

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ВЕБ-СЕРВИСОВ ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.А. Кадочников

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия

e-mail: scorant@icm.krasn.ru

При разработке программного обеспечения для систем оперативного мониторинга транспортных средств, а также при разработке картографических сервисов со средствами тематического картографирования для информационно-аналитических систем в региональном управлении сегодня важную роль играет детальная карта региона, поддерживаемая в актуальном состоянии. Наиболее эффективным решением для представления пространственной информации в различных приложениях для информационно-аналитических систем в региональном управлении является формат отображения карты с использованием растровых фрагментов (тайлов). Эту технологию используют такие ресурсы как Google Maps, Яндекс Карты и др. Однако детальность пространственных данных (например, здания, дороги, речная сеть) подобных ресурсов недостаточна для разработки программного обеспечения для геоинформационных систем на территории Красноярского края, при этом ограничена возможность как-то повлиять на актуализацию и наполняемость данных. В рамках ряда работ для Администрации Красноярского края была создана электронная карта края. В связи с этим возникла задача организации доступа к карте и поддержки ее в актуальном состоянии без участия в этом процессе конечного пользователя системы.

В рамках исследования уделено внимание проблеме, возникающей при разработке совместных проектов различных научных институтов, университетов и подразделений органов власти, связанной с обменом данными и метаданными о пространственной информации. Возникла задача разработки распределенного хранилища пространственной информации для более эффективного взаимодействия различных организаций. Разработаны программные средства для анализа пространственных данных в среде геопортала Института вычислительного моделирования СО РАН с использованием технологий, предлагаемых международным консорциумом Open Geospatial Consortium и программного обеспечения MapServer, MapGuide Open Source и GeoWebCache. Программные инструменты содержат средства для хранения цифровых картографических материалов, растровых снимков территории, сервисы для навигации по распределенному каталогу пространственных данных, сервисы для пространственного анализа и математического моделирования на унифицированных цифровых картах. Основным элементом геопортала является каталог метаданных о пространственных данных.

Каталог метаданных содержит информацию по доступным слоям и картам. Основной особенностью каталога пространственных данных является возможность использования различных форматов пространственных данных и организация доступа для пользователя к этим данным с помощью современных стандартов и технологий. Для оформления карт и картографических слоев применяется Styled Layer Descriptor – язык описания стилей,

используемый для отображения объектов на карте в WMS, WFS и WCS серверах, а также собственный формат описания стилей, разработанный для геопортала ИВМ СО РАН [1].

Пользовательский интерфейс для каталога метаданных, для систем оперативного мониторинга транспортных средств и для информационно-аналитических систем в региональном управлении решено выполнить в виде геоинформационного веб-приложения. Несмотря на некоторые недостатки, этот подход имеет существенные преимущества, как для пользователя, так и для разработчика, в том числе: независимость от платформы, отсутствие необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение, отсутствие проблем с поддержкой старых версий программ и обратной совместимостью, и др.

Для построения клиентской части веб-приложения подходят несколько технологий – Flash, DHTML (Dynamic HTML), SVG (Scalable Vector Graphics – масштабируемая векторная графика). Их возможностей достаточно для реализации клиентской логики картографического веб-интерфейса. Одним из интересных решений и популярных на сегодняшний день является применение технологии динамического HTML с методами асинхронного обмена данными без перезагрузки страницы (Remote Scripting, AJAX) [2]. Практически все современные веб-браузеры поддерживают эти технологии без использования дополнительных модулей.

При разработке картографического компонента веб-интерфейса были проанализированы два способа представления картографической информации для пользователя. Первый способ – карта отображается с использованием фрагментов (тайлы). Эту технологию используют такие ресурсы как Google Maps (<http://maps.google.com>), Яндекс Карты (<http://maps.yandex.ru>), Virtual Earth (<http://www.bing.com/maps/>) и др. Основным преимуществом такого способа является скорость получения визуальной информации пользователем и малая нагрузка на сервер при отображении статической информации. Процесс формирования карты на клиентском компьютере состоит из нескольких этапов, с использованием дополнительных программных потоков, механизма кэширования, очереди загрузки фрагментов и др. При таком способе отображения карты пользователю процесс построения композиции карты позволяет оптимизировать процесс загрузки, снизить нагрузку на веб-браузер и более равномерно ее распределить по времени. Однако при отображении меняющихся тематических данных такой способ снижает скорость доступа пользователя к пространственным данным и увеличивает нагрузку на сервер. Для решения этой проблемы используется второй способ отображения информации – по запросу пользователя генерируется одно растровое изображение [3]. В зависимости от типа представляемой информации пользователю в программном интерфейсе системы используется комбинация этих двух способов (рисунок 1).

