

УДК 004.4:528.9

Формирование геоинформационного Интернет-портала для задач мониторинга состояния природной среды и ресурсов

**Алексей А. Кадочников, Владимир Г. Попов,
Алексей А. Токарев, Олег Э. Якубайлик***

*Институт вычислительного моделирования СО РАН
660036 Россия, Красноярск, Академгородок, 50, стр. 44¹*

Received 22.10.2008, received in revised form 30.10.2008, accepted 29.12.2008

Рассматривается задача создания информационно-аналитической системы для экологического мониторинга состояния природной среды и ресурсов, построенной на основе технологий ГИС, Интернет, обработки данных дистанционного зондирования. В качестве технологической основы системы рассматривается геоинформационный Интернет-сервер. Обсуждаются функциональные требования к указанной системе, состав и особенности реализации необходимого программного обеспечения. Приведен ряд конкретных примеров, которые иллюстрируют возможности развиваемого подхода, эффективность использования предлагаемых технологических решений. Значительное внимание уделяется программным интерфейсам, с помощью которых обеспечивается доступ к массиву геопространственных данных системы со стороны сторонних приложений.

Ключевые слова: геоинформатика, Интернет, спутниковая картографическая информация, WMS, экологический мониторинг, геоинформационный Интернет-сервер, веб-картография.

Введение

Формирование современной вычислительной инфраструктуры для обеспечения задач многоцелевого мониторинга объектов подстилающей поверхности Красноярского региона должно опираться на исследования в области информационных и телекоммуникационных средств и технологий. Необходимо создание методического и информационного обеспечения, программно-технологических решений, которые должны быть реализованы с учетом мирового опыта, на основе международных технологических и отраслевых стандартов.

Характерной особенностью рассматриваемого класса задач является значительная доля данных с пространственной привязкой, для их решения используются геоинформационные системы (ГИС). Проблемы сбора и передачи, организации доступа, эффективного использования геопространственных данных, в том числе данных дистанционного зондирования, являются одной из актуальных проблем, стоящих перед научным сообществом и органами государственной власти. Также следует отметить необходимость обеспечения аналитической обработки пространственных данных в ГИС.

* Corresponding author E-mail address: oleg@icm.krasn.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

Как показывает анализ современного состояния исследований и разработок в данной области, использование Интернет-технологий при создании ГИС для рассматриваемых задач имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными настольными системами – доступность предлагаемых решений большому числу пользователей, упрощение процесса установки и распространения программного обеспечения, снижение его стоимости, возможность интеграции со сторонними приложениями.

Необходимость обеспечения контроля за экологической обстановкой предъявляет серьезные требования к источникам информации о состоянии природной среды. Во-первых, средства наблюдения за объектами подстилающей поверхности должны охватывать обширные и нередко малонаселенные территории; во-вторых, вследствие локальности и относительно малых размеров интересующих объектов, эта информация должна быть географически подробной и тщательно привязанной к местности; в-третьих, в силу динамичного характера процессов в природной среде, повторяемость наблюдений должна быть достаточно высока. Наконец, стоимость наблюдений должна быть относительно невелика, особенно учитывая их массовый характер. В настоящее время единственным (и широко применяемым в мировой практике) инструментом, отвечающим этим требованиям, является региональный спутниковый мониторинг, основанный на регулярном приеме спутниковой информации и ее оперативной обработке и поставке (в том числе совместно с данными подспутниковых наблюдений).

Основными целями экологического мониторинга Земли считаются: определение границ зон экологического бедствия и неблагоприятного состояния природной среды; отслеживание геологических процессов и деградации земель; анализ воздействия разведки и разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду; определение экологического состояния поверхностных и подземных вод, атмосферы, лесов; изучение динамики антропогенных ландшафтов; прогноз урожайности сельскохозяйственных культур. Исследования при выполнении настоящего проекта проводятся в этом контексте и сосредоточены на создании средств оценки и мониторинга объектов подстилающей поверхности Красноярского региона.

