

УДК 004.4:528.9

**А. А. Кадочников, О. Э. Якубайлик**

*Институт вычислительного моделирования СО РАН  
Академгородок, 50, стр. 44, Красноярск, 660036, Россия*

*scorant@icm.krasn.ru, oleg@icm.krasn.ru*

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СБОРА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ГЕОПОРТАЛА ИНСТИТУТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СО РАН**

Рассматривается задача построения информационно-аналитической системы 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 для сбора и визуализации данных наблюдения.

*Ключевые слова:* ГИС, система мониторинга, образование, геоинформационный интернет-сервер, веб-картография, пространственные данные.

### **Введение**

Протяженная территория Красноярского края, климатическое, ландшафтное природно-ресурсное разнообразие диктуют необходимость использования пространственных методов и средств анализа в задачах мониторинга качества природной среды и использования ее ресурсов. 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. Уровень развития современных геоинформационных технологий позволяет использовать их и как место для хранения, обработки и презентации тематических данных мониторинга, и как инструмент анализа качества природной среды.

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. В работе важную роль играет использование современных средств визуализации данных с использованием ГИС-технологий [1]. В таких задачах применение 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. [2; 3].

*Кадочников А. А., Якубайлик О. Э. Разработка программных средств сбора и визуализации данных наблюдений для геопортала Института вычислительного моделирования СО РАН // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2014. Т. 12, вып. 4. С. 23–31.*

## Геопортал Института вычислительного моделирования СО РАН

В качестве основы для сбора, обработки и визуализации данных наблюдения за окружающей средой в работе применяются разработки коллектива Института вычислительного моделирования (ИВМ) СО РАН, в частности геопортал Института. Геопортал представляет собой распределенное хранилище пространственных данных и метаданных, программные средства для анализа пространственных данных с использованием технологий, предлагаемых международным консорциумом Open Geospatial Consortium (OGC)<sup>1</sup> и программного обеспечения MapServer<sup>2</sup> и GeoWebCache<sup>3</sup>. 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, картам и другим ресурсам. 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 (SLD) – язык описания стилей, используемый для отображения объектов на карте в Web Map Service (WMS), серверах Web Feature Service (WFS) и Web Coverage Service (WCS), а также собственный формат описания стилей, разработанный для геопортала ИВМ СО РАН. Описание стиля содержит информацию о визуальном оформлении объектов слоя в зависимости от настроек видимости, включающее ограничение на масштабы видимости, типы объектов и фильтры по атрибутивным данным. Существуют возможности гибкой настройки подписей объектов и набор дополнительных параметров, необходимых для отображения картографических слоев в зависимости от типа ресурса.

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 [4]. 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 Sensor Observation Service (SOS), 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 выполнен в виде геоинформационного веб-приложения [5]. 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.

## Программно-аппаратная платформа

Для построения клиентской части веб-приложения, использующего карту региона, подходят несколько технологий – WebGL (Web-based Graphics Library), DHTML (Dynamic HTML),

<sup>1</sup> <http://www.opengeospatial.org>

<sup>2</sup> <http://mapserver.org/>

<sup>3</sup> <http://geowebcache.org/>

SVG (Scalable Vector Graphics). Их возможностей достаточно для реализации клиентской логики картографического веб-интерфейса. Одним из интересных и популярных решений является применение технологии динамического HTML (HyperText Markup Language) с методами асинхронного обмена данными без перезагрузки страницы (Remote Scripting, AJAX) совместно с возможностями HTML5 (HyperText Markup Language, version 5) [6]. Использование такого подхода дает возможность частично разделить логику клиентской и серверной частей, что приводит к более высокой гибкости всей системы.

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<sup>4</sup>, Яндекс Карты<sup>5</sup>, Карты Bing<sup>6</sup> 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<sup>7</sup>, LeafLet<sup>8</sup>, GeoExt<sup>9</sup>, Fusion<sup>10</sup> и др. Однако функционала существующих библиотек было недостаточно для решения поставленной задачи, и поэтому 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<sup>11</sup> или GoogleMap API<sup>12</sup>, 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.