Сегодня существует большое число библиотек с открытым исходным кодом для создания готового пользовательского интерфейса с картографическим интерфейсом, например OpenLayers (<http://www.openlayers.org>), GeoExt (<http://geoext.org>), MapFish (<http://www.mapfish.org>), Fusion (<http://trac.osgeo.org/fusion/>) и др. Однако функционала существующих библиотек было недостаточно для решения поставленной задачи и было разработано веб-приложение с использованием библиотеки OpenLayers. OpenLayers это JavaScript библиотека с открытым исходным кодом, предназначенная для создания карт на основе программного интерфейса, подобного GoogleMap API (<http://code.google.com/>), Virtual

Earth API (<http://www.microsoft.com/maps/>) или API Яндекс.Карт (<http://api.yandex.ru/maps/>) поддерживает технологию AJAX и анимацию.

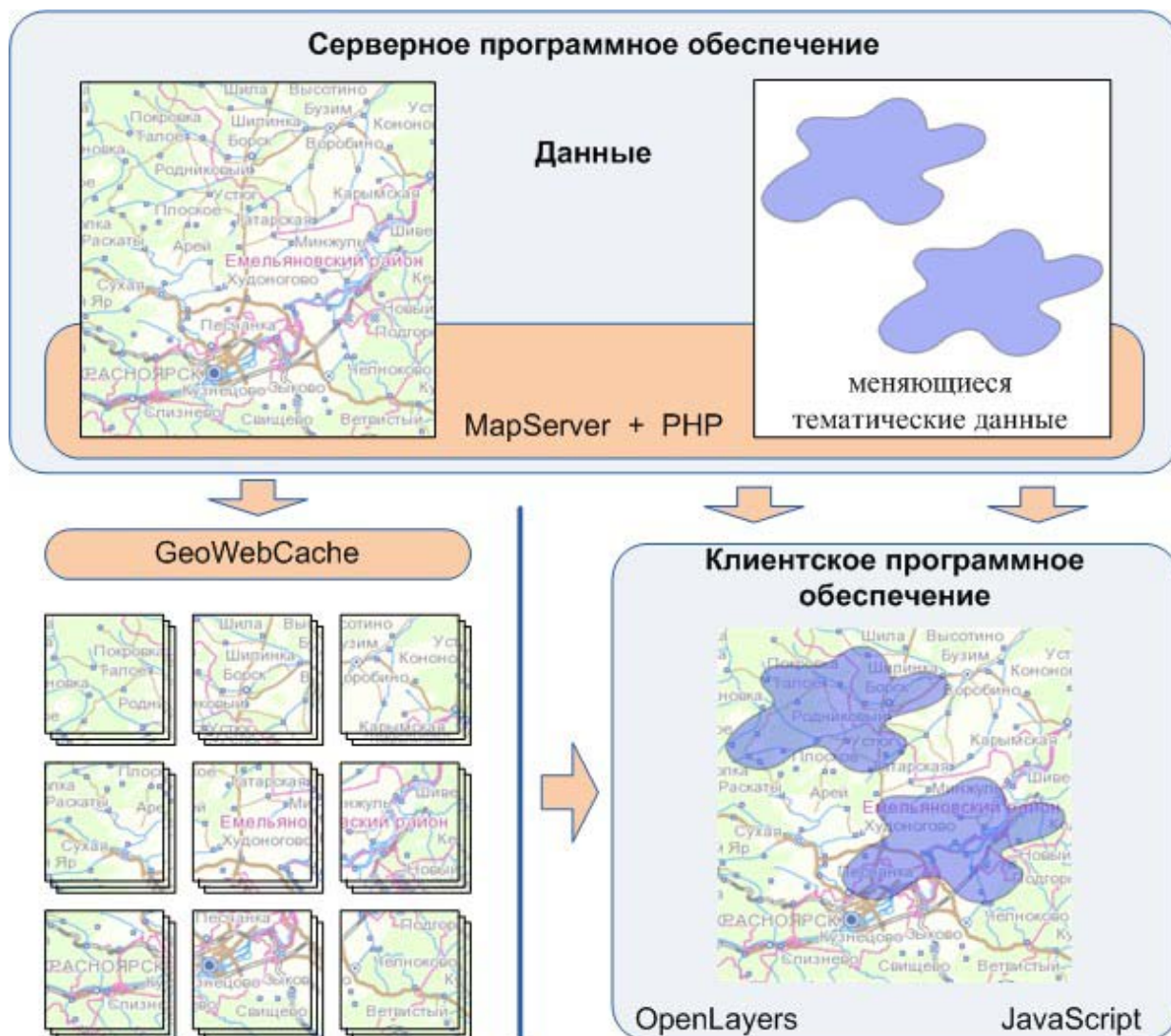


Рисунок 1 – Формирование карты для веб-приложения

При разработке серверной части веб-приложения для информационно-аналитических систем используется программное обеспечение MapServer, предназначенное для обеспечения доступа через Интернет к интерактивным картам, различной пространственно увязанной информации. MapServer позволяет интегрировать данные из нескольких источников или серверов, а также использовать средства программирования для создания пользовательских приложений, обеспечивает прямой доступ к файлам различных форматов систем автоматизированного проектирования и разработки геоинформационных систем. MapServer представляет собой открытую и свободно распространяемую среду разработки Интернет-приложений для работы с электронными картами широко распространенных среди множества геоинформационных систем векторных и растровых форматов, обладающую большим числом