

АРХИТЕКТУРА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Михеев С. В., Сидоров А. В., Головнин О. К., Михайлов Д. А.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)», Самара, Россия (443086, Самара, Московское шоссе, 34), e-mail: mikheevati@spc-its.ru

Рассмотрены объекты городской инфраструктуры. Показаны преимущества использования геоинформационных систем для учета объектов городской инфраструктуры. Приведены основные задачи, которые могут быть решены при помощи геоинформационных систем и области применения геоинформационных систем. Рассмотрена геоинформационная система «ITSGIS. Инфо», типы хранения данных в системе и инструменты анализа геопространственных данных. Рассмотрена архитектура системы «ITSGIS. Инфо» с описанием ее логической модели, включая диаграмму вариантов использования, сценарии вариантов использования, диаграммы классов и состояний. Рассмотрена логическая модель данных системы с описанием основных сущностей системы. Обоснован выбор системы управления базы данных, трехуровневой архитектуры для реализации системы и технологии передачи данных между модулями системы. Описан интерфейс системы и рассмотрены основные функции системы.

Ключевые слова: городская инфраструктура, геоинформационная система (ГИС), организация, маршрут, электронная карта.

ARCHITECTURE OF GEOINFORMATION REFERENCE SYSTEM OF URBAN INFRASTRUCTURE OBJECTS

Mikheev S. V., Sidorov A. V., Golovnin O. K., Mikhailov D. A.

Samara State Aerospace University, Samara, Russia (Moscow Highway 34, Samara, Russia, 443086), e-mail: mikheevati@spc-its.ru

We have researched urban infrastructure objects and have considered the advantages of using geographic information systems for registration urban infrastructure objects. The basic problem that can be solved using geographic information systems and the application of geographic information systems. We have researched geographic information system “ITSGIS. Info”, types of data storage and geospatial data analysis tools. We have considered the architecture of the system “ITSGIS. Info“ and have described its logic model, including use case diagram, use cases scenarios, class diagrams and condition diagrams. We have researched logical data model of the system and have described main entities of the system. We have proved a database management system choice, choice of three-tier architecture for implementing systems and choice of communication system modules technologies. We have described system interface and system basic functions.

Key words: urban infrastructure, geographic information system (GIS), organization, a route, electronic map.

Введение

Городская инфраструктура представляется множеством фрагментов – элементов города, подлежащих изучению с целью организации управления и, в конечном счете, автоматизации. Каждый фрагмент городской инфраструктуры характеризуется множеством объектов и процессов, использующих эти объекты. Для учета объектов городской инфраструктуры резонно использовать геоинформационные системы (ГИС).

На данный момент ГИС – один из наиболее бурно развивающихся сегментов рынка высоких компьютерных технологий, в котором работает большое количество крупных фирм, таких как Google, NASA, Refractions Research, Intergraph, Grass Development Team (GRASS GIS), Microsoft, ESRI (ARC GIS), Autodesk, CalComp и многих других.

ГИС позволяют не только хранить и отображать объекты городской инфраструктуры, но и решать ряд сложных географических и информационных задач: измерение расстояний между объектами, поиск и систематизация объектов в заданной области, построение оптимального маршрута проезда. Примером ГИС, работающей с разнотипными объектами города, является геоинформационная система «ITSGIS», обладающая полновесным функционалом работы как с геообъектами, так и с семантикой этих объектов. Одной из подсистем «ITSGIS», позволяющей работать с организациями города, является «ITSGIS. Инфо», осуществляющая управление данными, касающимися семантики геообъектов городской инфраструктуры. ГИС «ITSGIS» включают в себя возможности систем управления базами данных (СУБД), редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств. Она позволяет эффективно работать с пространственно-распределенной информацией, такой как схема метро, план здания, топографическая карта, схема взаимосвязей между офисами компании, атлас автомобильных дорог, контурная карта и многое другое. ГИС «ITSGIS» хранит информацию об объектах городской инфраструктуры в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения. Это позволяет решать задачи отслеживания передвижения транспортных средств и материалов, детального отображения реальной обстановки и планируемых мероприятий.

Система содержит сведения о пространственном положении объектов, такие как привязка к географическим координатам, ссылки на адрес, почтовый индекс, название остановки общественного транспорта и т. п. При использовании подобных ссылок для автоматического определения местоположения или местоположений объектов в «ITSGIS» применяется процедура геокодирования.