Карты из фрагментов создавались на основе программного обеспечения GeoWebCache. GeoWebCache использует спецификацию WMS Tile Caching (WMS-C)<sup>13</sup>, которая явилась результатом конференции FOSS4G в 2006 г. Сервисы WMS разрабатывались с учетом большой гибкости и богатого функционала, который потребовал большие вычислительные мощности сервера. Серверы WMS-C по протоколам совместимы с OGC WMS, поэтому их можно встроить между клиентом и сервером WMS, что позволяет существенно увеличить скорость

---

<sup>4</sup> <http://maps.google.com>

<sup>5</sup> <http://maps.yandex.ru>

<sup>6</sup> <http://www.bing.com/maps/>

<sup>7</sup> <http://www.openlayers.org>

<sup>8</sup> <http://leafletjs.com/>

<sup>9</sup> <http://geoext.org>

<sup>10</sup> <http://trac.osgeo.org/fusion/>

<sup>11</sup> <http://api.yandex.ru/maps/>

<sup>12</sup> <http://code.google.com/intl/ru/apis/maps/>

<sup>13</sup> Tile Map Service Specification / The Open Source Geospatial Foundation. URL: [http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile\\_Map\\_Service\\_Specification](http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile_Map_Service_Specification).

реакции и разгрузить сервер. Рассмотрены альтернативные решения для создания каталога фрагментов (тайлов), такие как ka-Map Cache<sup>14</sup>, TileCache<sup>15</sup>, MapCache<sup>16</sup> 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: карта-подложка и тематический слой.

При отображении тематического слоя могут использоваться данные различных наблюдений, полученные от сервиса «Sensor collector API», разработанного сотрудниками ИВМ СО РАН [7]. 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 (рис. 1). 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. 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 обрабатываться моментально и на протяжении некоторого продолжительного временного промежутка. В первом случае пользователь видит результат 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.

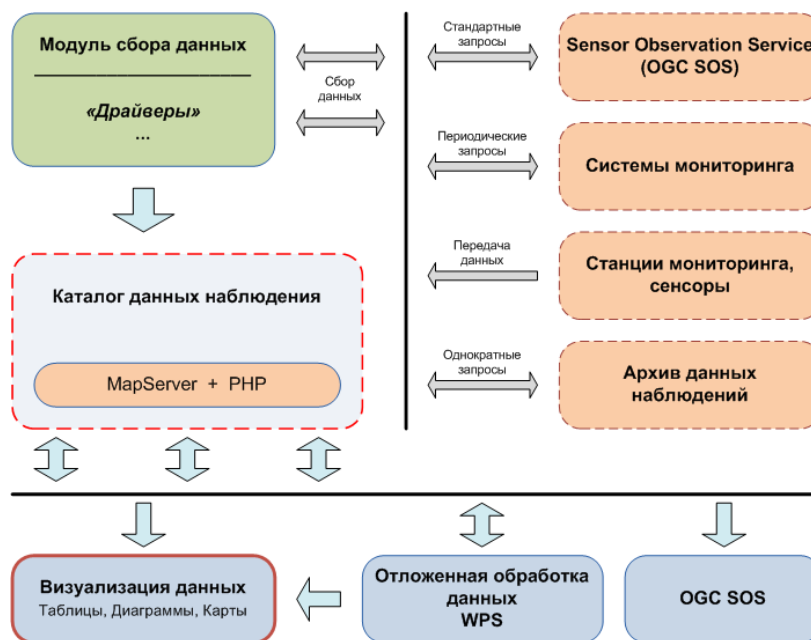


Рис. 1. Обработка и визуализация данных мониторинга

<sup>14</sup> <http://ka-map.omniverdi.org>

<sup>15</sup> <http://tilecache.org>

<sup>16</sup> <http://mapserver.org>

Источником для модуля сбора данных могут служить:

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

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 (кэша), представляющих собой набор карт на основе растровых фрагментов. 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. Так, для карт, содержащих большое число слоев и объектов, скорость создания растрового изображения «на лету» низкая, и пользователю приходится 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.