функциональных возможностей. В дальнейшем рассматривается возможность использования программного обеспечения TinyOWS (<http://www.tinyows.org/>), разрабатываемого в рамках программного обеспечения MapServer, которое реализует спецификацию WFS-T (Web Feature Service -Transaction). Это означает, что используя

TinyOWS, вы можете редактировать полученные данные с последующим автоматическим обновлением исходной информации на сервере. Это программное обеспечение позволит усовершенствовать модуль редактирования пространственных данных, разработанный в рамках работ по созданию каталога метаданных.

Для создания карты из фрагментов использовалось программное обеспечение GeoWebCache. GeoWebCache использует спецификацию WMS Tile Caching (WMS-C), которая явилась результатом конференции FOSS4G в 2006 г. Сервисы WMS (Web Map Service) разрабатывались с учетом большой гибкости и богатого функционала. Но это оборачивается высокими требованиями к вычислительной мощности сервера. Серверы WMS-C по протоколам совместимы с OGC (Open GIS consortium, <http://www.opengeospatial.org/>) WMS [4], поэтому их можно встроить между клиентом и сервером WMS, что позволяет существенно увеличить скорость реакции и разгрузить сервер. Рассмотрены альтернативные решения для создания каталога фрагментов, такие как ka-Map Cache (<http://ka-map.omini-verdi.org/>), TileCache (<http://tilecache.org/>) и др.

Источником пространственных данных для сервера с программным обеспечением GeoWebCache послужил WMS сервер с картой Красноярского края на основе программного обеспечения MapServer. Реализована система сервисов, которые поддерживают кэш растровых изображений на сервере с GeoWebCache в актуальном состоянии при обновлении исходных данных на WMS сервере.

