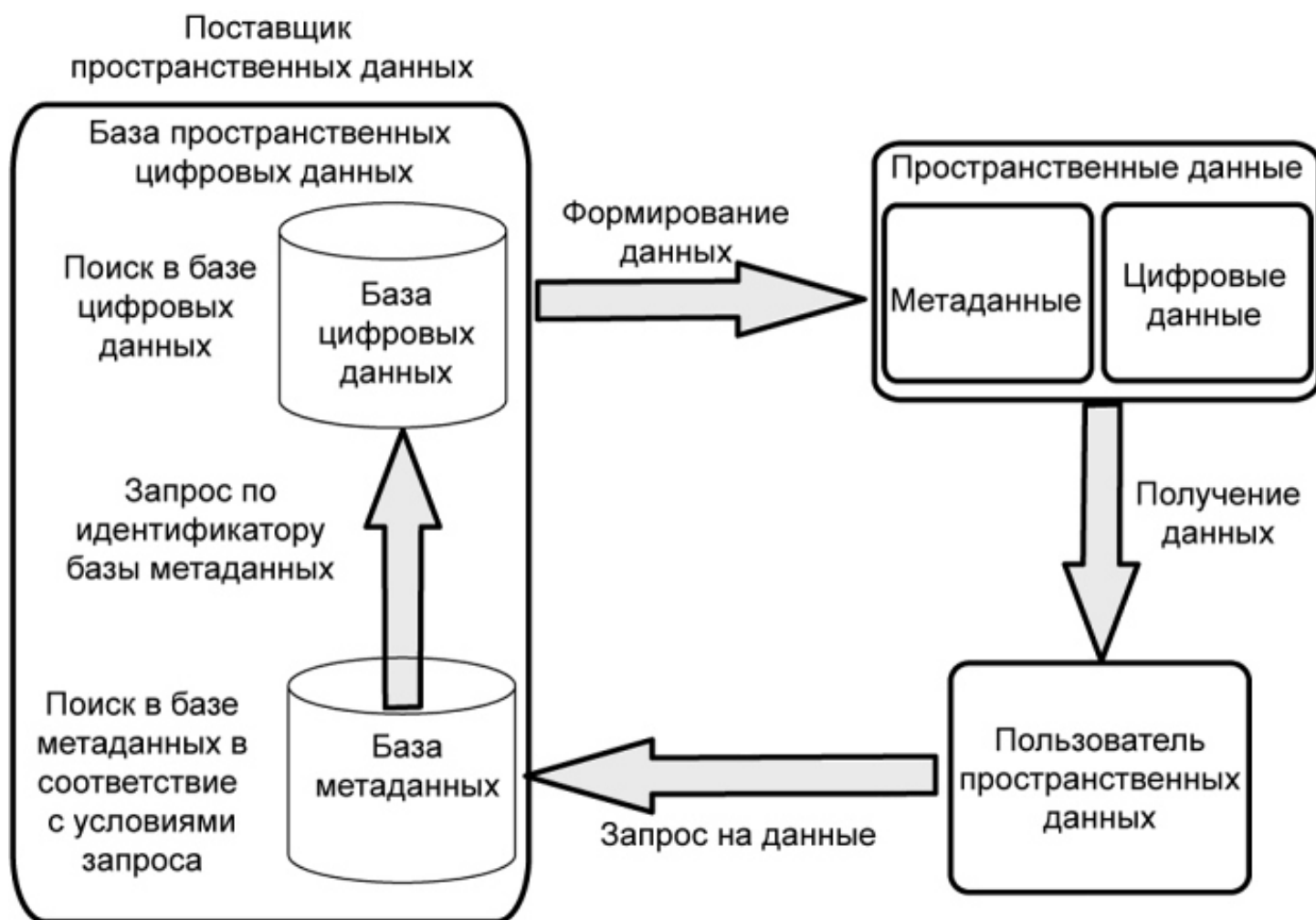


Рис. 1. Принципиальная схема функционирования ИПД.

