

## ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазян С. А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы. — 2003. — №2. — С. 33-53.
2. Долгачева Т. А., Буцацкая Н. В., Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Картографическое моделирование оценки природно-экологической комфортности проживания населения в городе // Промышленное и гражданское строительство. — 2010 — № 6. — С. 16-18.
3. Ивлиева Н. Г., Долгачева Т. А., Манухов В. Ф., Буцацкая Н. В. Применение ГИС-технологий для оценки комфортности проживания населения в городе // ИнтерКарто/Интер ГИС-16: Устойчивое развитие территории : теория ГИС и практический опыт : матер. междунар. конф. (Ростов-на-Дону(Россия), Зальцбург (Австрия), 3-4 июля 2010 г.). — Ростов н/Д, 2010. — С. 140-144.
4. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Пресняков В. Н., Примаченко Е. И. Проблемно-ориентированный междисциплинарный подход в обучении географов-картографов // Геодезия и картография. — 2008. — № 11. — С.61-64.
5. Методология статистического исследования социальной комфортности проживания населения в регионе (на примере Республики Мордовия) / Под ред. Ю.В. Сажина. — Саранск : [б.и.], 2010. — 117 с.
6. Скворцова М. А. Моделирование новых подходов к региональному развитию: синтез объективных и субъективных оценок уровня социальной комфортности проживания населения // Вестник Самарского государственного экономического университета. — 2011. — №7(81). — С. 84-90.
7. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. — 405 с.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ВЕБ-СЕРВИСОВ

*А.А. Кадочников*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН*

*Красноярск, Россия*

*E-mail: scorant@icm.krasn.ru*

## ORGANIZATION AND VISUALIZATION TO OBSERVATIONAL DATA USING WEB MAPPING SERVICES

*A.A. Kadochnikov*

*Institute of Computational Modeling SB RAS*

*Krasnoyarsk, Russia*

*E-mail: scorant@icm.krasn.ru*

**Abstract.** Current trends in the field of nature protection are monitoring environmental pollution resulting from human impact on nature, and as a result of natural processes. Monitoring the

state of the environment in the area of the various industries can reduce costs to eliminate the impact of industrial accidents, which in turn reduces the possibility of contamination soil, surface water, loss of vegetation and wildlife.

Consider the problem of creation of information-analytical systems for environmental monitoring of the natural environment and resources, built on the basis of GIS technologies, Internet, remote sensing data processing and data from monitoring stations. Considerable attention is given to web services, software interfaces and generally accepted standards.

The author were directly involved in the development and implementation of projects of ecological orientation. In developing the software many different software libraries and components were used. Web mapping user interface was created using a number of open source libraries. To create a server-side web application author used GIS platforms MapGuide Open Source and Minnesota MapServer. GeoWebCache was another essential component of distributed web mapping environmental monitoring applications.

Актуальными направлением в области охраны природы являются мониторинг загрязнения окружающей среды, возникающего в результате воздействия человека на природу, а также в результате естественных природных процессов. Мониторинг состояния окружающей природной среды в зоне действия различных промышленных предприятий позволяет сократить расходы на ликвидацию последствий техногенных аварий, что в свою очередь снижает вероятность загрязнения почвы, поверхностных вод, гибели растительности и представителей животного мира. Мониторинг природных загрязнений, которые возникают в результате естественных причин – извержения вулканов, землетрясений, катастрофических наводнений, пожаров и т.д., позволяет спрогнозировать ситуацию и разработать план мероприятий на ликвидацию последствий, а также устранение возможных причин их возникновения.

В работе рассматривается задача создания информационно-аналитических систем для экологического мониторинга состояния природной среды и ресурсов, построенной на основе технологий ГИС, Интернет, обработки данных дистанционного зондирования и данных со станций наблюдения. Значительное внимание уделяется веб-сервисам и программным интерфейсам. Рассматривается задача формирования геоинформационной Интернет-системы мониторинга состояния окружающей природной среды для системы поддержки принятия решений на уровне Красноярского края. В работе востребованы методики и программные средства, которые позволят формировать оценки состояния территорий на базе основных показателей в наглядном виде. Важную роль играет использование современных средств визуализации данных с использованием ГИС-технологий. В таких задачах использование Интернет-технологий имеет ряд преимуществ по сравнению с настольными ГИС – доступность предлагаемых решений большому числу пользователей, упрощение процесса установки и распространения программного обеспечения, снижение его стоимости, возможность интеграции со сторонними приложениями и проч. Основное внимание уделяется описанию проблем и решений связанных с разработкой веб-сервисов и приложений для таких Интернет-систем.