Система «ITSGIS. Инфо» работает с двумя типами данных – векторными и растровыми. В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат X,Y. Местоположение точечного объекта, например остановки общественного транспорта, описывается парой координат (X,Y). Линейные объекты, такие как дороги, маршруты, сохраняются как наборы координат X,Y. Полигональные объекты типа кварталов, земельных участков или областей обслуживания хранятся в виде замкнутого набора координат. Векторная модель особенно удобна для описания дискретных объектов. Растровая модель оптимальна для работы с непрерывными свойствами, т. к. представляет собой набор значений для отдельных элементарных составляющих, оно подобно отсканированной карте или картинке.

Система имеет различные инструменты анализа геоданных, среди которых наиболее значимы инструменты анализа близости и анализа наложения. Для проведения анализа

близости объектов относительно друг друга в «ITSGIS» применяется процесс буферизации. Процесс наложения включает интеграцию данных, расположенных в разных тематических слоях.

При разработке системы использовались стандарты «Открытого геопространственного консорциума» (Open Geospatial Consortium, OGC). В результате достигнута совместимость для свободного обмена геоинформацией и создания стандартной среды взаимодействия программного обеспечения ГИС.

Архитектура системы. Диаграмма вариантов использования системы представлена на рисунке 1.

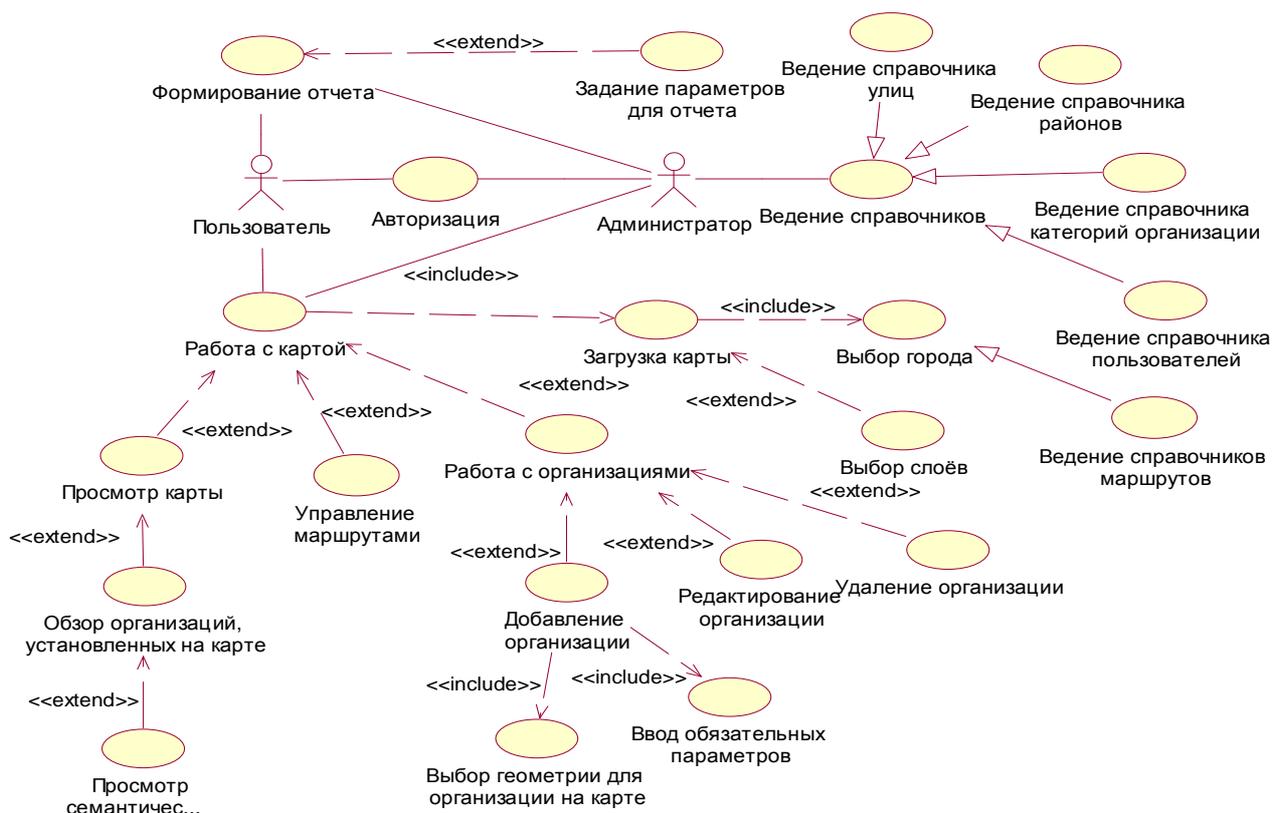


Рисунок 1. Диаграмма вариантов использования «ITSGIS. Инфо»

Система содержит 2 актанта: пользователь и администратор. Разграничение прав доступа происходит на стадии входа в систему. Администратор обладает возможностью вести справочную информацию: добавлять, редактировать и удалять сведения, а также всеми функциями пользователя. Пользователь может загружать карту выбранного города, добавлять, удалять, редактировать данные об организации, формировать настраиваемые отчеты. При проектировании системы разработаны сценарии вариантов использования: добавление организации, ведение справочников, описывающие процедуры проверки на целостность и уникальность данных.

Диаграмма классов системы «ITSGIS» представляет статическую структуру в терминологии классов объектно-ориентированного программирования, отражающую

взаимосвязь между отдельными сущностями системы, такими как организации, остановки транспорта, маршруты движения, а также описывает их внутреннюю структуру и типы отношений. Диаграмма классов состоит из множества элементов, которые в совокупности отражают декларативные знания об объектах городской инфраструктуры. Эти знания интерпретируются в базовых понятиях языка UML, таких как классы, интерфейсы и отношения между ними и их составляющими компонентами.