### Пример работы системы визуализации данных наблюдения

В качестве первого примера визуализации данных наблюдения для демонстрации возможности разрабатываемых программных средств использовались данные, полученные от краевой системы наблюдения за состоянием окружающей среды на территории Красноярского края. Поддержкой этой системы наблюдения занимается краевое государственное бюджетное учреждение «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края». Одним из основных видов деятельности учреждения является обеспечение формирования и согласованного с государственной службой наблюдения функционирования краевой системы наблюдения за состоянием окружающей среды на территории Красноярского края. Наблюдения за качеством атмосферного воздуха проводятся на 6 автоматизированных постах наблюдений (АПН):

- в зоне воздействия ОАО «РУСАЛ Ачинск» один АПН – город Ачинск (Юго-Восточный район);
- в зоне воздействия ОАО «РУСАЛ Красноярск» пять АПН – город Красноярск (Северный, Солнечный, Черемушки), пос. Березовка Березовского района, дер. Кубеково Емельяновского района.

АПН представляют собой павильоны, в которых размещено оборудование, обеспечивающее непрерывное автоматическое измерение массовых концентраций оксида и диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, пыли, формальдегида (только на АПН в Черемушки) в атмосферном воздухе, а также сбор, обработку, хранение, передачу накопленной информации на удаленный компьютер. Кроме измерений массовых концентраций в атмосферном воздухе загрязняющих веществ на АПН в автоматическом режиме проводится измерение метеорологических параметров (направление и скорость ветра, температура, влажность, атмосферное давление)<sup>17</sup>. Для загрузки данных подготовлен программный модуль с соответствующим «драйвером» для обработки и преобразования входных данных, обеспечивающий периодическую загрузку данных наблюдений от этой системы через ее сайт<sup>18</sup>. В данный момент большинство загружаемых данных на удаленном сервере формируется каждые 20 минут. В зависимости от длины выбранного временного интервала пользователем эти данные могут агрегироваться при просмотре.

<sup>17</sup> Информация о состоянии атмосферного воздуха. / Подсистема мониторинга атмосферного воздуха. URL: <http://krassecology.ru/Air>.

<sup>18</sup> <http://krassecology.ru>

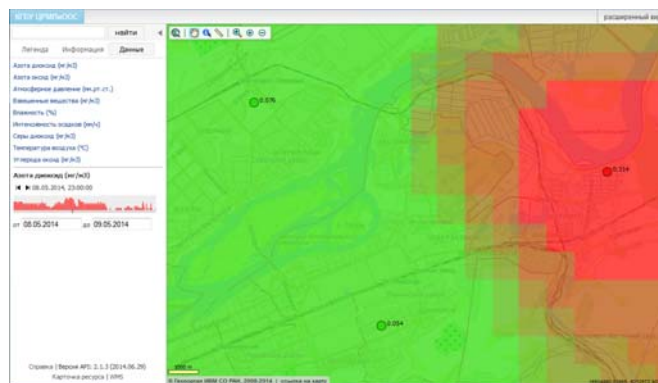


Рис. 2. Пользовательский интерфейс модуля веб-визуализации данных наблюдения

На данный момент для просмотра на геопортале доступен следующий набор данных: азота диоксид ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), азота оксид ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), атмосферное давление (мм рт. ст.), взвешенные вещества ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), влажность (%), интенсивность осадков (мм/ч), серы диоксид ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), углерода оксид ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ). На экранной копии веб-интерфейса (рис. 2) в районе пос. Березовка видно превышение предельной допустимой концентрации (ПДК) диоксида азота с 19.40 8 мая 2014 до 00.20 9 мая 2014 г., достигающего в максимуме  $0,352 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Максимальная разовая предельная допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест (ПДК<sub>р</sub>) для диоксида азота не должна превышать  $0,2 \text{ мг}/\text{м}^3$ <sup>19</sup>. Такая концентрация при вдыхании в течение 20–30 мин может вызывать рефлекторные реакции в организме человека и оказывать прямое или косвенное неблагоприятное действие на настоящее или будущее поколение, снижающее работоспособность человека, ухудшающее его самочувствия и санитарно-бытовые условия жизни (ГН 2.1.6.1338-03).