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, а также данными наблюдений за окружающей средой. 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 [Пятаев, 2009].

В работе важную роль играет система сбора оперативных данных наблюдения от различных веб-сервисов, станций наблюдения и датчиков. В рамках геопортала ИВМ СО РАН был разработан блок для сбора, обработки и представления данных различных наблюдений. Организация доступа к данным наблюдений осуществляется стандартными средствами геопортала, включающего просмотр табличных данных, экспорт, просмотр данных на картах с возможностью выбора временных интервалов и доступ с помощью общепринятых стандартов.

Организован доступ к собранным данным оперативного мониторинга с помощью стандарта SOS (Sensor Observation Service), разрабатываемого консорциумом OGC. Этот стандарт определяет интерфейс веб-сервиса, который позволяет запрашивать информацию от датчиков, получать информацию о самих датчиках, а также описывает средства и механизмы для регистрации новых датчиков и возможности их удаления. В качестве базового программного обеспечения для организации SOS-сервисов выступает MapServer.

Пользовательский интерфейс для каталога метаданных, для систем мониторинга окружающей природной среды 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, использующего карту региона, подходят несколько технологий – DHTML, Adobe Flash, SVG (Scalable Vector Graphics – масштабируемая векторная графика), WebGL (Web-based Graphics Library). 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) [Кадочников, 2011]. Практически все современные веб-браузеры поддерживают эти технологии без использования дополнительных модулей. Суть асинхронного

обмена данными заключается в том, что некоторые данные динамически загружаются с сервера и встраиваются в основную HTML страницу без ее перезагрузки. Это позволяет уменьшить объем передаваемой информации по сети и улучшить «качество» пользовательского интерфейса. В результате, можно говорить, что пользовательская часть системы является клиентским приложением, а не набором динамических страниц, генерируемых сервером. Использование такого подхода дает возможность частично разделить логику клиентской и серверной частей, что приводит к более высокой гибкости всей системы.

Общий интерфейс пользователя строится с использованием библиотеки Sencha (ранее ExtJS) (<http://www.sencha.com/>). Sencha – это библиотека JavaScript для разработки веб-приложений и пользовательских интерфейсов. Использует адаптеры для доступа к библиотекам Yahoo! UI Library, jQuery или Prototype/script.aculo.us. Поддерживает технологию AJAX, анимацию, работу с DOM (Document Object Model), реализацию таблиц, вкладок, обработку событий и все остальные новшества «Веб 2.0». Использование этой библиотеки при разработке системы позволило значительно сократить время на подготовку интерфейса пользователя.

При разработке картографического компонента веб-интерфейса были проанализированы два способа представления картографической информации для пользователя. Первый способ – карта отображается с использованием фрагментов. Эту технологию используют такие ресурсы как Google Maps (<http://maps.google.com>), Яндекс Карты (<http://maps.yandex.ru>), Карты Bing (<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, необходимых для информационно-аналитических систем, 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, либо формируется слой с векторными объектами. В зависимости от типа представляемой информации пользователю в программном интерфейсе системы используется комбинация этих двух способов.

Сегодня существует большое число библиотек с открытым исходным кодом для создания готового пользовательского интерфейса с картографическим интерфейсом, например OpenLayers (<http://www.openlayers.org>), LeafLet (<http://leafletjs.com/>), 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 API Яндекс.Карт (<http://api.yandex.ru/maps/>), GoogleMap API (<http://code.google.com/intl/ru/apis/maps/>) или Virtual Earth API (<http://www.microsoft.com/maps/isdk/ajax/>), поддерживает технологию AJAX и анимацию.

При разработке серверной части веб-приложения для работы с картой Красноярского края используется программное обеспечение MapServer, предназначенное для обеспечения

доступа через Интернет к интерактивным картам, различной пространственно увязанной информации. 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.