Предмет исследования

Геоинформационный Интернет-портал для задач мониторинга состояния природной среды и ресурсов рассматривается как информационно-аналитическая система, основанная на Интернет и ГИС-технологиях, в которой предполагается обработка больших объемов картографической информации, в том числе – данных дистанционного зондирования Земли, применение эффективных методов анализа данных, визуализация статистических и аналитических данных, сильно изменяющихся в пространстве и времени, с использованием карт и их комбинаций, с развитыми средствами доступа к хранящимся в системе данным.

Основные задачи, решаемые этой системой:

- организация технологической среды для интеграции формируемых информационных ресурсов, создание централизованного хранилища пространственных данных проекта (комплексные цифровые модели местности, цифровые карты подлежащих наблюдению природных комплексов и объектов мониторинга подстилающей поверхности, карт современной ландшафтной структуры, антропогенной трансформации ландшафтов и проч.);

- создание средств для информационного взаимодействия пользователей, управления правами доступа к информации, размещаемой в централизованном хранилище данных проекта, поддержки каталога информационных ресурсов с авторизованным доступом к данным, формирования тематических веб-сервисов и приложений (геоинформационный Интернет-портал проекта);
- формирование и поддержка базы данных технических характеристик объектов подстилающей поверхности Красноярского региона, средств навигации и поиска для нее;
- формирование и поддержка базы данных экологического мониторинга на территории Красноярского региона, характеристик современного состояния окружающей природной среды на основе статистической и научно-исследовательской информации;
- формирование тематических приложений в составе геоинформационного Интернет-портала проекта для задач и исследований, выполняемых по настоящему проекту (технологическое обеспечение задач оценки и моделирования в области экологического мониторинга, оперативного информирования авторизованных пользователей о качестве окружающей природной среды в зоне объектов подстилающей поверхности и проч.).

Программно-технологическое обеспечение, построенное в соответствии с требованиями перечисленных задач, может обеспечить очень быструю реализацию конечных приложений – информационных картографических Интернет-систем, ориентированных на конкретную предметную область, с хорошо сформулированными требованиями к функциональным возможностям. Иллюстрациями систем такого рода могут служить разработанные авторами в кратчайшие сроки системы по археологическим памятникам (рис. 1) и редким и находящимся под угрозой исчезновения видам животных Красноярского края (рис. 2).

Несмотря на то, что исследования по указанным темам еще только в начале своего пути, обе системы уже представляют самостоятельный практический интерес, имеют «презентабельный» внешний вид, который может совершенствоваться по мере развития проектов. Также следует отметить возможность программного веб-доступа к собранным и упорядоченным тематическим данным, т.е. системы открыты для авторизованного использования хранящихся в них геопространственных данных сторонними приложениями.

Основные функции геоинформационной системы

Анализ общих технических требований, предъявляемых к региональным ГИС, позволил сформулировать функциональные требования к создаваемой системе. В результате она поддерживает следующие базовые функции:

- обеспечение пользователя всеми основными функциями настольной ГИС: выбор карты, навигация по карте, масштабирование карты, смещение участка карты по восьми основным направлениям, центрирование карты по месту «клика» по карте, включение-выключение отображаемых на карте базовых тематических слоев, позиционирование найденного объекта или группы объектов на карте в укрупненном (подробном) масштабе;
- обработка запроса к базе данных, результатом которого является список объектов, удовлетворяющих запросу, тематические отчеты. Например, функция поиска объектов по географическому названию, по справочной информации, по статистическим показателям;