Для публикации данных наблюдения в каталог геопортала был добавлен новый тип ресурса «данные наблюдения» [7]. При публикации такого ресурса пользователю предоставляется ряд настроек, включающий выбор из списка доступных станций наблюдения и сенсоров. Каждая станция наблюдения имеет пространственную привязку и определенный набор сенсоров. При этом разные станции наблюдения, не относящиеся к одной группе, могут иметь несколько общих сенсоров. Для просмотра данных наблюдений были расширены возможности существующего картографического веб-интерфейса для пользователя. Основные элементы нового интерфейса: карта-подложка и данные наблюдения в виде полупрозрачного слоя на выбранный момент времени для выбранного показателя. В левой части веб-приложения пользователю доступны элементы управления, включающие выбор одного из показателей и временного интервала. С помощью дополнительных инструментов пользователь может легко просматривать данные с определенным временным шагом в одном из направлений. Для поиска аномалий предусмотрен вывод данных в виде активного графика максимальных значений с быстрым переходом к просмотру данных на определенный момент времени.

На текущем этапе в качестве примера с помощью интерполяции неравномерно распределенных точек в двумерном пространстве автоматически строится поверхность карты с распределением данных наблюдения. Был подготовлен программный модуль для построения сетки распределения данных наблюдения с помощью алгоритма взвешенной усредненной оценки (IDW – Inverse Distance Weighting), который применяется к весьма неравномерно меняющимся исходным данным. Для таких типов данных возможно вычисление локального значения, которое не выводится статистически из исходных величин, но отражает закономерность размещения находящихся вблизи исходных значений. При IDW-интерполяции учитываются значения во всех исходных точках, лежащих в пределах заданного радиуса поиска

<sup>19</sup> ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы.

вокруг узла сети (или указанном подмножестве) [8]. Значение признака в узле сети представляет собой сумму значений в исходных точках, взятых с различными весами (коэффициентами). Чем дальше базовая точка лежит от узла сети, тем меньше ее влияние на значение в этом узле. Этот алгоритм достаточно быстро работает на небольшой сетке. Тем не менее возникают проблемы при больших объемах данных. Также алгоритм обладает рядом недостатков, которые препятствуют использованию алгоритма в большинстве практических задач [9].

Логика разработанного программного решения не ограничивает пользователя на использовании реализованного алгоритма. Для построения карты с распределением данных наблюдения могут быть использованы другие алгоритмы. Простые алгоритмы могут быть также реализованы с использованием языка PHP (Hypertext Preprocessor). Более сложные и более требовательные к системе решения могут быть реализованы в виде исполняемых файлов для операционной системы Unix. В дальнейшей работе планируется использовать алгоритмы отложенной обработки для сложных и длительных по времени процессов преобразования данных наблюдений. Для этой цели могут выступать вычислительные кластеры, сервисы, предоставляющие доступ к «большим данным» [10; 11], и различные сервисы WPS, предоставляющие услуги геопроектирования растровых и векторных данных.

Необходимо отметить, что при использовании небольшой сетки (20 на 20) рационально было использовать вариант отображения данных на стороне клиента в виде векторных объектов. Такой подход позволял просматривать динамику по времени с малой нагрузкой на интернет-канал. Однако при увеличении размера сетки возрастала нагрузка на сервер и канал. С учетом того, что в дальнейшем будут использованы более сложные алгоритмы преобразования данных, отображение данных на стороне клиента было решено выполнить в виде растровых изображений. Немного увеличилась нагрузка на канал, однако использование возможностей кэширования растровых изображений на стороне браузера и кэширование растровых изображений после вычислений на стороне сервера при активном использовании снизит нагрузку на сервер и веб-сервисы и также позволит просматривать динамику, как видеоролик. Пример динамики по времени представлен на нескольких экранных копиях веб-приложения (рис. 3). В результате разработанное веб-приложение отображает всю тематическую информацию либо ее срез в зависимости от настроек пользователя в реальном времени без существенных задержек [12]. У пользователя также остаются инструменты для определения типов объектов, которые будут отображаться на карте и т. д.