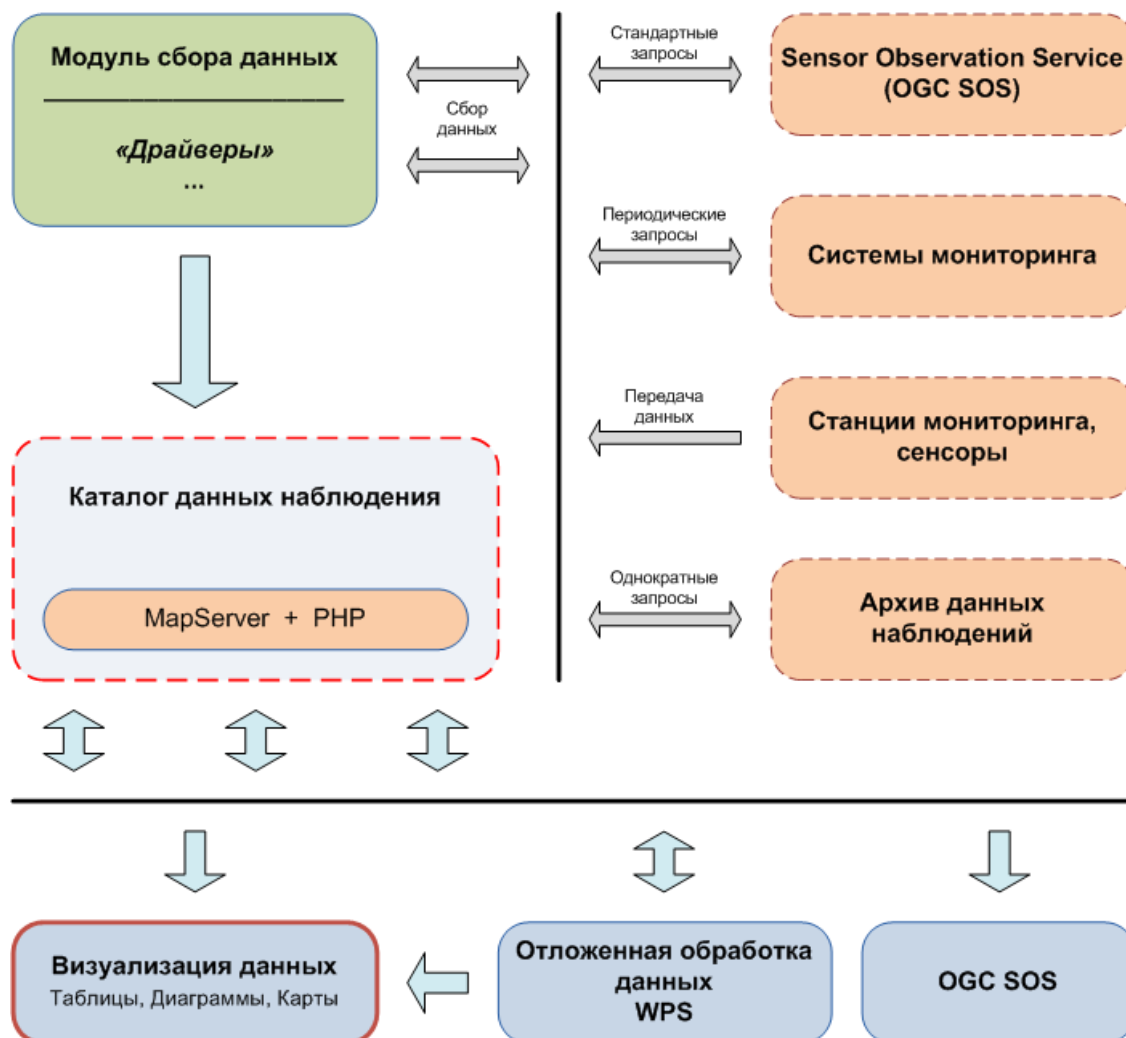


Рис. 1. Обработка и визуализация данных мониторинга

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 [The Open Source Geospatial, 2013]. Сервисы WMS (Web Map Service) разрабатывались с учетом большой гибкости и богатого функционала [Open GIS Consortium, 2013]. Но это оборачивается высокими требованиями к вычислительной мощности сервера. Серверы WMS-C по протоколам совместимы с OGC WMS (OpenGIS consortium), 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 (тайлов), такие как ka-Map Cache (<http://ka-map.ominiverdi.org>), TileCache (<http://tilecache.org>), MapCache (<http://mapserver.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.