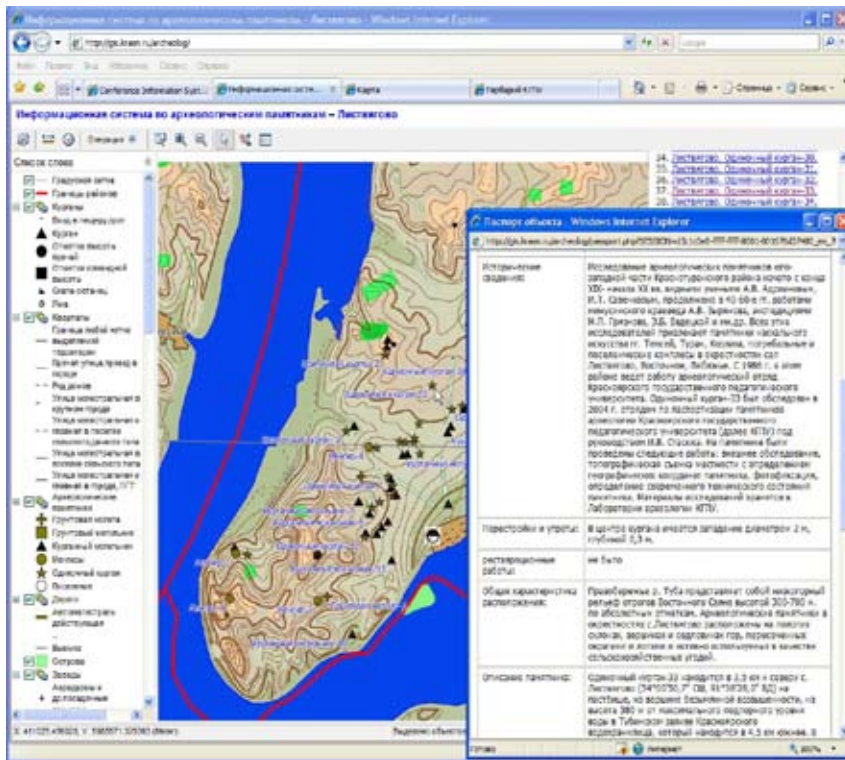


Рис. 1. Геоинформационная Интернет-система по археологическим памятникам Красноярского края