В рамках работ научной школы географической картографии и научно-образовательного центра «Картография, геоинформатика и аэрокосмическое зондирование в географии» разработаны основные принципы методики создания локальной ИПД [2], включающие:

- разделение локальной ИПД на внутренний и внешний сегменты для регуляризации доступа к ресурсам: основная задача внешнего сегмента – обмен метаданными, а внутреннего – доступ к базовым данным;
- использование особой формы представления стандартных метаданных, наиболее подходящей для использования в географических исследованиях;
- выделение трех уровней проектирования локальной ИПД (концептуального, содержательного и технологического);
- учет специфических технических и программных аспектов – программного обеспечения, форматов данных и технологий веб-программирования; создание географических информационных узлов-геопорталов определенной структуры (сервер базы метаданных, ГИС-сервер, веб-интерфейс, сервис метаданных, каталог метаданных, средства поиска и визуализации).

Разработанная методика создания локальной инфраструктуры пространственных данных ориентирована на использование при проведении комплексных

стационарных и полустационарных физико-географических исследований в научных и образовательных задачах. Сформулированные общие требования определяются следующими особенностями локальных ИПД:

- *Территориальная привязка* локальной ИПД к исследуемой территории, что выражается в снабжении системы базовыми пространственными данными и отличает локальную ИПД от корпоративно-отраслевых систем
- *Обеспеченность пользователей базовой общегеографической и тематической информацией.* Существующие ИПД в качестве базовых данных предоставляют пользователям только общегеографические или ведомственные данные. В географических исследованиях в качестве основы часто используются тематические данные. Это подтверждается содержанием подготовительного этапа комплексных физико-географических исследований, где используются тематические карты. Информация должна быть доступна в картографической форме.
- *Два уровня информационного обмена:* описательной информацией о геоинформационных ресурсах, доступной всем пользователям Интернета, и оригинальными данными, доступными участникам исследования, или по специальному соглашению.
- *Единая географическая привязка* в общей системе всех ресурсов, использующих различные системы координат – общеземные или условные.
- *Интеграция с ГИС-пакетами* за счет использования общепринятых открытых стандартов обмена географической информацией.

Сформулированы особенности базовых компонентов локальных ИПД: базовых пространственных объектов, базовых пространственных данных, географических информационных узлов - геопорталов, а также стандартов и регламентов, применяемых в системе в сравнении с компонентами создаваемой в настоящее время ИПД Российской Федерации. В составе базовых пространственных данных для локальных ИПД выделено два блока: базовые топографические данные, описывающие базовые пространственные объекты, и базовые тематические данные, отражающие содержание основных физико-географических тематических карт.

Разработанные методики создания геопортала и профиля метаданных апробированы на примере территории учебно-научной станции МГУ "Сатино". В качестве источника для формирования наборов базовой общегеографической и тематической информации использована созданная в 2004-2007 гг база данных учебной ГИС "Сатино".

С помощью разработанной методики реализованы компоненты локальной ИПД «Сатино»: базовые пространственные данные на основе содержания базы данных учебной ГИС, профиль метаданных на основе стандартов ISO 19115:2003 и ISO 19139:2007, геопортал «Сатино». Особенностью профиля метаданных локальной ИПД является двухуровневая его структура: хранения метаданных в памяти компьютера и представления метаданных пользователям инфраструктуры. При этом структура хранения метаданных соответствует международным стандартам, а структура представления – терминологии, принятой в географических исследованиях.

Для выполнения всех функций внутреннего сегмента ИПД УНС «Сатино» использовано программное обеспечение Minnesota Map Server, свободно распространяемое через Интернет. С его помощью создан картографический сервер, формирующий основу для создания веб-карты, входящей в интерактивный интерфейс базы данных ГИС «Сатино» во внутреннем сегменте ИПД. Основные функции интерфейса реализованы путем программирования на языке HTML и JavaScript. Хранение данных в базе данных, управляемой СУБД MySQL, позволяет использовать преимущества средств управления реляционной базой данных.

Интерфейс базы данных — интерактивное средство доступа — представляет собой веб-сайт, доступный внутри локальной компьютерной сети географического факультета из окна обычного веб-браузера (например, Internet Explorer) по определенной ссылке.

