

Программно-технологическое обеспечение геопортала ИВМ СО РАН

О.Э. Якубайлик, А.А. Кадочников, А.Г. Матвеев, А.С. Пятаев, А.В. Токарев

Институт вычислительного моделирования СО РАН
oleg@icm.krasn.ru, scorant@icm.krasn.ru, andrey.g.matveev@gmail.com,
pyataev.alex@gmail.com, tav@torins.ru

Аннотация

Рассматриваются результаты работ по проектированию и разработке программно-технологического обеспечения геопортала. Представлены его основные компоненты, приводятся подробности их реализации. Обсуждается веб-интерфейс каталог метаданных, логика построения приложений на основе веб-сервисов геопортала. Приводится перечень информационных систем, разработанных в рассматриваемой технологии.

1. Основные компоненты геопортала

Формирование геопортала ИВМ СО РАН началось около трех лет назад, при выполнении работ по междисциплинарным интеграционным проектам и программе фундаментальных исследований СО РАН. Нужно отметить, что в процессе его разработки, по мере все более глубокого погружения в исследования, постоянно уточнялось представление о том, что он из себя представляет с технической и технологической точки зрения, какие ключевые компоненты его образуют. В частности, на первом этапе исследований разработка была сконцентрирована и, в определенном смысле, ограничена технологической платформой ГИС MapGuide Open Source и системой управления веб-контентом «1С-Битрикс» [1,2].

Сегодня геопортал ИВМ СО РАН — это комплекс программно-технологических решений, который состоит из следующих элементов:

1. Хранилище информационных (тематических) ресурсов. Сегодня это преимущественно размещенные на файл-сервере геоданные в формате Shape-файлов ESRI Arcview и Tab-файлов MapInfo, а также ресурсы серверов MapGuide Open Source, ресурсы пространственных баз данных PostGIS, и проч.

2. Каталог ресурсов, которые зарегистрированы на портале. Каталог ресурсов, или «каталог метаданных» о ресурсах — это база данных, которая содержит метаописания всех информационных ресурсов геопортала, а также набор программных библиотек (API) для различных операций по их обработке.

Программная реализация выполнена на PostgreSQL/PostGIS, доступ организован через веб-сервис по протоколу SOAP. В частности предполагается, что метаданные о ресурсах могут быть представлены в различных стандартах — ISO, и т.п. Информационная модель каталога постоянно совершенствуется, включает развитые средства разграничения прав доступа, множественной классификации ресурсов.

3. Подсистема управления данными каталога ресурсов через веб-интерфейс (система администрирования). Основная задача — регистрация информационных ресурсов в каталоге, ввод и редактирование метаданных. Дополнительные функции связаны с разграничением прав доступа, импортом метаданных со сторонних WMS-ресурсов и их соответствующей регистрацией в каталоге, и проч.

4. Редактор стилового оформления слоев и карт. Windows-программа, предназначенная для создания и редактирования стилового оформления тематических карт. Является по сути одним из элементов администрирования портала, который посчитали целесообразным выделить из веб-интерфейса основной системы администрирования. Для нашего портала является продуктом, аналогичным программе Autodesk MapGuide Studio или MapGuide Maestro для MapGuide Open Source. Редактор карт формирует XML-описание стилового оформления слоев и карт геопортала, сохраняет его в каталоге ресурсов.

5. Пользовательский веб-интерфейс каталога ресурсов (метаданных). Веб-приложение, предназначенное для навигации по зарегистрированным в системе информационным ресурсам и поиску среди них. Предусмотрены средства навигации по иерархическому каталогу ресурсов с учетом множественной классификации, фильтрации ресурсов по различным критериям, формирования пользовательских наборов данных («Корзина»), организации доступа к средствам визуализации геоданных — через веб-сервис по протоколу WMS и через подсистему картографической веб-визуализации. Программная реализация выполнена с использованием PHP, XHTML, CSS, JavaScript, JQuery.

6. Пользовательский веб-интерфейс (подсистема) картографической веб-визуализации. Веб-при-

ложение для отображения карт и отдельных слоев геоданных портала через веб-интерфейс. Его вызов, как правило, осуществляется через пользовательский веб-интерфейс каталога ресурсов (метаданных), о котором сказано выше. Веб-приложение подключается к каталогу ресурсов, откуда получает информацию о том, какие картографические слои и каким образом нужно отобразить. Для визуализации этих динамически формируемых данных используются программные библиотеки OpenLayers, MapScript/MapServer, и проч.

