

ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ITSGIS

© 2015 А.В. Сидоров, А.Н. Имамутдинов, В.А. Ключников

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 30.07.2015

Применение разработанной веб-ориентированной модели интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS позволит решить задачи мониторинга, нормоконтроля, поиска и визуализации объектов транспортной инфраструктуры города.

Ключевые слова: модель, транспортная инфраструктура, веб-приложение, электронная карта, архитектура, геоинформационная система.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире информационных технологий геоинформационные системы (ГИС) находят всё большее применение, так как являются наиболее эффективным инструментом для решения многих практических, научных и учебных задач, связанных с географической информацией. ГИС позволяет осуществлять наглядное отображение объектов транспортной инфраструктуры города, таких как улично-дорожная сеть, транспортный поток, дорожно-транспортные происшествия, дорожные знаки и светофорные объекты, остановки общественного транспорта, дорожная разметка и ограждения [1].

Большинство современных ГИС представляют собой сложные клиент-серверные настольные приложения с насыщенным функционалом. Недостатками таких приложений являются:

- необходимость установки приложения на персональный компьютер (ПК);
- слабая автоматизация процессов обновления и распространения приложения;
- зависимость работы приложения от архитектуры ПК и операционной системы (ОС);

С развитием сети Интернет и веб-технологий появилась возможность создания Rich Internet Applications (RIA) – доступных через Интернет веб-приложений, насыщенных функциональностью традиционных настольных систем и лишенных их недостатков. В связи с этим стало возможным по-новому решать задачи обработки пространственной информации.

ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Результатом симбиоза возможностей веб-технологий и ГИС стало формирование новой веб-ориентированной модели систем, работающих с географическими данными, в частности с объектами транспортной инфраструктуры. Преимуществами такой модели являются:

- высокая мобильность;
- выполнение независимо от операционной системы клиента;
- автоматическое обновление версий;
- минимальная аппаратная платформа;
- возможность использования на мобильных устройствах;
- быстрое и удобное распространение среди клиентов.

Появились новые технологические направления работы с пространственной информацией. Стало возможным организация и поддержка глобального обмена геоданными. В настоящее время выделяют следующие направления применения веб-ориентированной модели ГИС:

- справочно-информационное картографическое обслуживание;
- справочно-аналитическое картографическое обслуживание;
- визуально-картографическое представление цифровых геоданных в интересах распространения [2].

Для решения задач мониторинга, поиска, быстрой доставки и точной визуализации пространственных данных, связанных объектами транспортной инфраструктуры, на базе интеллектуальной геоинформационной системы ITSGIS разработана веб-ориентированная модель GeoITSGIS.

АРХИТЕКТУРА

Основой веб-ориентированной ГИС является трехзвенная клиент-серверная архитектура (рис. 1). Взаимодействие пользователя с системой осуществляется через браузер.

Сидоров Александр Владимирович, аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: a.sidorov163@mail.ru

Имамутдинов Арслан Низамович, студент факультета информатики. E-mail: arslan92@mail.ru

Ключников Владимир Андреевич, аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: klyuchnikov.vladimir@gmail.com