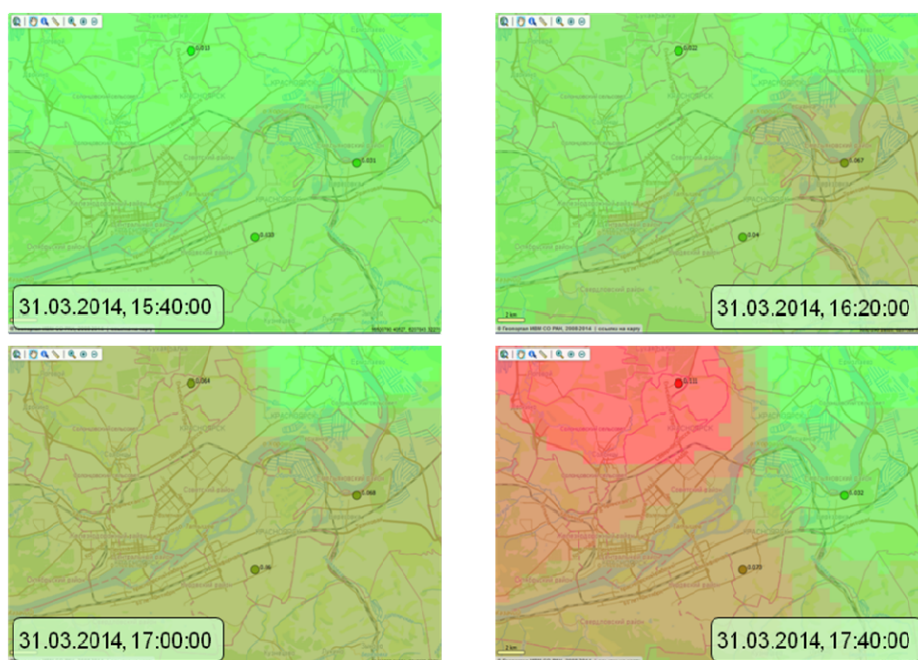


Рис. 3. Пример динамики по времени с данными наблюдения

Решение строилось на основе свободно распространяемых технологий и программного обеспечения:

- операционная система FreeBSD 8+<sup>20</sup>;
- платформа для публикации картографических данных MapServer 6<sup>21</sup>;
- система кэширования картографических данных – GeoWebCache<sup>22</sup>;
- основной язык разработки – PHP 5.3+<sup>23</sup>;
- СУБД – PostgreSQL 9.3+<sup>24</sup>;
- хранилище пространственных данных – PostGIS 2.0+<sup>25</sup>.

### Заключение

Благодаря развитию технологий и программного обеспечения значительно усовершенствована программно-технологическая платформа 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. Предложенная технологическая основа и карта Красноярского края уже активно используется в различных проектах, работающих в крае.

### Список литературы

1. *Yakubaylik O. E., Kadochnikov A. A., Tokarev A. V.* Web application development based on technologies, resources and services of the Geoportal of the Institute of Computational Modelling SB RAS // Russian Digital Libraries Journal. 2014. Vol. 17, Is. 3. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2014/part3/УКТ>.
2. *Титов А. Г., Окладников И. Г.* Архитектура геоинформационной веб-системы климатического мониторинга на основе сервисов пространственных данных // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2014. Т. 12, вып. 1. С. 79–88.
3. *Кошкарёв А. В.* Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами // Пространственные данные. 2008. № 2. С. 6–14.
4. *Кадочников А. А.* Организация и визуализация данных наблюдений с помощью картографических веб-сервисов // Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение: Материалы Междунар. конф. «ИнтерКарто-ИнтерГИС – 20». Белгород: Константа, 2014. С. 188–196.
5. *Якубайлик О. Э., Кадочников А. А., Попов В. Г., Токарев А. В.* Модель геоинформационной аналитической интернет-системы для анализа состояния и презентации региона // Вестн. СибГАУ. 2009. Вып. 4 (25). С. 61–66.
6. *Holzner S.* Ajax Bible. John Wiley & Sons, 2008. P. 33–40.
7. *Токарев А. В.* Программно-технологическое обеспечение для сбора и хранения данных серийных наблюдений за состоянием окружающей среды // Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение: Материалы Междунар. конф. «ИнтерКарто-ИнтерГИС – 20». Белгород: Константа, 2014. С. 228–236.
8. *Капралов Е. Г., Кошкарёв А. В., Тикунов В. С. и др.* Основы геоинформатики: В 2 кн. / Под ред. В. С. Тикунова. М.: Академия, 2004. Кн. 1.
9. *Sutton T., Dassau O., Sutton M.* A Gentle Introduction to GIS. URL: [http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.0.0\\_a-gentle-gis-introduction\\_en.pdf](http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.0.0_a-gentle-gis-introduction_en.pdf).
10. *Beyer M. A.* Gartner Says Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data. Gartner. URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>.