7. Средства информационного взаимодействия геопортала. Если в первой редакции — это ряд сервисов на основе «1С-Битрикс», то сейчас — это, прежде всего, система документирования на основе вики-технологии. Есть также форум, система рассылок электронной почты. Ведутся эксперименты с лентой новостей в twitter.

8. Картографические веб-сервисы. Прежде всего речь идет о веб-сервисе WMS, по которому геоданные портала доступны напрямую из стандартных ГИС. Развитие этого базового функционала обеспечено в «Пользовательском веб-интерфейсе каталога ресурсов (метаданных)», который позволяет формировать доступные по WMS-протоколу пользовательские наборы слоев и карт, создавая для них уникальные WMS-адреса.

9. Служебные веб-сервисы — набор программных интерфейсов (API), необходимых для интеграции разных элементов геопортала в единое целое. Например — сервисы получения списков зарегистрированных на сервере шрифтов и условных символов, которые использует Windows-программа — редактор стилового оформления слоев и карт.

10. Прикладные веб-сервисы. Сегодня реализованы такие функции как адресный поиск, геокодирование, прокладка маршрутов, построение водотоков. Эти сервисы предназначены для работы в составе прикладных геоинформационных систем, являются их неотъемлемой составной частью. На сегодняшний день имеют преимущественно ограниченный доступ.

Геопортал ИВМ СО РАН развивался параллельно с прикладными разработками для органов власти Красноярского края, в рамках которых созданы различные аналитические информационные системы и тематические наборы данных [4]:

1. Детальная карта Красноярского края и Хакасии (желаемый уровень детализации — отображение зданий во всех населенных пунктах края), доступная через картографические веб-сервисы.

2. Распределенная сеть серверов геопространственных данных на основе картографических веб-сервисов, использующая центральный сервер с векторными данными в центре хранения данных и кэширующие спутниковые сервера в ряде министерств и ведомств администрации края, в которых эксплуатируются информационные системы с картографической топографической основой.

3. Веб-сервис с мозаикой спутниковых снимков на отдельные территории Красноярского края (снимки Landsat/Spot).

4. Система автоматизации обновления картографических данных в распределенной сети серверов геопространственных данных, которая обеспечивает актуализацию данных на кэширующих серверах.

5. Система информационной поддержки процесса обновления картографических данных — служебные сервисы для операторов системы.

6. Прикладные геоинформационные системы для Windows, построенные на основе картографических веб-сервисов и кэширования получаемых данных в локальной картографической базе данных.

7. Диспетчерско-навигационная система мониторинга автотранспорта на основе данных ГЛОНАСС/GPS (контроль за междугородними и школьными автобусами, машинами скорой медицинской помощи).

Начато формирование каталога пространственных данных. Сегодня в каталоге геопортала ИВМ СО РАН зарегистрировано несколько сотен слоев данных, подготовленных в ИВМ СО РАН, ИВТ СО РАН, ИГТМ СО РАН, ИЛ СО РАН, ЦСБС СО РАН, Красноярском филиале Госцентра «Природа», СФУ, и проч. Ресурсы представлены в системе множественной классификации, с развитыми средствами поиска и фильтрации, возможностью формирования и сохранения персональных пользовательских наборов данных [5].

2. Картографические приложения на основе веб-сервисов геопортала

Мы рассматривали методы построения прикладных ГИС на основе веб-сервисов для разных типов приложений — как с веб-интерфейсом, так и для операционной системы Microsoft Windows. Построение прикладной геоинформационной системы для Windows на основе картографических веб-сервисов — относительно новое направление в ГИС; практических примеров таких систем пока не очень много — прежде всего здесь стоит упомянуть такие американские разработки как Google «Планета Земля» и NASA World Wind, а также российскую программу SAS.Планета. Эти программы, по сравнению со многими традиционными пакетами ГИС, которые сегодня имеют возможность подключения к удаленным картографическим сервисам WMS/WFS, обладают важной отличительной особенностью — они могут работать без подключения к Интернет, в оф-флайн-режиме. Эта возможность реализуется через механизм формирования локального кэша (базы) картографических данных, состоящего из отдельных растровых фрагментов (тайлов) данных. Кэш создается автоматически в процессе работы программы, имеющей доступ в Интернет, и геоданные из этого кэша впоследствии можно просматривать без подключения к сети.

