

## РАЗВИТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НАЗЕМНОГО И АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И БАЗ ГЕОДАННЫХ СРЕДСТВАМИ ГЕОПОРТАЛОВ

И.К. Лурье, А.Р. Аляутдинов, Т.Е. Самсонов  
Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
[lurie@mail.ru](mailto:lurie@mail.ru), [alikh@geogr.msu.ru](mailto:alikh@geogr.msu.ru), [tsamsonov@geogr.msu.ru](mailto:tsamsonov@geogr.msu.ru)

Рассматривается проблема интеграции геоинформационных ресурсов и обеспечения свободного доступа к ним для обеспечения исследований окружающей среды. Суть инновационной комплексной разработки состоит в формировании базовых положений и методологии интеграции сервисов данных дистанционного зондирования, карт и баз геоданных средствами геопортала, а также в развитии поисковых и геоинформационно-аналитических инструментов для работы с пространственно-определенными данными из разных источников через геопортал и картографические веб-приложения.

Задачи, связанные с формированием и использованием информационных ресурсов, содержащих пространственно определенные данные, являются актуальными в области научных исследований состояния и изменений окружающей среды. Последние годы доступ к космической информации и информационным технологиям ее тематического использования существенно расширился благодаря популярности онлайн-сервисов типа Google Earth или Яндекс Карты. Активно развиваются системы коллективного доступа и обработки данных дистанционного зондирования Земли, методы создания баз пространственно привязанных данных и их накопления, в том числе, с использованием публичных Интернет-ресурсов и средств веб-картографирования.

Наиболее быстрыми темпами идет развитие онлайн-средств доступа к распределенным ресурсам пространственных данных и геоинформационным услугам - специализированных геопорталов, направленных в том числе, на обеспечение научных исследований актуальными материалами дистанционного зондирования Земли и картографической информацией, что дает мощный толчок развитию инновационной и научной деятельности в области исследования окружающей среды.

Такие геопорталы, как правило, представляют собой аппаратно-программные геоинформационные комплексы, совмещающие возможности как прямого (специальные антенны), так и серверного приема космических снимков, техническое и программное обеспечение для обработки снимков, работы с базами геоданных и онлайн-архивами, в которых размещаются как исходные материалы, так и создаваемые по ним карты и иные результаты исследований, а также систему формирования заказов на снимки (съемки) и обучение пользователей.

На кафедре картографии и геоинформатики географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова уже несколько лет ведутся теоретические исследования и разработки геоинформационно-картографических технологий интеграции пространственно определенных данных (карт, космических снимков и баз геоданных) [2]. Они направлены на развитие новых методов современного тематического картографирования и исследования изменений окружающей среды на основе формирования структурированных и стандартизированных географических информационных ресурсов<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ (№ 13-05-12061\_офи-м) и гранта Президента «Научные школы» (НШ-2248.2014.5)

## Междисциплинарные исследования динамики окружающей среды

В рамках проекта РФФИ междисциплинарных фундаментальных исследований разрабатываются новые геоинформационно-картографические технологии изучения динамики окружающей среды, основанные на создании и использовании онлайн-баз данных (спектральных библиотек) наземных гиперспектральных и многоканальных спектрометрических измерений, карт, космических снимков и результатов их дешифрирования, каталогов метаданных на геопортале для выявления взаимосвязей между наземными спектральными характеристиками объектов и их отображением на гиперспектральных и многозональных космических снимках, что способствует повышению эффективности методов дешифрирования и картографирования изменений среды в разных природных зонах [1].

На геопортале концепция междисциплинарности реализована в виде различных наборов пространственных данных, формализованных на основе многолетних наблюдений и характеризующих состояние природной среды.

Технологии обмена метаинформацией и пространственной информацией, представленной в виде наборов векторных и растровых данных, отрабатывается на базе Геопортала с оперативным наполнением и комплексом обучения и обработки информации космических снимков, созданном в 2011 г. в рамках Программы развития МГУ имени М.В. Ломоносова до 2020 г. совместно с ИТЦ «СканЭкс» - *Геопортал МГУ*.