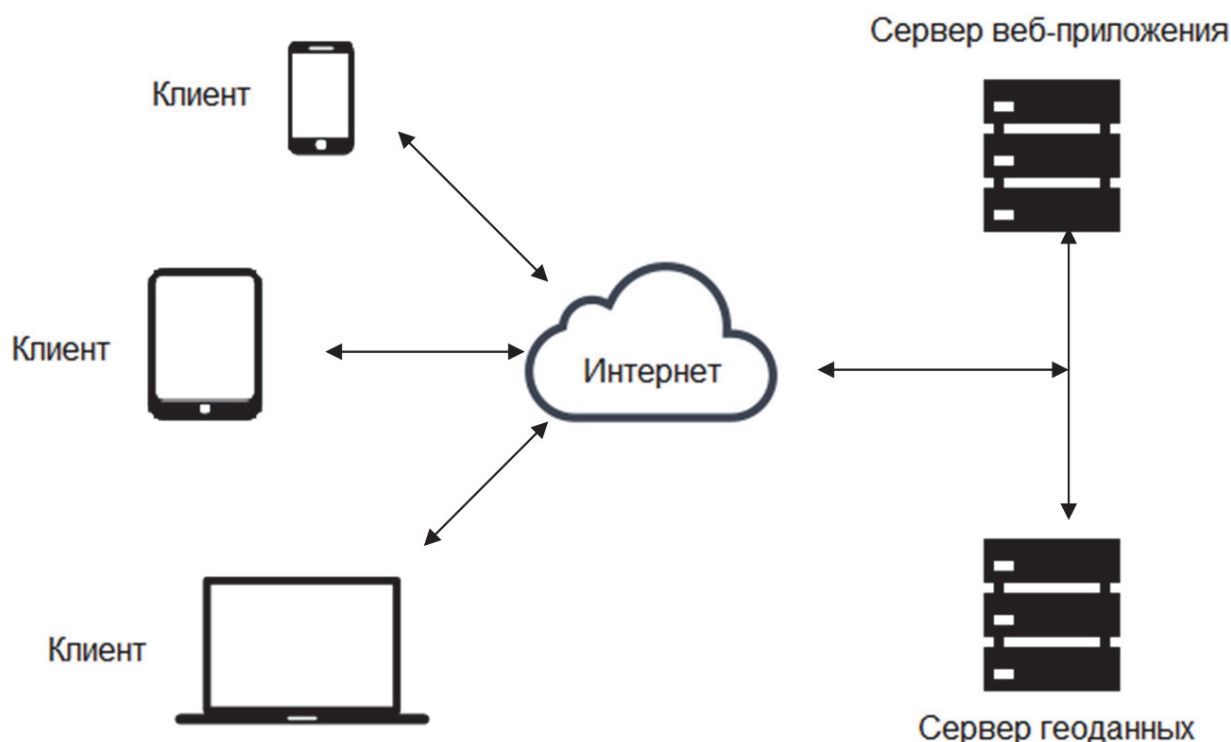


Рис.1. Архитектура системы

Клиентская часть представляет интерфейс пользователя с электронной картой местности, и служит для формирования запросов к серверу и получения с последующей обработкой ответа от него.

На серверной стороне сервер приложения принимает запросы на получение или обработку пространственной информации, выполняет необходимые вычисления и геозапросы к серверу геоданных, подготавливает ответ и отправляет его клиенту. В качестве сервера геоданных используется сервер интеллектуальной геоинформационной системы ITSGIS, которая предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется по сети с использованием протокола HTTP. Сервер позволяет обрабатывать сразу несколько подключений, а при отсутствии связи с клиентом находится в режиме ожидания входящих подключений [3]. Преимущества подобной архитектуры:

- масштабируемость;
- высокая безопасность;
- высокая надежность;
- балансировка нагрузки;
- увеличение скорости работы;
- простое обновление;
- низкие требования к сети между клиентом и сервером приложений.

Взаимодействие между компонентами архитектуры осуществляется с помощью паттерна Model-View-Controller (MVC) (рис. 2).

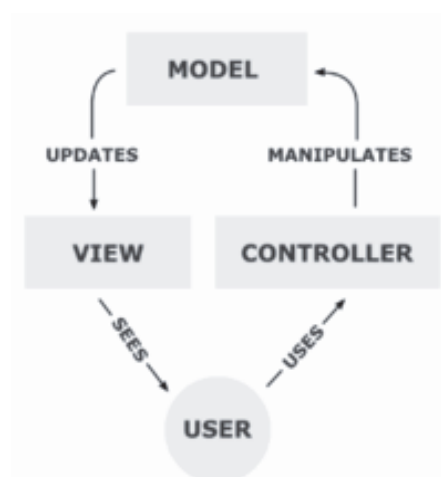


Рис. 2. Схема функционирования шаблона MVC

Этот шаблон разделяет работу на три отдельные функциональные роли: модель данных (model), пользовательский интерфейс (view) и управляющую логику (controller). Модель отвечает за управление данными, сохранение и извлечение сущностей, используемых приложением. В веб-ГИС такими сущностями являются геообъекты: точки, полигоны, линии с привязанной к ним семантической информацией. Пользовательский интерфейс отображает полученные от модели данные на карте. Управляющая логика или контроллер связывает модель и представление. Контроллер получает запрос от клиента, анализирует его параметры и обращается к модели для выполнения операций над данными запроса. От модели поступают скомпонованные объекты, которые перенаправляются контроллером в

пользовательский интерфейс. Таким образом, изменения, вносимые в один из компонентов, оказывают минимально возможное воздействие на другие компоненты. В данном паттерне модель не зависит от представления или управляющей логики, что делает возможным проектирование модели как независимого компонента.