При создании прикладных ГИС на основе веб-сервисов для Windows нами использовались сле-

дующие наборы данных и программно-технологические решения [6]:

1. Уже упомянутая выше детальная карта Красноярского края и Хакасии. Растровая пирамида тайлов карты края содержит 15 уровней.

2. Унифицированная библиотека доступа к данным карты на кэширующем сервере, обладающая базовым функционалом для построения ГИС на платформе Windows (операции управления слоями, сдвига и масштабирования карты, интерактивные запросы по объектам карты, и т.д.).

3. Подсистема формирования локальной картографической базы данных (локального кэша) на основе скачанных через Интернет тайлов карты, основанная на персональной СУБД SQLite.

Упомянутые технологические решения стали основой в разработке ряда прикладных геоинформационных систем:

1. Диспетчерско-навигационная система мониторинга автотранспорта на основе спутниковых данных ГЛОНАСС/GPS для Министерства транспорта и связи Красноярского края.

2. ГИС-модуль системы «Единая база данных "Гидротехнические сооружения и опасные участки берегопереработки"» для Министерства природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края.

3. Программа «Школьные автобусы» для Министерства образования и науки Красноярского края

(внедрена во всех муниципальных управлениях образования края).

4. Картографический редактор местоположения медицинских учреждений для Министерства здравоохранения Красноярского края.

Иллюстрацию использования данных геопортала в задачах построения картографических приложений на основе веб-сервисов рассмотрим на примере информации по маршрутам школьных автобусов в Красноярском крае.

На первом этапе была разработана прикладная ГИС «Школьные автобусы». Основная задача, для решения которой предназначена программа – создание и редактирование (уточнение) сети маршрутов (рейсов) школьных автобусов диспетчерами и специалистами в районных управлениях образования края. Эта программа основана на геосервисах портала, получает данные и карту через Интернет.

Подготовленные в районах таким образом данные о маршрутах школьных автобусов могут быть использованы для различных аналитических задач. Примером задачи является оценка доступности сотовой связи из автобусов при их движении по маршруту, и соответствующей возможности мониторинга их местоположения по каналу GPRS (диспетчеризации), которая сводится к пространственному анализу и визуализации данных (Рис. 1).