<sup>20</sup> <http://www.freebsd.org>

<sup>21</sup> <http://mapserver.org>

<sup>22</sup> <http://geowebcache.org>

<sup>23</sup> <http://www.php.net>

<sup>24</sup> <http://www.postgresql.org>

<sup>25</sup> <http://www.postgis.org>



11. Kusnetzky D. What is «Big Data?». ZDNet. URL: <http://www.zdnet.com/blog/virtualization/what-is-big-data/1708>.

12. Nathan Yau. Visualize this. The FlowingData Guide to Design, Visualization, and Statistics / Пер. с англ. С. Кировой. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.

Материал поступил в редколлегию 18.12.2014

**A. A. Kadochnikov, O. E. Yakubailik**

*Institute of Computational Modelling  
50, Building 44, Akademgorodok, Moscow, 660036, Russian Federation*

*scorant@icm.krasn.ru, oleg@icm.krasn.ru*

## **DEVELOPMENT OF SOFTWARE TOOLS FOR ACQUISITION AND VISUALIZATION OF OBSERVATIONS DATA FOR GEOPORTAL ICM SB RAS**

Consider the problem of creation of information-analytical system 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.

*Keywords:* GIS, monitoring, education, GIS Internet server, web-cartography, spatial data.

### **References**

1. Yakubaylik O. E., Kadochnikov A. A., Tokarev A. V. Web application development based on technologies, resources and services of the Geoportal of the Institute of Computational Modelling SB RAS. *Russian Digital Libraries Journal*, 2014, vol. 17, issue 3. URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2014/part3/YKT>.

2. Titov A. G., Okladnikov I. G. Architecture of web-GIS for climate monitoring based on geospatial data services. *Vestnik of Novosibirsk State University. Series: Information Technology*. 2014, vol. 12, issue 1, p. 79–88. (in Russ.)

3. Koshkarev A. V. Geoportal as a tool for managing spatial data and geo-services. *Spatial data*, 2008, № 2, p. 6–14. (in Russ.)

4. Kadochnikov A. A. Organization and visualization of observational data using web mapping services. *Proceedings of the International Conference InterCarto-InterGIS – 20 “Sustainable Development of Territories: cartography and GIS support”*. Belgorod, Constant, 2014, p. 188–196. (in Russ.)

5. Yakubailik O. E., Kadochnikov A. A., Popov V. G., Tokarev A. V. Analytical model of geographic information systems for Internet-state analysis and presentation of the region. *Bulletin of the Siberian State Aerospace University*, 2009, vol. 4 (25), p. 61–66. (in Russ.)

6. Steve Holzner. *Ajax Bible*. John Wiley & Sons, 2008, 695 p.

7. Tokarev A. V. Software and technological support for the collection and storage of serial observations on the state of the environment. *Proceedings of the International Conference InterCarto-InterGIS – 20 “Sustainable Development of Territories: cartography and GIS support”*. Belgorod, Constant, 2014, p. 228–236. (in Russ.)

8. Kapralov E. G., Koshkarev A. V., Tikunov V. S. et al. Basics of Geoinformatics. *Proc. Guide for students. Universities*. Moscow, Academy, 2004, vol. 1, 352 p. (in Russ.)

9. Sutton T., Dassau O., Sutton M. *A Gentle Introduction to GIS*. URL: [http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.0.0\\_a-gentle-gis-introduction\\_en.pdf](http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.0.0_a-gentle-gis-introduction_en.pdf)

10. Beyer M. A. *Gartner Says Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data*. *Gartner*. URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>.

11. Kusnetzky D. What is «Big Data? ZDNet. URL: <http://www.zdnet.com/blog/virtualization/what-is-big-data/1708>.

12. Nathan Yau. *Visualize this: The Flowing Data Guide to Design, Visualization, and Statistics*. Wiley Publishing, Inc., 2011, 384 p.