РАБОТА С ГЕОДАНЫМИ

Для визуализации и работы с геоданными на стороне клиента размещается интерактивная электронная карта и интерфейс для взаимодействия с сервером геоданных.

Логика работы клиентской части системы реализована на языке JavaScript. Такие особенности языка, как динамическая и слабая типизация, объектная ориентированность, отсутствие модификаторов доступа требуют грамотного подхода к реализации архитектуры клиентской части приложения. Для решения целого класса задач, связанных с разработкой веб-ориентированной модели ГИС существуют специальные повторяемые архитектурные конструкции, называемые шаблонами проектирования или паттернами. Основная польза от использования паттернов состоит в снижении сложности разработки за счёт готовых абстракций. Паттерн даёт решению свое имя, что облегчает коммуникацию между разработчиками. Таким образом, за счёт паттернов обеспечивается унификация деталей решений. Удобным инструментом создания подобных конструкций на языке JavaScript является паттерн создания объектов – «Модуль». Паттерн «Модуль» осуществляет инкапсуляцию приватной информации, состояния или структуры за счёт встроенного в JavaScript механизма замыкания. Этот механизм позволяет оборачивать методы и переменные в модули, предотвращая тем самым их попадание в глобальный контекст и конфликты с интерфейсами других разработчиков. Благодаря замыканию, объявленные внутри модуля переменные и функции доступны только изнутри модуля. Паттерн «Модуль» возвращает только публичную часть API, оставляя всё остальное доступным только внутри замыканий [4].

Веб-ориентированная модель ГИС ITSGIS оперирует пространственными данными. Пространственный объект – цифровая модель материального или абстрактного объекта реального или виртуального мира с указанием идентификатора, кода характера локализации, позиционирования объекта и его атрибутивных данных. Объектом ГИС называется объект реальной гео-системы, описываемый одним или несколькими геометрическими векторными примитивами, а также набором атрибутов. К геометрическим векторным примитивам относятся точки, линии и полигоны. Физически примитивы описываются

последовательностью пар координат своих узлов. Атрибутами являются числовые или символьные характеристики объекта, или векторного примитива, хранящиеся в специальной базе данных (БД). В качестве атрибутов также могут быть использованы растровые изображения, аудио- и видеоматериалы, а также поведенческие атрибуты в виде функций и программных модулей, выполняющихся при определенных условиях. Совокупность примитивов и атрибутов образует простой объект ГИС. Выделяют четыре основных типа пространственных объектов: точечные (точки), линейные (линии), площадные или полигональные, контурные (полигоны) и поверхности (рельефы), 0-, 1-, 2- и трехмерные, соответственно, а также тела.

Вся информация состоит из графических слоев, на которых представлена однородная графическая информация, объединенная по некоторому общему семантическому признаку (рисунок 3). Слой – совокупность однотипных пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев.

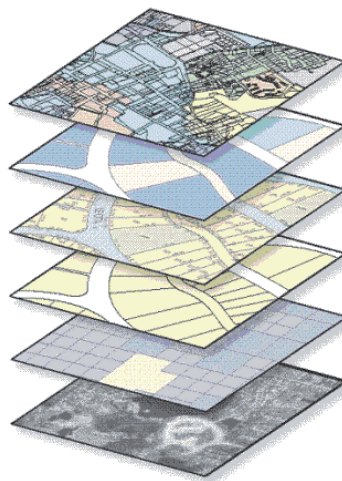


Рис. 3. Слои ГИС

Для решения задач отображения карты, слоев, полигонов, линий, точек, информации, связанной с полигонами, определения принадлежности точки полигону используется библиотека OpenLayers. Карта города состоит из нескольких слоев, которые разделены на тайлы (небольшие изображения одинаковых размеров, которые и служат фрагментами большой карты) в соответствии с максимальным и минимальным приближением.

Количество слоев может варьироваться в зависимости от их наличия для каждой отдельной карты, но всегда присутствует основной слой, на котором отображаются здания, дороги и подписи улиц (рис. 4).