Использование сетевых технологий является основой геопортального решения проблем интеграции сервисов. Для обмена метаинформацией наиболее приемлема технология, базирующаяся на языке XML, получившем в настоящее время широкое распространение и хорошо себя зарекомендовавшем в ряде проектов по созданию инфраструктур пространственных данных. Спецификация XML позволяет не только описывать информацию, представленную в виде структурированного документа, но и частично определяет поведение XML-процессоров – программ, обеспечивающих доступ к документам. В качестве базовых технологий обмена пространственной информацией могут быть использованы спецификации WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), получившие также широкое применение и одобрение со стороны OGC (Open Geospatial Consortium).

Отработка технологий интеграции данных и функционально-ролевой модели доступа к данным выполнена в виде прототипа геопортала, пилотный вариант которого размещен на облачном сервисе ArcGIS Online. Разработка функционально-ролевой модели и последующее ее применение в рамках Геопортала МГУ является одной из важных задач при определении архитектуры геопортального решения.

### Разработка и реализация функционально-ролевой модели доступа к информации геопортала

Функционально-ролевая модель (ФРМ) является одной из составных частей любой геоинформационной системы, особенно, реализованной на архитектуре геопортальных решений. ФРМ представляет собой элемент системы управления, определяющий правила доступа в корпоративных информационных системах с большим количеством пользователей, выполняющих свои служебные обязанности в рамках системы. На ФРМ возлагаются следующие основные функции:

- Обеспечение функциональной надежности – способность информационной системы выполнять поставленные задачи в режимах максимальной нагрузки;

- Обеспечение информационной безопасности - предотвращение или минимизация ущерба (прямого или косвенного, материального, морального или иного), наносимого субъектам информационных отношений посредством нежелательного воздействия на информацию, ее носители и процессы обработки;
- Обеспечение функциональности системы администрирования - разграничение доступа различных групп пользователей, определение уровней доступа информации;

В целом, ФРМ является реализацией определенной политики безопасности - набора правил, определяющих множество допустимых действий в системе, при этом должна быть реализована полная и корректная проверка ее условий. Система считается надежной при условии, что пользователи не имеют возможности нарушить правила политики безопасности. Общим подходом для всех моделей является разделение множества сущностей, составляющих систему, на множества субъектов и объектов, хотя сами определения понятий «объект» и «субъект» в разных моделях могут существенно различаться.

Среди общего числа математических моделей безопасности компьютерных систем принято выделять три основные ключевые модели. Это модели систем дискреционного, мандатного и ролевого разграничения доступа. Модель дискреционного доступа определяется разграничением доступа между поименованными субъектами и объектами системы. Каждая пара «субъект-объект» характеризуется жестким определением типов доступа к информации. Сам доступ определяется политикой безопасности – имеет ли право доступа субъект, который является либо отдельным субъектом, либо членом группы, взаимодействовать с информационным ресурсом – объектом. При реализации мандатной модели разграничения доступа каждый объект и субъект системы маркируются специальными идентификационными метками, определяющие место объекта или субъекта в иерархической схеме системы. Мандатное управление доступом предусматривает наличие диспетчера доступа. Данный диспетчер контролирует все обращения субъектов к объекту и определяет разграничение доступа к объекту в соответствии с заданными правилами доступа. Ролевая модель разграничения доступа базируется на принципе, когда каждому пользователю или группе пользователей определена функциональная роль с соответствующими разрешениями доступа. В данном случае можно сказать, что роль представляет собой набор правил, определяющих доступ к информационным ресурсам.

Каждая из вышеперечисленных моделей обладает своими преимуществами и недостатками, и все они не стоят на месте, постоянно развиваются. С точки зрения разработки геоинформационной системы, реализованной на архитектуре геопортальных решений применение ролевой модели является более предпочтительной, так как ролевая модель отвечает требованиям сервис-ориентированной структуры веб-системы с большим количеством потенциальных пользователей. С другой стороны, использование иерархии ролей позволяет эффективно реализовать управление доступом, соответствующим ролям системы, при этом может быть реализованы дискреционное и мандатное управление доступом.