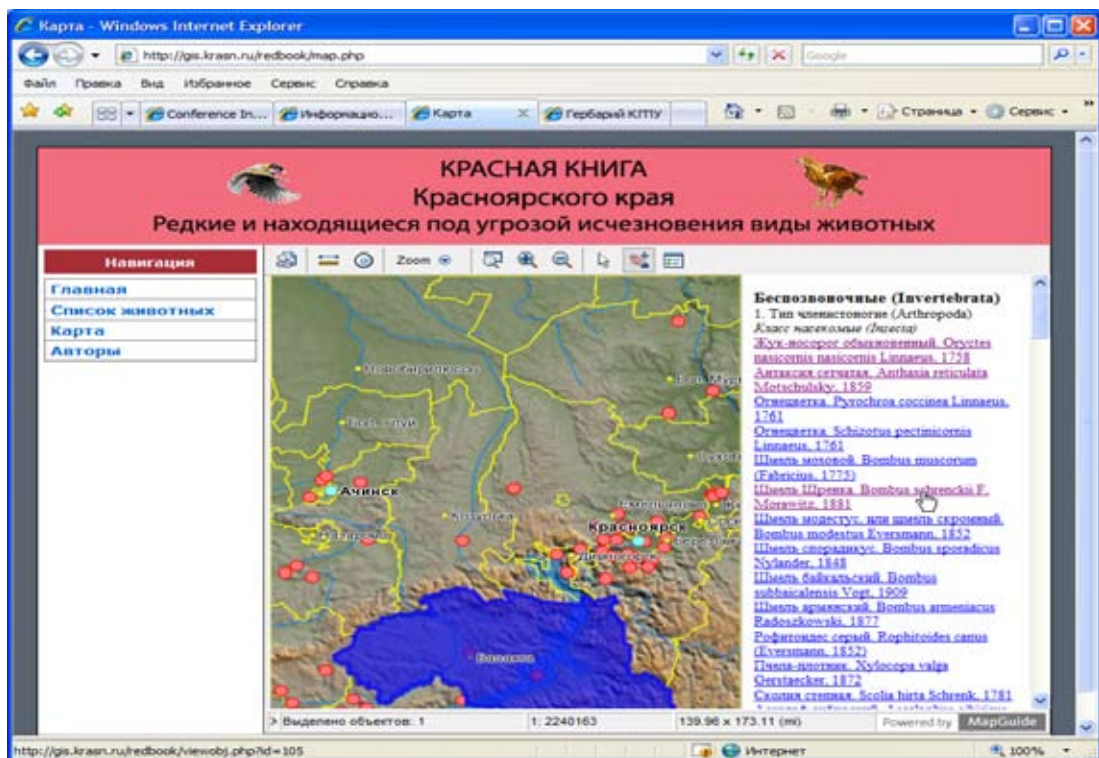


Рис. 2. Картографический интерфейс Красной книги Красноярского края «Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных»

- формирование тематических карт с показом различий в качественном состоянии объектов на текущий момент с помощью разных картографических способов изображения;
- получение информации по объектам, попавшим в заданный радиус от места «клика» пользователем по участку карты, в отдельном информационном окне;
- наличие развитой системы прав доступа к картографическим и семантическим данным. Поскольку развертывание ИГИС предполагает доступ к системе многим пользователям, необходимо разделение прав доступа к информации разными пользователями;
- механизмы обмена данными с внешними системами на основе открытых форматов данных, средства возможности расширения функций ГИС возможностями продвинутых пользователей.

В качестве технологической основы системы рассматривается геоинформационный Интернет-сервер.

При разработке была предусмотрена взаимосвязь атрибутивных данных СУБД и геопространственной информации. В основе механизма динамической связи карты с базой лежит соответствие между территориальными объектами базы и карты (картографическая привязка данных). Каждый территориальный объект подстилающей поверхности в базе данных имеет свой уникальный номер. Именно он прописан в файлах картографических слоев. Таким образом, существует возможность поиска территориального объекта на карте по известному идентификатору, и наоборот, осуществление выборки данных из многомерной базы данных, соответствующих конкретному территориальному объекту, а также мониторинг объектов на карте.

Кроме этого, в базе данных могут храниться связи, которые показывают, на каких слоях присутствует некоторый объект. Возможности динамической связи картографических объектов существенно расширяют функциональность программного обеспечения. Реализация технологии ГИС позволяет осуществлять пространственные запросы к базе данных и помогает существенно сократить время получения требуемой информации. Пользователь имеет возможность получать визуальное представление о территориальном расположении объектов и соответствии данных этим объектам. Применение различных схем картографической визуализации повышает степень восприятия «голых» числовых данных.

Важной особенностью геоинформационной Интернет-системы является интуитивно-понятный пользовательский интерфейс. Легенда карты должна быть легко читаемой, содержать средства управления отображением карты. Сложившиеся традиции декларируют набор элементов управления – пиктограмм, с которыми связаны основные функции, предоставляемые интерфейсом. Характерный пример интерфейса приведен на рис. 3.

Для доступа к пространственным данным в рамках интеграции СУБД, ГИС и Интернет-технологий в системе предусмотрены следующие операции:

- поиск объекта на карте. При выделении географического объекта (группы объектов) в базе данных соответствующий объект динамически находится и отображается на карте;
- тематическое картографирование. Отображает выбранные в таблице данные на карте путем подкраски соответствующих полигонов, линий и точек, а также в виде столбчатых и круговых диаграмм, символов с изменяющимися стилями и размерами;