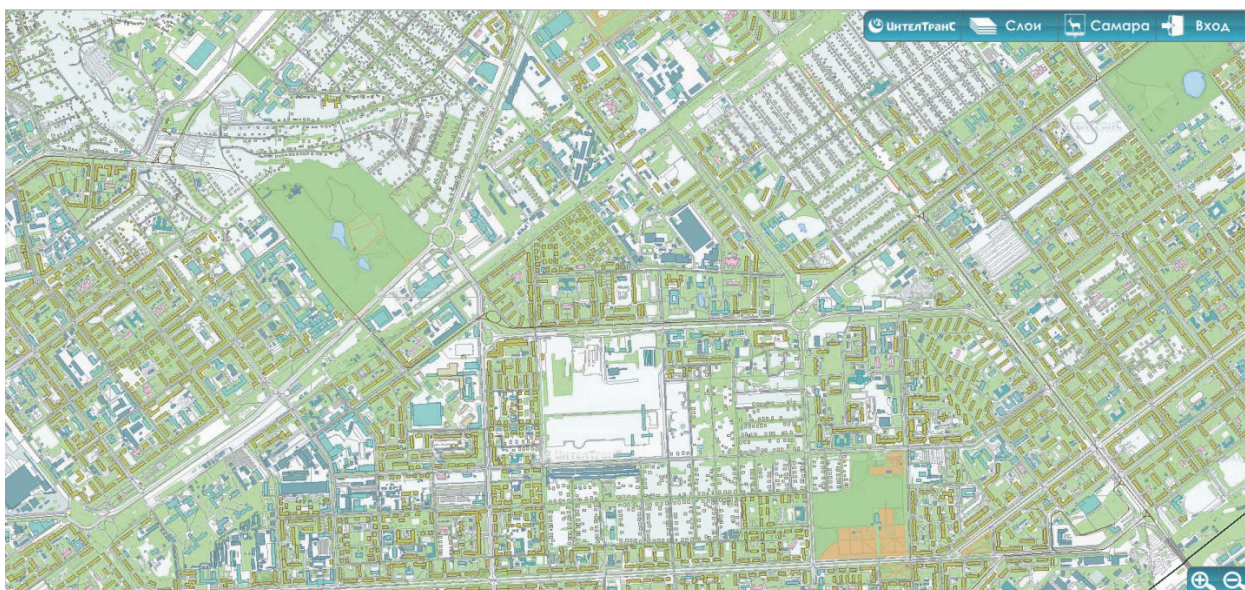


Рис. 4. Основной слой электронной карты

Для уменьшения нагрузки на сервер гео-данных тайлы основного слоя с картой заранее подготовлены и хранятся в физической памяти. Слои карты, с размещенными на них объектами транспортной инфраструктуры, формируются сервером гео-данных на лету по требованию пользователя и передаются ему тайлами. Доступны следующие слои транспортной инфраструктуры:

- дорожные знаки и светофорные объекты;
- ограждения;
- интенсивность;
- остановки общественного транспорта;
- дорожная разметка;
- рекламные конструкции;
- столбы освещения.

Запрос и формирование сервером гео-данных слоя объектов транспортной инфраструктуры происходит в несколько этапов:

- 1) Вычисление текущей области видимости карты на экране браузера;
- 2) Разбивка полученной области карты на тайлы;

3) Занесение полученных тайлов в очередь ожидания на получение;

4) Формирование строки запроса к серверу гео-данных в соответствии с первым тайлом в очереди;

5) Отправка запроса к серверу гео-данных на получение дислокации объекта транспортной инфраструктуры и формирование необходимого тайла;

6) Вычисление охвата тайла в единицах измерения карты;

7) Сбор информации сервером гео-данных о дислокации требуемых объектов;

8) Создание тайла;

9) Отправка сформированного тайла обратно клиенту;

10) Размещение тайла на слое карты.

Приведенный алгоритм выполняется для каждого тайла требуемого слоя. В результате на электронной карте поверх основного слоя создается слой, с размещенными на нем объектами транспортной инфраструктуры (рис. 5).