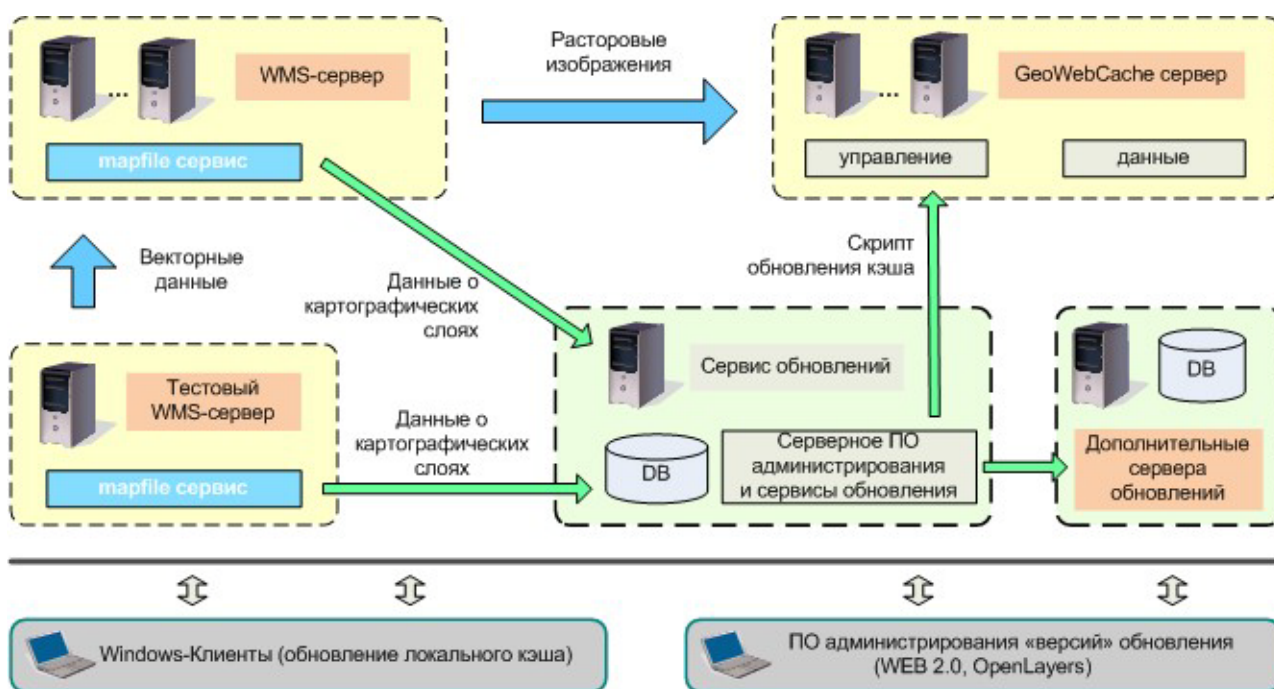


Рисунок 2 – Механизм работы сервисов обновлений

Для управления картой Красноярского края и других тайловых карт был разработан сервер и набор веб-сервисов, а также было подготовлено программное обеспечение на стороне клиента, состоящее из следующих модулей:

- модуль управления слоями – создание, удаление и редактирование карт на WMS и GeoWebCache серверах, а также мониторинг удаленных «серверов обновлений»;

- модуль создания «версий обновления» карт – создание обновлений кэша тайлов для карт (область обновления, список измененных слоев карт);
- модуль администрирования – управление пользователями, запуск обновлений после проверки, запуск служебных обновлений кэша тайлов;
- просмотр обновлений – просмотр выполненных, обрабатываемых обновлений для выбранной карты и ожидающих запуска в очереди;
- модуль актуализации дополнительных удаленных «серверов обновлений», созданных для работы в виртуальных частных сетях (VPN - Virtual Private Network).

Схема взаимодействия представлена на рисунке 2.

Следует отметить, что в программном обеспечении GeoWebCache может использоваться GeoRSS (стандарт для встраивания информации о местоположении в новостные ленты) для управления кэшем растровых изображений, однако его возможностей не достаточно для поддержки в актуальном состоянии локального кэша приложений на платформе Microsoft Windows [5].

Процесс обновления хранилища тайлов состоит из следующих этапов:

- обновление тайлов в заданной области;
- удаление тайлов в заданной области и обновление тайлов на верхних уровнях заданной области;
- полная очистка хранилища тайлов и обновление верхних уровней;
- обновление списка «версий обновления» на дополнительных серверах.

Пример интерфейсов разработанного программного обеспечения представлен на рисунке 3.