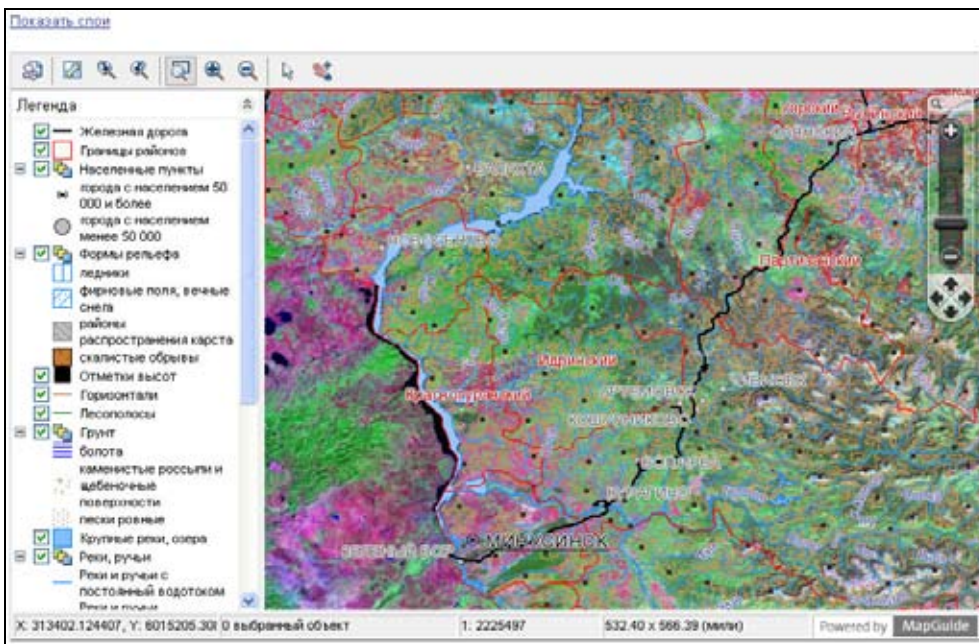


Рис. 3. Веб-интерфейс для просмотра подготовленных в системе тематических карт

- навигация по карте. При выделении объекта (группы объектов) на карте соответствующий объект и связанные с ним данные динамически находятся в базе данных и отображаются в таблице;
- мониторинг объектов. На карте в режиме реального времени отображаются объекты, расположение в пространстве которых постоянно изменяется. Дополнительно отображается их состояние;
- реализация пространственных запросов к объектам на карте, так называемые оверлейные операции. Суть этого достаточно мощного средства анализа множества разноименных и разнотипных по характеру локализации объектов состоит в наложении двух разноименных слоев (или множества слоев, больше двух, при многократном повторении операции попарного наложения) с генерацией производных объектов, возникающих при их геометрическом наложении, и наследованием их семантики;
- возможность построения новых слоев на основе аналитических операций и методов пространственно-временного моделирования, например, построение буферных зон;
- сетевой анализ, основные картометрические функции.

Все эти функции существуют в различных настольных ГИС, однако для создания нашей системы, с учетом стоящих задач анализа состояния и мониторинга объектов и ресурсов, необходимо связать эти функции и предложить комплексное решение, обеспечивающее удаленных пользователей инструментами для анализа без установки дорогостоящего программного обеспечения. Такие технологии могут применяться для управления территориями и комплексного анализа.

Состав программного обеспечения

Создаваемое программное обеспечение функционально разделяется на следующие части:

- программное обеспечение для сбора информации;

- программное обеспечение для доступа к информации, хранящейся в базах данных и файловых архивах;
- программное обеспечение для организации информационного взаимодействия;
- программное обеспечение для визуализации геопространственных данных;
- геоинформационные Интернет-сервисы, программные интерфейсы для решения прикладных задач.

Интегрированная геоинформационная Интернет-система многоцелевого мониторинга включает в себя набор программных средств, предоставляющих пользователям различный набор инструментов для работы с этой системой посредством различных клиентов (веб-клиент на основе веб-браузера, windows-клиенты), а также ряд средств администрирования самой системы и базы данных. При этом доступ к различным компонентам системы обеспечен различными способами:

- прямым подключением к базе данных. Используется в основном для ввода и редактирования данных;
- предоставлением различных сервисов для доступа к отдельным элементам системы. Например, доступ к табличной информации с использованием определенных запросов, доступ к картографическим данным с использованием международных технологических стандартов WMS, WFS и др.;
- доступом посредством веб-клиента с использованием стандартного веб-браузера.