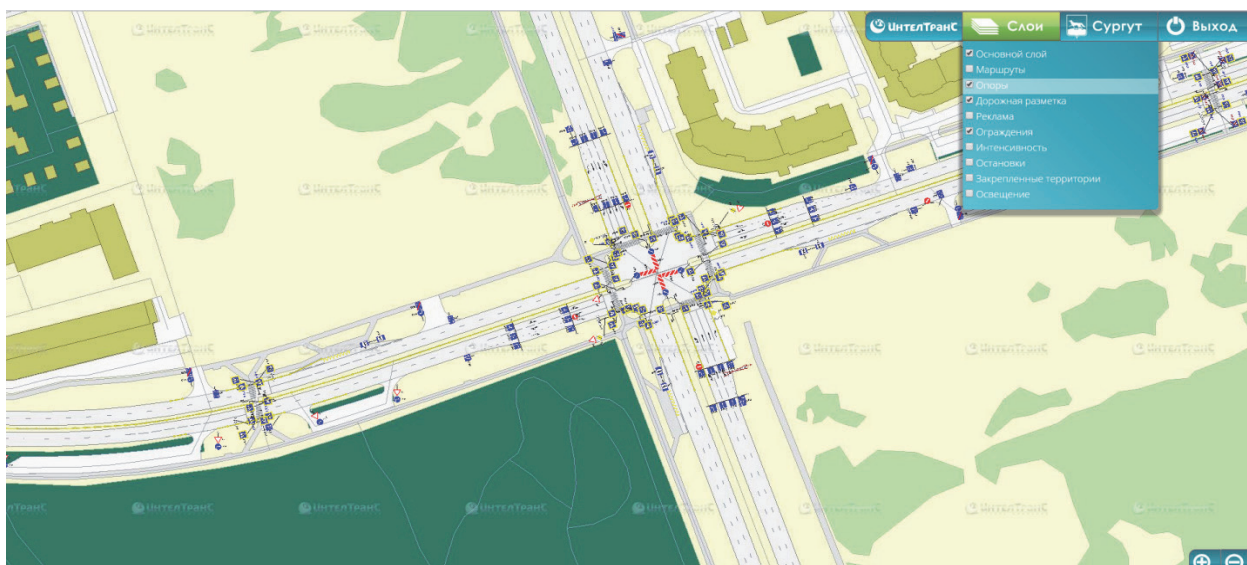


Рис. 5. Слои с объектами транспортной инфраструктуры

Чтобы вычислить охват тайла в единицах измерения карты, в начале нужно определить размеры самого тайла. Размер одного тайла на z -м масштабном уровне вычисляется по формуле:

$$step = \frac{\max(W, H)}{2^z},$$

где W и H – ширина и высота карты соответственно. Зная информацию о координатах начала отсчета тайловой сетки ($minx$, $miny$) легко подсчитать охват любого тайла в единицах измерения карты. Этот охват и будет использоваться при отрисовке слоя карты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана веб-ориентированная модель интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS, решающая задачи мониторинга, поиска, быстрой доставки и точной визуализации пространственных данных, связанных объектами транспортной инфраструктуры. Модель

лишена недостатков классических настольных приложений, не зависит от архитектуры ПК, ОС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сидоров А.В. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте // Мир дорог. 2013. Т. 2013. № 72. С. 44.
2. Мандругин В.В., Архипенко О.П. WEBGIS как результат интеграции геоинформационных систем и интернет технологий // ГЕО-СИБИРЬ-2011. Новосибирск: СГТА, 2011. Т. 1 Ч. 2. С. 50-52.
3. Имамутдинов А.Н. WEB-приложение поиска и визуализации пространственной информации «i-GIS» // IT & Транспорт: сб. науч. статей [под ред. Т.И. Михеевой]. Самара: Интелтранс, 2014. 138 с.
4. Михеева Т.И., Головин О.К., Федосеев А.А. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6; URL: www.science-education.ru/106-7967 (дата обращения 11.06.2015).

WEB-BASED MODEL OF INTELLIGENT TRANSPORT GEOINFORMATION SYSTEMS ITSGIS

© 2015 A.V. Sidorov, A.N. Imamutdinov, V.A. Klyuchnikov

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The application of web-based model of intelligent transport geographic information system ITSGIS will solve the problem of monitoring, labor control, search and visualization of objects of transport infrastructure of the city.

Keywords: model, transport infrastructure, web application, electronics map, architecture, geographic information system.