В соответствии с технологической схемой геопортала сформированы серверные хранилища базовых данных и метаданных, опубликованы ГИС-сервисы стандарта WMS для доступа к базовым данным, разработан веб-интерфейс с картографической составляющей. Для формирования хранилищ использовано программное обеспечение Microsoft SQL Server, ESRI ArcSDE и MySQL Spatial. Для публикации ГИС-сервисов использованы ArcGIS Server и UMN MapServer. Для разработки веб-интерфейса геопортала применены программный продукт ESRI Geoportals Extension и текстовые HTML-редакторы.

Разработанная методика применима для создания и предоставления различных видов геоинформационных ресурсов в рамках географических исследований на локальном уровне (географические стационары, особо охраняемые природные территории, ключевые участки) с использованием Интернета, а также при создании инфраструктур пространственных данных других типов и уровней. Созданная в рамках исследования локальная ИПД «Сатино» позволила существенно расширить использование геоинформационных ресурсов, формируемых в ходе географических исследований территории Сатинского учебно-научного полигона, а также использовать возможности системы при проведении практики студентов 1 курса географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

## **Научно-образовательный геопортал**

Практическим решением задачи обеспечения взаимодействия между поставщиком пространственных данных и конечным пользователем, доступа к централизованным хранилищам пространственных данных и геоинформационных ресурсов является создание геопорталов или других информационных географических и картографических Интернет-продуктов различной тематики. Востребованность веб-ГИС, веб-карт также подтверждает целесообразность создания геопорталов. Ряд университетов России приступил к созданию геопорталов спутниковых данных, объединившись в Ассоциацию университетских геопорталов – «УНИГЕО».

Геопортал с оперативным наполнением и комплексом обучения и обработки информации космических снимков, созданный в рамках Программы развития МГУ

имени М.В. Ломоносова до 2020 г. совместно с ИТЦ «СканЭкс» - Геопортал МГУ, начал функционировать с 2011 г. Это инновационная система доступа к пространственным данным со спутников дистанционного зондирования Земли из космоса. Геопортал представляет собой геоинформационный комплекс, включающий аппаратную часть (антенны для приема снимков, терминалы для их обработки), программную часть (обеспечение для приема, первичной и тематической обработки космических снимков), а также пополняемые базы данных космических снимков и карт.

Ресурс содержит растровые и векторные картографические данные различного масштаба, геопривязанные мозаичные покрытия на основе космических снимков. Данные, являющиеся базовым наполнением геопортала, сопровождаются лицензией только для научно-исследовательских и образовательных целей. На географическом факультете создан специализированный компьютерный класс для обучения новейшим геоинформационным и аэрокосмическим технологиям. Оперативное наполнение геопортала осуществляется специалистами МГУ с помощью аппаратно-программного комплекса получения и обработки спутниковых снимков «УниСкан» инженерно-технологического центра «СканЭкс». Базовое программное обеспечение Геопортала - программный продукт Scanex GeoMixer.

Scanex GeoMixer - это технология для работы с геоданными в Интернет/интранет сетях и интеграции геосервисов. Эта технология позволяет пользователям быстро и просто публиковать собственную географическую информацию на сайте, накладывая ее поверх базовых данных (карт, данных дистанционного зондирования) и затем предоставлять к ним доступ для совместной работы неограниченному числу пользователей, разграничивая при этом права доступа. Такой сервис дает возможность объединения тематических слоев данных, справочной информации, предоставление пользовательского инструментария, обеспечивает интеграцию в информационные системы.

Наличие таких возможностей позволило создать в среде Scanex GeoMixer новый научно-образовательный ресурс - геопортал и веб-ГИС "УНС Сатино" для обеспечения прямого доступа к пространственным данным и работы с ними, в первую очередь при проведении полевых практик на территории УНС. Детальность и точность пространственных данных, размещаемых на геопортале, соответствует топографической карте масштаба 1:5 000.