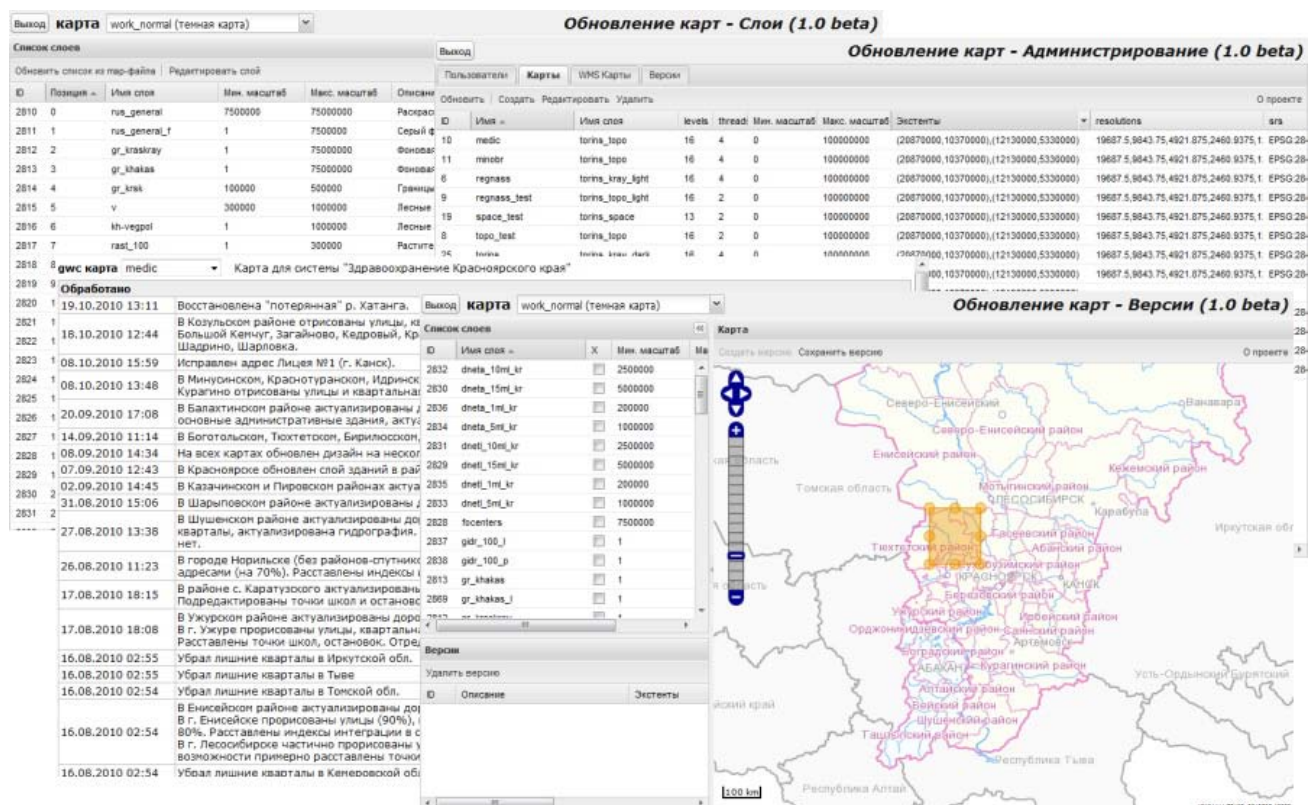


Рисунок 3 – Интерфейсы пользователя

В результате объединения различных технологий представления карты пользователю на стороне клиента для систем оперативного мониторинга транспортных средств и картографических сервисов со средствами тематического картографирования для информационно-аналитических систем реализован вариант, в котором карта состоит из двух слоев: подложка и тематический слой.

В качестве слоя подложки используется карта Красноярского края, построенная на основе маленьких растровых изображений (тайлов) размером 256x256 пикселей. Набор тайлов организован в виде пирамиды для 16 масштабных уровней, начиная от карты России и заканчивая картами населенных пунктов масштаба 60 см на пиксель. Эта карта может размещаться на любом сервере, путь к которому определяется в клиентском программном обеспечении. Важным требованием к такому серверу является наличие большого дискового пространства (порядка 10 терабайт при полностью сформированном наборе тайлов). Однако территория Красноярского края слабо населена и не возникает необходимости в создании набора тайлов на весь край для самых подробных масштабных уровней, что значительно сокращает его объем. Кэш тайлов заранее был сформирован для первых 10 уровней, для остальных уровней кэш тайлов генерируется по мере обращения пользователя к определенным участкам карты Красноярского края.

Вторая часть карты накладывается поверх слоя подложки в виде полупрозрачного растрового изображения. Эта часть карты отображает всю тематическую информацию, либо ее срез в зависимости от настроек пользователя. Пользователь также может определить типы объектов, которые будут отображаться на карте.