В результате объединения различных технологий представления карты пользователю на стороне клиента реализован вариант, в котором карта состоит из двух слоев: подложка и тематический слой.

При отображении тематического слоя могут использоваться данные различных наблюдений, полученные от сервиса «Sensor collector API», разработанного сотрудниками ИВМ СО РАН. Для наполнения базы данных наблюдений этого сервиса был подготовлен модуль сбора данных, который включает в себя набор различных «адаптеров» или «драйверов» для различных источников информации. Эти данные периодически загружаются с внешнего источника, который может быть представлен в виде потока информации в форматах txt, csv, json, xml, html и др. Разработанное программное обеспечение извлекает из полученных данных необходимую информацию и загружает с помощью API сервиса на сервер (рисунок 1). В дальнейшем эти данные могут быть использованы различными способами. Доступ к данным может быть организован в виде SOS сервисов. Результаты наблюдений могут быть представлены в виде веб-приложений для дальнейшей визуализации и анализа. Данные могут переданы для дальнейшей обработки, результат которой в свою очередь также может быть представлен пользователю с помощью картографических веб-сервисов. Такие данные могут обрабатывать моментально и на протяжении некоторого продолжительного временного промежутка. В первом случае результат пользователь видит сразу после запроса, во втором пользователь ожидает результат обработки данных и в дальнейшем может эти данные получить в виде потока новых данных. Необходимо отметить, что большие объемы данных при таком подходе могут обрабатываться с помощью вычислительных кластеров.

Источником для модуля сборки данных могут служить:

- данные других SOS сервисов;
- данные различных систем мониторинга;
- данные станций мониторинга с различными сенсорами;
- различные архивы наблюдения.

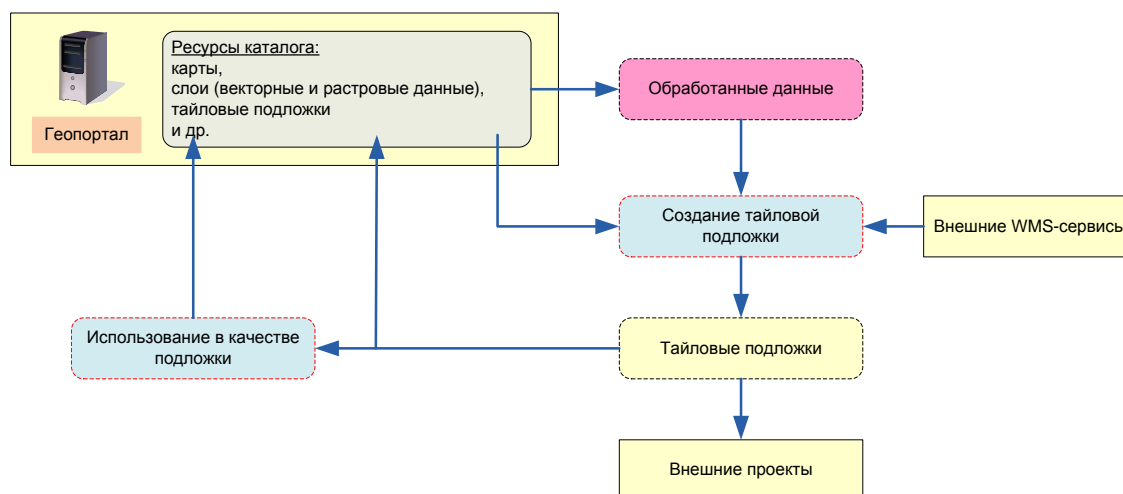


Рис. 2. Формирование растровой подложки

Данные наблюдений могут быть представлены в растровом и векторном формате в зависимости от их объема и структуры. Наиболее универсальным способом является представление в виде тайловых хранилищ. В качестве расширения созданной технологии для работы каталога тайловых хранилищ была создана библиотека, позволяющая управлять не только процессами обновления тайлового кэша, но и набором тайловых карт и их настройкой. Такая библиотека позволила создать инструмент на базе геопортала ИВМ СО РАН, расширяющий возможности отображения картографической информации. А именно, для карт, содержащих большое число слоев и объектов скорость создания растрового изображения «на лету» низкая и пользователю приходилось ждать, пока сформируется изображение выделенного фрагмента и затем будет загружено в виде картинки в его веб-приложение. Просмотр карты в тайловом формате позволяет значительно ускорить процесс отображения карты на стороне клиента и одновременно с этим понизить нагрузку на сервер геопортала.