Геопортал "УНС Сатино" (рис.2) предоставляет три вида поиска данных:

- Поиск по координатам: необходимо ввести значение координат в поисковой строке.
- Поиск по адресной базе: при подключении к проекту адресных баз данных, возможно осуществлять поиск по ним; результаты адресного поиска отображаются в структурированном виде, в соответствии с иерархией административного соподчинения.
- Поиск по атрибутивной информации: необходимо задать текстовое или числовое значение атрибута в строке поиска; поиск будет проведен по всем векторным слоям, составляющим содержание данной карты.



Рис.2. Геопортал "Сатино"

Разработанный интерфейс веб-ГИС "Сатино" позволяет решать множество учебных и научных задач благодаря наличию базового ГИС-инструментария в Scanex GeoMixer. При этом база данных получает статус базы географических данных коллективного доступа, поддерживающей разные модели данных, основанные на векторном и растровом представлении. База данных веб-ГИС:

- обеспечивает все разделы базовой географической практики и охватывает всю территорию полигона;
- все данные спроектированы и привязаны в одной системе координат WGS 84, что способствует легкой координатной привязке новых собираемых данных;
- каждый раздел описывается набором тематических атрибутов, достаточным для проведения географического анализа;
- в БД легко редактировать и вводить новые данные, что позволяет ежегодно актуализировать ее содержание.

Последнее свойство особенно ценно тем, что в процессе актуализации участвуют не только преподаватели, но и студенты, только что окончившие 1-ый курс.

Основные задачи, решаемые в настоящее время с помощью веб-ГИС - тематическое дешифрирование различных объектов местности по космическим снимкам. Этому способствует фонд как современных, так и архивных космических снимков на территорию УНС в комплексе с актуальной и достоверной базой данных ГИС "Сатино". Ведется разработка учебных заданий, что позволит использовать ресурс не только во время практик, но и в компьютерных практикумах по топографии и геоинформатике.

## Геопортал международного проекта “CaspInfo”

Другим примером реализации методов создания научного портала, обеспечивающего доступ к ИПД служит геопортал международного проекта “CaspInfo” (Caspian Sea Environmental And Industrial Data & Information Service) (<http://www.caspinfo.net>) [4], в котором принимали участие сотрудники кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ [3]. Основной задачей проекта являлось создание информационной модели, связывающей науку, законодательство, промышленность и бизнес структуры. Одним из важных элементов при использовании такой модели является наличие, доступность и достоверность информации об окружающей среде, в том числе и морской, промышленной деятельности, регламентирующих актов, действующих в рамках современного законодательства разных стран.

Основная идея проекта "CaspInfo" близка к разработкам крупнейших европейских научно-исследовательских проектов SeaDataNet [5] и SIMORG (<http://www.seadatanet.org>), в задачи которых входит совместимость и унификация международных и европейских стандартов метаданных, обеспечение доступа к распределенным базам морских и экологических данных. Данные предоставляются профессиональными национальными центрами сбора информации – составляющими общеевропейской сети по обеспечению онлайн-доступа к базам данных.

Основными целями проекта "CaspInfo" являются:

- *Инициация и поддержка Интернет-сети прикаспийского региона, соединяющей ведущие научно-исследовательские институты, органы государственного управления, представителей нефтегазовой промышленности, и других структур, заинтересованных в совместном создании и использовании информационного сервиса CaspInfo*
- *Разработка и создание сетевого информационного сервиса "CaspInfo" для облегчения доступа к социально-экономической и правовой информации, а также к метаданным распределенных баз данных, управляемых региональными партнерами.*
- *Исследование и разработка устойчивой модели применения информационного сервиса "CaspInfo" в различных целях, в том числе и для поддержки принятия решения, принимая во внимания требования всех заинтересованных сторон.*

Разработанная на кафедре картографии и геоинформатики интерактивная база знаний и интерактивная система управления информационными ресурсами организована в четыре отдельные базы данных (каталога метаданных): "Ученые", "Библиография", "Социально-экономические данные", "Картографические материалы", встроенные в структуру "CaspInfo" (рис.3).