Разработка системы должна предусматривать разделение прав доступа пользователей системы (администратор, оператор, обычный пользователь и т.п.), позволяя одновременно работать нескольким пользователям с различных мест.

Для некоторых пользователей система представляет собой обычный атлас, другим же предоставляются возможности по вводу и редактированию данных, средства построения различных выборок, отчетов в виде таблиц, тематических карт и т.д. Достаточно типичный пример интерфейса редактирования данных в модуле администрирования геоинформационного Интернет-портала приведен на рис. 4. Предполагается, что доступ в этот раздел администрирования имеют только подготовленные пользователи.

Реализация

Работа с созданной системой осуществляется через веб-интерфейс. Для запуска необходимо запустить веб-браузер (Internet Explorer, Firefox) и набрать в его адресной строке ссылку – `http://<hostname>:8008/`, где `<host>` – имя или IP-адрес сервера, на котором установлена геоинформационная система. Ссылка может быть другой, если установка выполнена с параметрами, которые отличаются от параметров по умолчанию.

Система предлагает набор пользовательских интерфейсов – для ввода данных, визуализации картографической информации, загрузке и фильтрации данных, поиска по разным параметрам, архивирования данных и т.д.

Информация организована в виде тематического каталога информационных ресурсов. При выборе нужного раздела появляется список карт. Если раздел содержит подразделы, то выводится список подразделов (дерево в левой части экрана). При выборе нужной карты отображается интерфейс просмотра карт, содержащий панель инструментов, легенду и саму карту. В интерфейсе пользователя предусмотрены различные операции с данными.

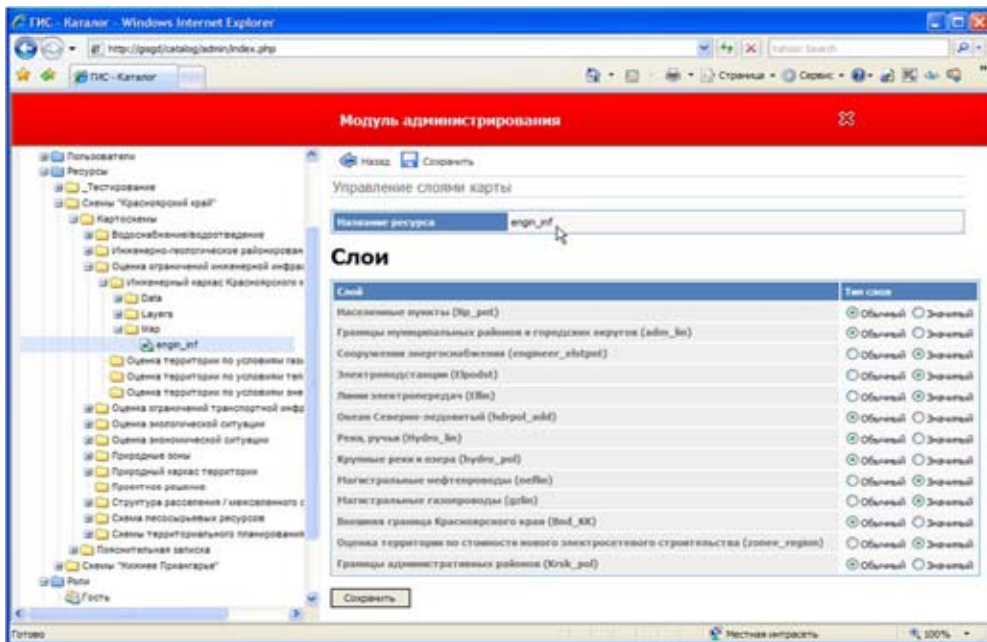


Рис. 4. Модуль администрирования параметров отображения тематической карты

Система содержит набор различных интерфейсов пользователя. В частности, предусмотрены возможности гибкой настройки легенды карты и развитые средства навигации по каталогу информационных ресурсов (рис. 5).