В результате в рамках геопортала ИВМ СО РАН появилась возможность создавать тайловые подложки, на основе WMS-сервисов, которые в дальнейшем могут использоваться как отдельные ресурсы геопортала, а некоторые из них могут применяться в качестве подложек для других ресурсов портала. Схема такого взаимодействия представлена на рисунке 2.

Данные наблюдения накладываются поверх слоя подложки в виде полупрозрачного растрового изображения или в виде векторных объектов. Эта часть карты отображает всю тематическую информацию, либо ее срез в зависимости от настроек пользователя [Кадочников, 2012]. Пользователь также может определить типы объектов, которые будут отображаться на карте и т.д.

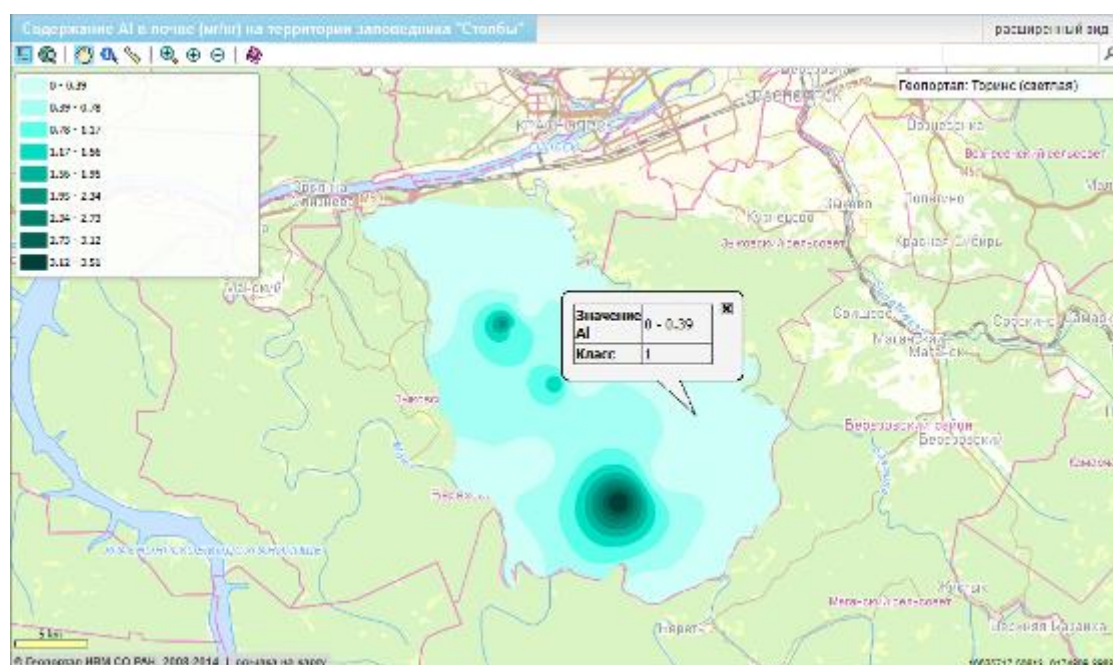


Рис. 3. Пример тематического слоя с данными наблюдения

Необходимо отметить, что при создании тайловой подложки на основе WMS сервисов возникает ряд проблем, связанных отображением подписей различных объектов и точечных