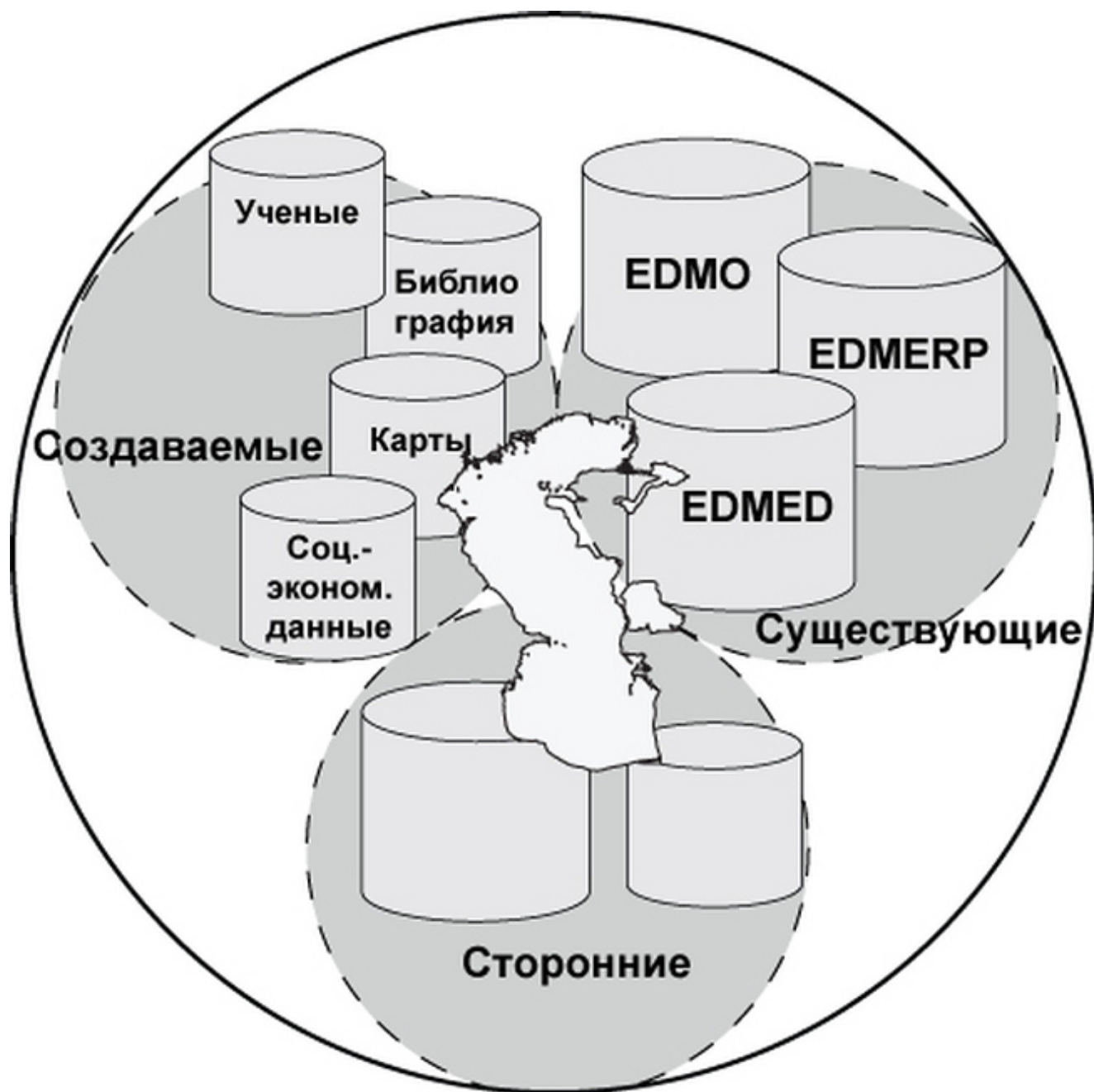


Рис. 3. Общая структура системы управления ресурсами

С точки зрения функциональности это предоставляет пользователям "CaspInfo" в режиме реального времени следующие сервисы: визуализация баз метаданных, поиск-фильтрация-сортировка необходимой информации; визуализация детальной информации выбранного объекта; занесение информации об объектах с использованием системы управления содержимым базы данных. Для базы "Картографические материалы" предусмотрен специфический сервис отображения эскиза картографического источника посредством реализации технологии WMS – Web Map Service, а для базы "Социально-экономические данные" обеспечивается возможность сохранения необходимой информации на локальном диске пользователя.