Выбрав ролевую модель управления доступа в качестве базовой, необходимо сформулировать роли или группы пользователей, которые будут соответствовать задачам геопортала и определять доступ к информации и, как следствие, их функциональные возможности. Кроме того, необходимо разработать четкую иерархическую структуру групп пользователей. В этом случае, скомпоновав пользователей в отдельные группы и их определив место в иерархической системе, формируются связи двух типов: вертикальные и горизонтальные. Горизонтальные связи работают на одном уровне иерархической системы и устанавливаются

взаимоотношения между пользователями одной группы, либо взаимоотношениями между группами пользователей одного уровня. Вертикальные связи определяют взаимосвязи между группами пользователей, находящихся на разных уровнях. Возможны вертикальные связи не только между соседними уровнями. Обычно, чем выше уровень, тем меньше число групп пользователей. Но, возможны варианты, когда это правило не сохраняется.

Для организации системы многопользовательского онлайн доступа к информации дистанционного зондирования, представленными данными наземных гиперспектральных многоканальных спектрометрических измерений, а также космическими снимками и картами предлагается выделить следующие группы пользователей:

- Обычные пользователи – самая крупная группа пользователей. К этой группе принадлежат пользователи, не имеющие отношения к области исследований. Функциональные возможности этой группы представлены минимальными набором функций, имеют право просматривать документы, находящиеся в общем доступе. Деление на подгруппы нецелесообразно.
- Авторизованные пользователи – группа пользователей, имеющих отношения к области исследования. Предполагается, что информационные источники портала будут использоваться этой группой пользователей целенаправленно. Возможно деление этой группы пользователей на несколько подгрупп, исходя из тематической направленности исследований специалистов для оптимизации поиска информации. Однако, функциональные возможности разных подгрупп будут одинаковы, так как подгруппы находятся на одном уровне иерархической системы. Группа пользователей имеет доступ ко всей информации, представленной на геопортале, имеет право осуществлять поиск по базам данных, скачивать доступную информацию, осуществлять отбор спектров, снимков, результатов их дешифрирования, объектов с известными спектральными свойствами, а также картографических данных.
- Группа редакторов – группа пользователей, ответственных за публикацию информационных источников на геопортале. Данная группа пользователей имеет права доступа для создания, записи и изменения документов на геопортале. Возможно даже изменение и создание отдельных разделов геопортала. Целесообразно деление данной группы на несколько подгрупп, согласно разным тематическим разделам портала. Например, группа картографов отвечает за наполнение картографических баз данных, картографических материалов и прочее. Группа дистанционного зондирования отвечает за публикацию снимков, результатов их дешифрирования и прочее. Функциональные возможности подгрупп этой группы могут отличаться в зависимости от используемой технологии. Это может быть доступ к базе данных, доступ к картографическому серверу, доступ к отдельным документам.
- Группа разработчиков портала – группа пользователей, имеющих практически полный доступ к геопорталу. По своим функциональным возможностям обладают более полными правами доступа, чем группа редакторов. Основная задача этой группы пользователей – создание геопортала, как информационного ресурса сети Интернет. Пользователи этой группы имеют право не только менять структуру геопортала. В отличие от группы редакторов, данная группа может добавлять, удалять, редактировать отдельные функциональные блоки, публиковать дополнительные сервисы и осуществлять мониторинг их использования разными группами пользователей. В эту же группу, в качестве отдельной подгруппы, могут входить специалисты, отвечающие за определение тематических разделов геопортала,

за подготовку информационных материалов для последующей передачи их группе редакторов, а также контролирующих корректность опубликованной информации. Необходимо отметить наличие в этой группе специалистов по веб – дизайну, разрабатывающих графическое и цветовое оформление геопортала.