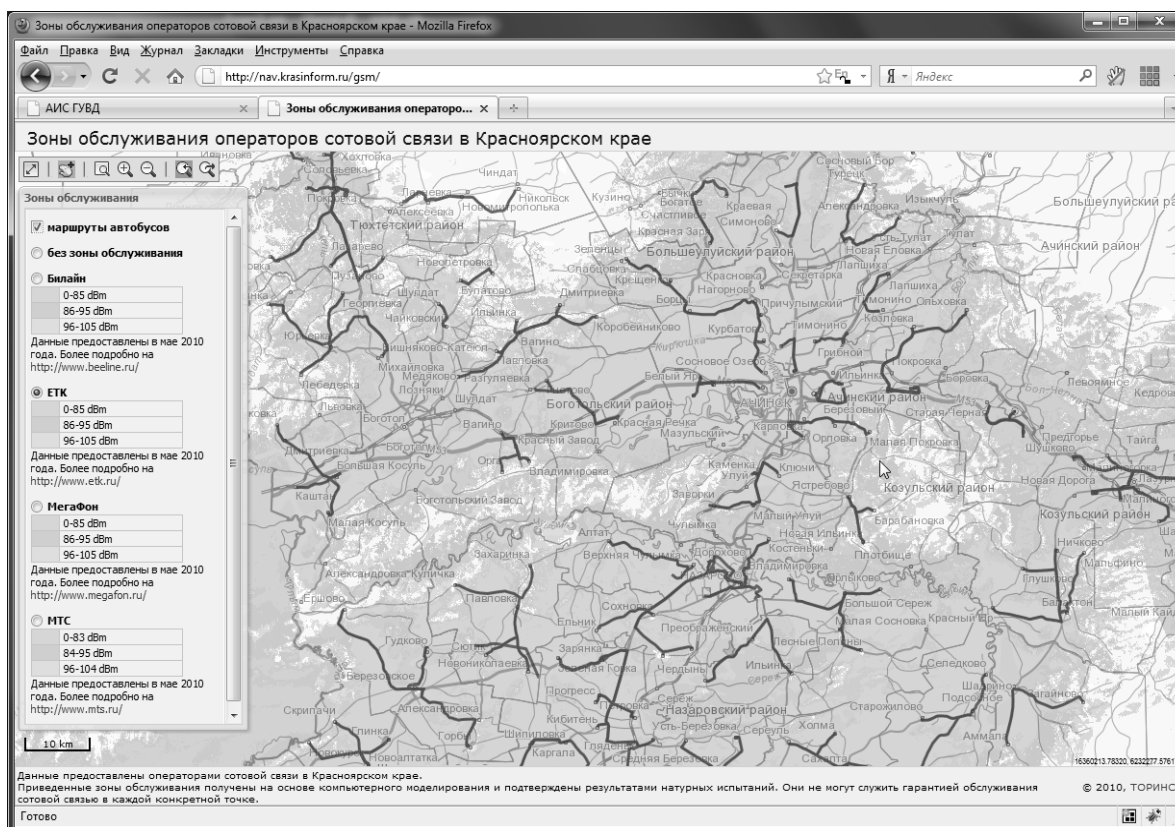


Рис. 1. Анализ покрытия маршрутов школьных автобусов зонами обслуживания операторов сотовой связи в Красноярском крае.

Третья составная часть задачи — диспетчеризация школьных автобусов в реальном режиме времени. В Красноярском крае она решается силами созданного администрацией края предприятия «Краевой центр коммуникаций», с помощью диспетчерского программного обеспечения «Регнасс», в составе которого — комплекс windows- и веб-приложений, основанных на веб-сервисах геопортала.

3. Веб-интерфейс каталога метаданных

Для организации доступа пользователей к пространственной информации геопортала, а также для осуществления поиска ресурсов с пространственной привязкой и просмотра их метаданных была выполнена разработка соответствующего веб-приложения «Каталог метаданных». Разработанное приложение в полной мере использует все преимущества фасетной (многоаспектной) классификации, лежащей в основе каталога ресурсов, что существенно облегчает поиск пространственных данных [3].

Пользовательский интерфейс приложения содержит четыре типа страниц: стартовая страница, страница списка ресурсов, содержащая средства поиска и фильтрации, набор страниц описания одного ресурса, интерфейс для работы с корзиной и личными ресурсами пользователя (Рис. 2).

Основной частью стартовой страницы «Каталога метаданных» является список существующих в системе классификаторов и их дочерних узлов первого уровня. Таким образом, пользователю предоставляется относительно подробная структура классификации всех зарегистрированных в каталоге ресурсов. Существует возможность генерации списка таким образом, что категории классификаторов, которые пока не содержат ресурсов, не показываются, что исключает лишние переходы пользователей на страницы, не содержащие ни одного ресурса.

Выбор какого-либо классификатора или вложенного в него узла на стартовой странице инициализирует автоматическое перестроение списка ресурсов каталога относительно категорий этого классификатора. Для облегчения восприятия, категории классификации представлены в виде дерева папок, в которых находятся ресурсы, по аналогии с интерфейсом современных операционных систем. Таким образом, несмотря на использование в основе каталога пространственных данных системы фасетной классификации, при помощи соответствующего визуального представления были реализованы достоинства именно иерархической системы классификации, такие как наглядность, обзорность, привычный для пользователей вид.