Сегодня автором статьи предпринимаются активные шаги для повышения скорости загрузки тематического слоя на стороне клиента веб-приложения. Наиболее перспективным решением является замена растрового полупрозрачного слоя на группу векторных объектов на странице пользователя, в тех случаях, когда это возможно. Необходимо отметить тот факт, что веб-браузеры накладывают ограничения на количество таких векторных объектов на странице пользователя. Для Mozilla Firefox, Google Chrome такое ограничение равно 500 объектам, а для браузера Internet Explorer 6 – максимум 50 объектов. Эта проблема решается объединением групп объектов в один объект для всех фрагментов видимой области карты при навигации по ней (перемещение карты в окне пользователя, уменьшение или увеличение масштаба видимой области карты) [6]. Фрагменты представляют собой ячейки сетки видимой пользователю области карты. Такой способ распределения и группировки значков объектов сети образовательных учреждений повышает качество представления информации пользователю и незначительно увеличивает нагрузку на Интернет соединение.

Сегодня в результате развития технологий и программного обеспечения получены новые результаты, которые позволили значительно усовершенствовать существующую программно-технологическую платформу, используемую в корпоративных информационных системах. В результате работы созданы программные средства, сервисы и технологические решения на основе интеграции ГИС и Интернет-технологий, задачей которых является поддержка кэша растровых фрагментов карты на удаленных серверах и программном обеспечении конечных пользователей в актуальном состоянии. Программно-технологическая платформа для организации распределенного доступа к электронной карте Красноярского края позволит усовершенствовать процессы разработки информационно-

аналитических систем в региональном управлении для Красноярского края, повысит качество предоставляемых услуг для населения края и качество принимаемых управленческих решений. Рассмотренное решение может быть использовано не только для территории Красноярского края, а ресурсы и инструменты разработанной программно-технологической платформы могут быть использованы при разработке других систем.

Предложенная технологическая основа и карта Красноярского края активно используется в следующих проектах:

- «Регнасс» – семейство программного обеспечения спутникового мониторинга транспорта, Министерство информатизации и связи Красноярского края, 2009-2012 гг. (внутренний ресурс).
- «Карта здравоохранения Красноярского края», Красноярский краевой медицинский информационно-аналитический центр (ККМИАЦ), 2008-2012 гг. (<http://www.kmiac.ru/>).
- «Сеть образовательных учреждений Красноярского края», Министерство образования и науки Красноярского края, 2009-2012 гг. (<http://issou.cross-edu.ru/>).
- АИС ГТС (Единая база данных "Гидротехнические сооружения и опасные участки берегопереработки"), Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края 2010-2012 гг.
- Карта доступности – электронная карта Красноярского края, на которой отмечены объекты социальной инфраструктуры с детальной информацией о доступности их для маломобильных групп населения. Проект реализован Молодежным Правительством дублеров Красноярского края при поддержке 24geo.ru (<http://krasdostup.ru/>).
- и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пятаев А.С., Якубайлик О.Э. Средства автоматизации подготовки и веб-публикации данных в технологии MapServer / Проблемы информатизации региона. ПИР-2009: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. / Красноярск, СФУ 2009. – С. 148-150.
2. Николас Закас, Джереми Мак-Пит, Джо Фосетт. Аяx для профессионалов. // Санкт-Петербург: изд-во Символ. 2008. 488с.
3. Якубайлик О.Э., Кадочников А.А., Попов В.Г., Токарев А.В.. Модель геоинформационной аналитической Интернет-системы для анализа состояния и презентации региона // Вестник СибГАУ, 2009, Вып. 4 (25). – С. 61-66.
4. OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification. / Open GIS consortium. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> – Заглавие с экрана (дата обращения 23.04.2012).
5. Expiring tiles with GeoRSS. / GeoWebCache User Manual. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geowebcache.org/docs/1.2.4/configuration/layers/georss.html> – Заглавие с экрана (дата обращения 01.05.2012).
6. Luke Mahe, Chris Broadfoot. Too Many Markers! / Google Maps API, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://code.google.com/intl/ru-RU/apis/maps/articles/toomanymarkers.html> – Заглавие с экрана (дата обращения 11.04.2012).