- Системные администраторы – самая малочисленная группа пользователей. Основная задача этой группы обеспечение надежной работоспособности сервера, системное администрирование, включая установку необходимого программного обеспечения, ведение учетных записей пользователей и определение политики безопасности.

## Реализация пилотного проекта

Разработанная функционально-ролевая модель геопортала, представленная в виде совокупности групп пользователей и определение их основных функций, позволит существенно упростить и облегчить трудоемкую задачу по администрированию системы, таким образом, внося свой вклад в процесс разработки, управления и оптимизации геопортала.

Модель реализована на программной платформе Esri ArcGIS и включает две составляющих: картографический портал ArcGIS Portal, предоставляющий доступ к опубликованным данным, а также портал метаданных Esri Geoportal Server, описывающий опубликованные данные спектрометрирования, карты и прочие элементы в соответствии со стандартами OGC (Open Geospatial Consortium) и специализированным профилем метаданных для спектрометрических данных - GEOMS (Generic Earth Observation Metadata Standard). Использование указанного профиля метаданных для спектрометрической информации позволит, в конечном итоге, интегрироваться в мировую систему исследования окружающей среды на основе данных дистанционного зондирования.

Профиль метаданных включает группы метаданных:

- EarthObservationMetadata - общие свойства, такие как идентификатор данных, ссылка доступа и информация об архивировании,
- EarthObservationEquipment - описание оборудования, использованного для проведения спектрометрирования, включая платформу, название инструмента, тип сенсора, его технические и физические характеристики,
- EarthObservationResult - описание результатов спектрометрирования,
- Footprint - описание области спектрометрирования,
- EarthObservationObject - описание объекта — новая группа метаданных, созданная специально для профиля спектрометрирования.

На основе интеграции данных наземного и космического *гиперспектрального зондирования* созданы наборы тестовых спектральных образов объектов для повышения достоверности дешифрирования снимков; выполнена их каталогизация на примерах построения экологических трансект в разных регионах (Рис.1).

Для работы с этими данными разработана структура базы данных, специализированный профиль метаданных для описания данных спектрометрирования, и архитектура геопортала. База данных геопортала содержит следующие элементы: точки спектрометрирования, таблицы спектрометрирования, фотографии образцов проб, космические снимки, схемы дешифрирования. Таблицы спектрометрирования и фотографии образцов привязаны к точкам по уникальным идентификаторам. Для облегчения работы с данными в режиме онлайн основные спектрометрические характеристики вынесены в отдельную таблицу и использованы при публикации картографического сервиса для геопортала. Полные данные спектрометрирования с

графиками доступны по ссылке в виде файлов Microsoft Excel, предоставленных на FTP-сайте (Рис.2).