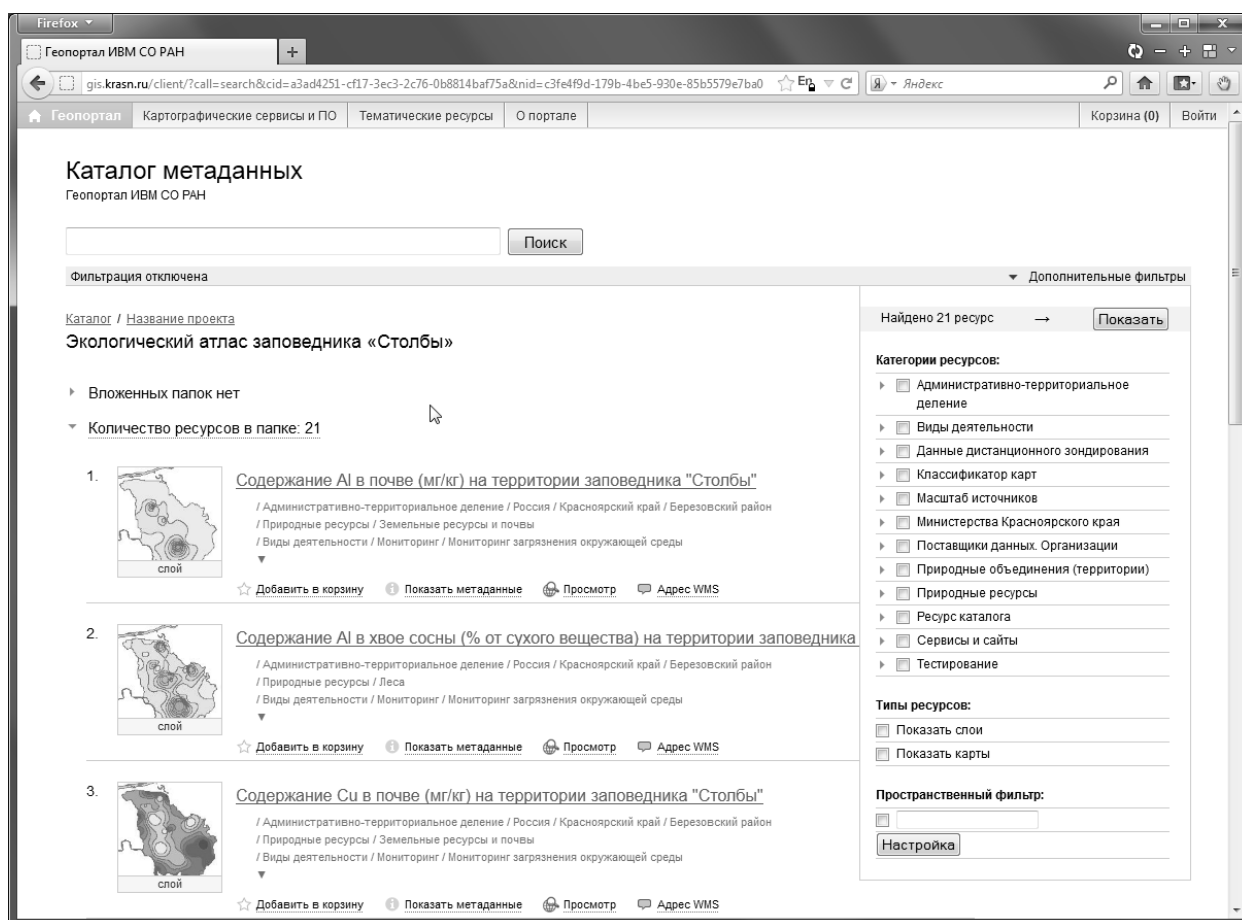


Рис. 2. Страница списка ресурсов каталога метаданных геопортала ИВМ СО РАН.

Информация в метаданных разбита на пять категорий (вкладок): описание (тип ресурса, дата актуальности, авторы и так далее), пространственные данные (проекция, тип геометрии, экстеннты), атрибутивная информация и изображение предварительного просмотра, ссылки для скачивания метаданных ресурса в международных и национальных стандартах (например, ISO-19115, ГОСТ).

Информационный ресурс, выбранный в «Каталоге метаданных», может быть открыт в отдельном окне (вкладке браузера) в специально разработанном средстве просмотра или в любой стандартной ГИС, поддерживающей протокол WMS. Механизм действия достаточно прост: пользователь получает адрес WMS-сервера ресурса (нажав соответствующую кнопку) и указывает этот адрес в качестве источника данных в прикладной программе. Такой динамически формируемый WMS-сервер будет содержать один или несколько слоев геоданных, в зависимости от выбора пользователя. Возможность выбора пользователем необходимых слоев данных для их подключения в стороннем приложении, таком как MapInfo или QGIS, становится принципиальной в случае, когда каталог становится большим и содержит тысячи ресурсов, и подключать их все сразу нецелесообразно.