символов большого размера по краям области «метатайла». Метатайл – это изображение, полученное кэширующим сервером от WMS-сервера, которое в дальнейшем разрезается на несколько тайлов в зависимости от настройки программного обеспечения. Оптимальным является размер метатайла равный 768\*768 пикселей (3\*256) без учета буферной зоны, содержащий 9 растровых фрагментов (тайлов). При создании подписей с фиксированным расположением, некоторые из них частично выходят за пределы изображения метатайла и обрезаются. С большими символами точечных объектов происходит подобная ситуация. Для решения этой проблемы размеры метатайла увеличиваются за счет буферной зоны. В результате подпись или символ объекта отображается на соседних метатайлах и не происходит их обрезки на конечном изображении. Однако такой буфер создает проблему для подписей объектов с автоматическим размещением. Например, подписи рек или улиц, которые автоматически рисуются между одним концом линии и краем изображения. При наличии буферной зоны положение края изображения будет не совпадать у соседних метатайлов, в результате подписи могут обрезаться неправильно. Для решения подобных проблем в программном обеспечении MapServer недавно добавлен в тестовом формате дополнительный параметр для карт, ограничивающий отображение подписей с автоматическим размещением специальным буфером внутри изображения. В результате при настройке внутреннего буфера на стороне WMS-сервера и внешнего буфера на стороне geowebcache-сервера мы получаем итоговое изображение без обрезания подписей и символов для точечных объектов.

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

- «Карта здравоохранения Красноярского края», Красноярский краевой медицинский информационно-аналитический центр (ККМИАЦ), 2008-2013 гг. (<http://www.kmiac.ru/>).
- «Сеть образовательных учреждений Красноярского края», Министерство образования и науки Красноярского края, 2009-2012 гг. (<http://issou.cross-edu.ru/>).
- «Банк пространственных данных» – государственная информационная система, предназначенная для межведомственного взаимодействия и интеграционных проектов Красноярского края по линии каталогизации, хранения, аналитической обработки и публикации геопространственных данных, Министерство информатизации и связи Красноярского края, 2011-2014 гг. (<http://24bpd.ru/>).

Решение строилось на основе свободно распространяемых технологий и программного обеспечения:

- платформа для публикации картографических данных – MapServer 5+ (<http://www.mapserver.org>);
- система кэширования картографических данных – GeoWebCache (<http://www.geowebcache.org>);
- основной язык разработки – PHP 5.3+ (<http://www.php.net>);
- СУБД – PostgreSQL 8.3+ (<http://www.postgresql.org>) + PostGIS 1.5+ (<http://www.postgis.org>).

Сегодня в результате развития технологий и программного обеспечения получены новые результаты, которые позволили значительно усовершенствовать существующую программно-технологическую платформу геопортала ИВМ СО РАН для разработки систем мониторинга окружающей природной среды. Программно-технологическая платформа для организации распределенного доступа к электронной карте Красноярского края позволит усовершенствовать



процессы разработки систем мониторинга 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.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кадочников А.А. Веб-сервисы и приложения для геоинформационного Интернет-портала ИВМ СО РАН. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто-ИнтерГИС-17». Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт». Белокуриха, Денпасар, 14-19 декабря 2011. – С. 93-97.
2. Кадочников А.А. Организация доступа к электронной карте Красноярского края для информационно-аналитических систем с помощью веб-сервисов. // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто-ИнтерГИС-18». Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт» / Редкол.: С.П. Евдокимов (отв. ред.) [и др]. Смоленск, 26-28 июня, 2012 г. Смоленск, 2012. 532 с. – С. 136-140.
3. 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.
4. 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.
5. OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification. / Open GIS consortium. [Электронный ресурс] – <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>> (21.12.2013).
6. Tile Map Service Specification. / The Open Source Geospatial Foundation [Электронный ресурс] – <[http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile\\_Map\\_Service\\_Specification](http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile_Map_Service_Specification)> (21.12.2013).

## ПРИОРИТЕТНОСТЬ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ГЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

*Т.Н. Курач., Р.В. Олейник*

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

*Киев, Украина, [tkurach@ukr.net](mailto:tkurach@ukr.net)*

## PRIORITY BASIC PROPERTIES GEOIMAGES

*T. Kurach, R. Oliynyk*

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

*Kyiv, Ukraine, [tkurach@ukr.net](mailto:tkurach@ukr.net)*

**Abstract.** As a result of the collective expert evaluation prioritized geomages basic properties based on their weighting factors. Results of examinations checked for coherence, while considered a