Рис.1. Экологическая трансекта. Кольский полуостров, 2013г

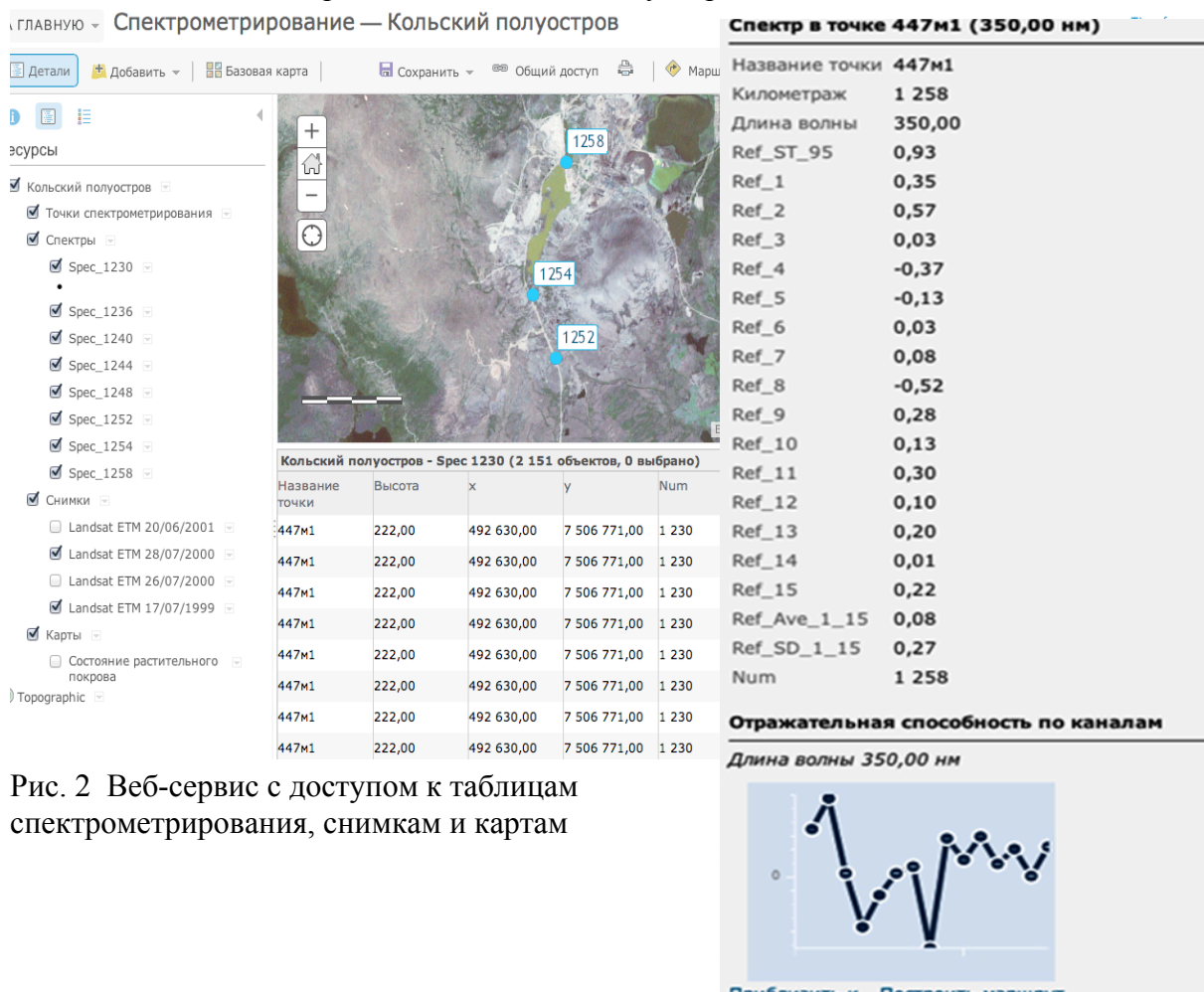


Рис. 2 Веб-сервис с доступом к таблицам спектрометрирования, снимкам и картам

## Литература

- [1] Зимин М.В., Тутубалина О.В., Голубева Е.И., Рис.Г.У. Методика наземного спектрометрирования растений Севера для дешифрирования космических снимков // Вестник МГУ. Серия 5: География, №3, 2014
- [2] Лурье И.К., Аляутдинов А.Р., Осокин С.А. Интеграция географических информационных ресурсов и обеспечение онлайн-доступа к ним для решения научных и образовательных задач в журнале *Электронные библиотеки* <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal>, том 16, № 4 2013

## **DEVELOPMENT GEOINFORMATION RESOURCES BASED ON TECHNOLOGIES OF INTEGRATION AND PROCESSING FIELD AND AEROSPACE SENSING DATA AND GEODATABASES BY FACILITIES OF GEOPORTALS**

Geographical Faculty M.V. Lomonosov MSU  
I.K. Lurie, A.R. Alyautdinov, T.E. Samsonov

### Ключевые слова:

пространственно-определенные данные, геоинформационные ресурсы, интеграция, базы геоданных, геопортал, геоинформационно-картографические технологии, аэрокосмическое зондирование, распределенные базы данных

### Key words:

geospatial data, geo-information resource, integration, geodatabase, geoportal, geo-mapping technologies, aerospace sensing data, distributed database