Методология создания отдельных приложений проекта "CaspInfo"

базируется на использовании стандарта открытых ГИС - OpenGIS (OGC). Для обеспечения доступа к информационному сервису с возможностью использования геоинформационных технологий было решено использовать распространенное в свободном доступе Web-приложение MapServer, совместно с библиотекой OpenLayers, обладающее широкими возможностями визуализации пространственных данных, связь с базой данных - обработку запросов пользователей.

Разработанное Web-приложение состоит из серверной и клиентской частей. Для предоставления услуг по размещению информации для серверной стороны и для обслуживания других Web-сервисов используется один из серверов IOC-IODC (International Oceanographic Data Center)- <http://193.191.134.20/caspinfo/>

Клиентская часть приложения реализуется как набор HTML страниц с использованием языков JavaScript и HTML, что и позволит рядовым пользователям работать с сервером "CaspInfo" с помощью обычных браузеров Internet Explorer или FireFox/Mozilla (версия 3).

Интерфейс поиска обеспечивает пользователей средствами выбора критериев поиска для каждого поля указанных выше баз данных. Если атрибутивная таблица или связанные таблицы имеют пространственный компонент, пользователь будет иметь возможность использовать карту для формирования критерия "Пространственный запрос" (Spatial query). Чтобы задать критерии выбора, пользователь должен или щелкнуть мышкой на карте и тянуть прямоугольник, или ввести значения и диапазоны широт и долгот. Только записи, попавшие полностью или частично в заданный прямоугольник, будут включены в результат поиска. Результаты поиска могут быть представлены в двух формах: табличной и, если возможно, на карте.

Использование Web-приложение MapServer позволяет добавить ГИС-функциональность к поисковой системе. В качестве базовых слоев используются слои OpenLayers Library (<http://www.openlayers.org>), реализованные посредством технологии WMS - Web Map Service. Этот же сервис реализован для базы метаданных "Картографические материалы" для отображения эскиза картографического источника.

Представленные исследования наглядно показывают, что разработка и широкое внедрение геоинформационных и картографических ресурсов позволит значительно ускорить решение актуальных проблем как географии, картографии, геоинформатики и аэрокосмического зондирования, так и проблем подготовки высококвалифицированных и востребованных на рынке труда специалистов.

## **Литература**

[1]. Аляутдинов А.Р. Методы включения пространственных данных в геоинформационные системы.// Вестник Московского Университета. Серия

5: География, 2007. №1.

[2]. Осокин С.А. Задачи и методика создания локальных инфраструктур пространственных данных.//Геодезия и картография. 2009, №2.

[3]. Lourie I., Alyautdinov A., Kalinkin I., Semin V., Development Knowledge Base of Caspian Region as a part of "Casplnfo" project of European Scientific Cooperation. Proceeding of Conference "The Caspian Region: Environmental Consequences of the Climate Change": October 14–16, 2010. Moscow.

[4]. ВЕБ портал проекта CASPINFO <http://www.caspinfo.net> (дата обращения: : 22.08.2012)

[5]. ВЕБ портал проекта SeaDatNet <http://www.seadatanet.org> (дата обращения: 22.08.2012).

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента «Научные школы» (НШ-3405.2010.5), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 14.740.11.0200) и проекта "Casplnfo" Commission of the European Union

---

### **Об авторах**

**Лурье Ирина Константиновна** – заведующий кафедрой картографии и геоинформатики Географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва), доктор геогр. наук, профессор

**Аляутдинов Али Раисович** – науч. сотр. Географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва).  
e-mail: [alik@geogr.msu.ru](mailto:alik@geogr.msu.ru)

**Осокин Степан Артемович** – канд. геогр. наук, науч. сотр. кафедры картографии и геоинформатики Географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва).

---