Ресурс одновременно может иметь несколько видов распространения: TAB-файл MapInfo, растровое изображение, Shape-файл ESRI ArcView, и другие.

В веб-приложении реализованы различные способы поиска ресурсов:

1. Текстовый поиск по метаданным. Пользователь имеет возможность выборки ресурсов по поисковой фразе, которая может встречаться в полях метаданных, таких как: заглавие ресурса, его текстовое описание, авторы или комментарии к ресурсу. В систему встроен синтаксический анализатор, который позволяет гибко обрабатывать окончания слов поисковой фразы, ставя в приоритет основу слова.

2. Поиск и фильтрация по категориям классификации. Принцип многоаспектной классификации, заложенный в системе, предоставляет широкие возможности поиска и фильтрации пространственных данных. Помимо просмотра ресурсов в определённой папке (категории классификации), пользователь имеет возможность сужения списка обозреваемых ресурсов, выбирая в блоке фильтрации определённые узлы классификации. Таким образом в списке будут выводиться только те ресурсы, которые находятся в текущей папке и описаны всеми выбранными категориями.

3. Фильтрация по типу ресурсов. На сегодняшний день существует два основных типа ресурсов: картографический слой и карта. Карты представляют собой совокупности одного или нескольких слоёв, упорядоченных и сгруппированных определённым

образом. Используя возможности фильтрации, пользователь может отобразить ресурсы только определённого типа.

4. Поиск по пространственным координатам. Помимо фильтрации по типам ресурсов или категориям классификации, существует возможность выборки ресурсов, находящихся в пределах определённой пользователем пространственной области.

5. Поиск по дате / времени. Определяя временной промежуток, пользователь может выбрать только те ресурсы, которые соответствуют указанному периоду.

Для удобства пользователей реализован динамический подсчёт количества ожидаемых результатов фильтрации по текущей выборке, что существенно снижает количество загрузок страниц с пустым списком (в случае слишком строгого условия выборки).

Технологическая основа веб-приложения — передача данных в JSON-формате, авторская библиотека функций, основанная на JQuery. Реализация соответствует таким общепринятым требованиям как гибкость, расширяемость в процессе эксплуатации и дальнейшей разработки, простота установки, независимость представления от содержания, и проч.

Литература

- [1] Ерунова М.Г., Гостева А.А., Якубайлик О.Э. Геоинформационное обеспечение задач экологического мониторинга особо охраняемых территорий // Журнал СФУ. Серия: Техника и технологии. 2008. Т. 1. № 4. С. 366—376.
- [2] Кадочников А.А., Попов В.Г., Токарев А.А., Якубайлик О.Э. Формирование геоинформационного Интернет-портала для задач мониторинга состояния природной среды и ресурсов // Журнал СФУ. Серия: Техника и технологии. 2008. Т. 1. № 4. С. 377—386.
- [3] Матвеев А.Г., Якубайлик О.Э. Разработка веб-приложения для обработки и представления пространственных метаданных геопортала // Вестник СибГАУ. 2012. Вып. 2 (42). С. 48—54.
- [4] Якубайлик О.Э. Геоинформационная Интернет-система мониторинга состояния окружающей природной среды в зоне действия предприятий нефтегазовой отрасли // Вестник СибГАУ. 2010. № 1. С. 40—45.
- [5] 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. № 4. С. 61-66.
- [6] Якубайлик О.Э., Попов В.Г. Технологии для геоинформационных Интернет-систем // Вычислительные технологии. 2009. Т. 14. № 6. С. 116 — 126.

Software and technologies for geoportal of ICM SB RAS

O.E. Yakubailik, A.A. Kadochnikov, A.G. Matveev,
A.S. Pyataev, A.V. Tokarev

Research on design and development of software and technological support for geo-portal of ICM SB RAS are discussed. Its main components and implementation details are presented. A number of problems are discussed in details, such as web-based metadata catalog, the logic of building applications based on web services geoportal. A list of implemented information systems, based on discussed technologies is presented.

The authors were directly involved in the development and implementation of geoportal based projects. 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 authors used GIS platforms MapGuide Open Source and Minnesota Mapserver. GeoWebCache was another essential component of distributed web mapping applications.

By analyzing and summarizing the experience gained creating information systems, it should be noted that the use of geoportal-based solutions in this area, can dramatically improve the efficiency of software development and problems solving.