Доступ к каталогу ресурсов организован также через веб-сервис по протоколу SOAP. Программный интерфейс содержит следующие группы функций:

- аутентификация пользователя, управление сессиями;
- многокритериальный поиск ресурсов;
- управление объектами каталога;
- создание, модификация, удаление, публикация ресурсов.

Интерфейс пользователя реализован в виде интернет-ресурса с двумя видами доступа – пользовательским и административным. Пользовательский интерфейс предназначен для навигации и поиска опубликованных информационных ресурсов.

Административный интерфейс позволяет редактировать содержимое каталога, создавать новые информационные ресурсы, управлять их публикацией и классификацией (рис. 6). Доступ в административную часть предоставляется только после предварительной аутентификации пользователя по логину и паролю. Здесь реализован мастер импорта и обновления метаданных из сервера MapGuide OpenSource. Оператор задает исходную папку в каталоге MapGuide и параметры подключения к серверу, в результате импорта в каталоге информационных ресурсов появляются объекты исходного поддеерева. Автоматически прописываются базовые атрибуты, размещения, территориальная привязка информационных ресурсов. В дальнейшем предоставляется возможность их отредактировать и задать дополнительные атрибуты.

Для хранения данных каталога использована СУБД PostgreSQL 8.x с модулем PostGIS. Основным программным языком для разработки выбран язык сценариев PHP 5.x. В системе

Список литературы

1. Якубайлик О.Э. Геоинформационный Интернет-портал // Вычислительные технологии. Т. 12. Вып. 3. 2007. С. 117 – 126.
2. Якубайлик О.Э., Кадочников А.А. Разработка комплекса программно-технологических решений для геоинформационного портала // Вычислительные технологии. Т. 13. 2008 / Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. 2008. №3(58). Изд-во Казахского национального университета: Совместный выпуск по материалам межд. конференции ВИТ-2008. Ч. II. С. 196 – 202.
3. Гостица А. А., Кадочников А. А. Технология получения и обработки данных со спутника Landsat для задачи обзорного картографирования на примере заповедника “Столбы” // Проблемы информатизации региона. ПИР-2005: Материалы девятой Всерос. науч.-практ. конф.: В 2 т. Т. 1. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. С. 107 – 112.
4. Кадочников А. А. Технологии и программное обеспечение информационно-аналитических систем на основе геоинформационного Интернет-сервера: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11. Красноярск: ИВМ СО РАН, 2006. 20 с.
5. Токарев А. В. Применение интернет-технологий и геоинформационных систем для моделирования территориально-распределенных процессов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11. Красноярск: ИВМ СО РАН, 2005. 20 с.
6. Токарев А.В. Алгоритмы визуализации электронных web-карт в виде мозаики из растровых фрагментов на основе DHTML // Проблемы информатизации региона. ПИР-2007: Материалы десятой Всерос. науч.-практ. конф. В 2 т. Т. 2. Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. С. 61-66.

Implementation of Internet GIS Portal for Environment and Natural Resources Monitoring Tasks

**Alexey A. Kadochnikov, Vladimir G. Popov,
Alexey V. Tokarev and Oleg E. Yakubailik**

*Institute of Computational Modeling SB RAS,
50 build. 44 Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036 Russia*

Implementation of analytical software for ecological monitoring of environment and natural resources is discussed. This software is based on GIS, Internet and satellite data processing technologies. Internet GIS portal technique is proposed as technological basis. Functional requirements to the specified system, structure and features of implementation of the necessary software are discussed. A number of examples which illustrate possibilities of the developed approach are resulted. Special attention is given to software interfaces which provide access to the geospatial data of system from outside applications.

Keywords: G.I.S., Internet, WMS, Internet GIS portal, web mapping, Internet portal, satellite imagery data, web map service, ecological monitoring.