Классы по своей роли в системе делятся на группы: граничные, сущностные, управления, логические. Объекты сущностных классов в «ITSGIS» представляют собой блоки длительно хранимой информации, используемые для организации базы данных системы. Объекты классов управления являются активными, берущими на себя управление и организацию вычислительных процессов. Объекты граничных классов реализуют интерфейсы «ITSGIS» с внешней средой и различными пользователями.

Диаграмма состояний системы «ITSGIS» описывает возможные последовательности состояний и переходов, которые в совокупности характеризуют поведение элемента модели системы. Под состоянием в «ITSGIS» понимается абстрактный метакласс, используемый для моделирования какой-либо ситуации, в течение которого имеет место выполнение некоторого условия. Состояние задается в виде набора конкретных значений атрибута класса или объекта, при этом изменение их отдельных значений отражает изменение состояния моделируемого класса или объекта. Не каждый атрибут класса характеризует его состояние. Имеют значение только свойства элементов системы, отражающие динамический или функциональный аспект ее поведения. В этом случае состояние характеризуется некоторым инвариантным условием, включающим в себя только значимые для поведения класса атрибуты и их значения. Диаграмма состояний системы «ITSGIS» представляет динамическое поведение классов, на основе спецификации их реакции на восприятие некоторых конкретных событий. Диаграмма состояний является графом специального вида, вершинами которого являются состояния, а дуги служат для обозначения переходов из одного состояния в другое.

Для хранения данных в «ITSGIS. Инфо» используется база данных. Логическая модель данных приведена на рисунке 2. Основными сущностями предметной области являются «Карта», «Адрес», «Организация», «Категория», «Реклама». Данные в БД представлены в нормализованной форме, что обеспечивает экономичность хранения информации и высокую скорость выполнения запросов. В качестве средства реализации базы данных выбрана система управления базами данных PostgreSQL с геопространственным расширением PostGIS, обеспечивающим поддержку спецификации открытых ГИС «OGC».

«ITSGIS. Инфо» позволяет работать с объектами городской транспортной инфраструктуры в многопользовательском режиме, благодаря реализации системы с использованием многозвенной архитектуры. В процессе функционирования системы обеспечивается целостность данных и устранение возникающих конфликтов. Слой хранения и манипулирования данными реализует система управления базами данных. Сервер приложений реализует бизнес-методы доступа к данным, предоставляет сервисы для клиентских приложений. Клиентское приложение обрабатывает запросы пользователя, выполняет запросы на сервер приложений, обрабатывает полученную информацию и выводит ее в удобном для пользователя виде.

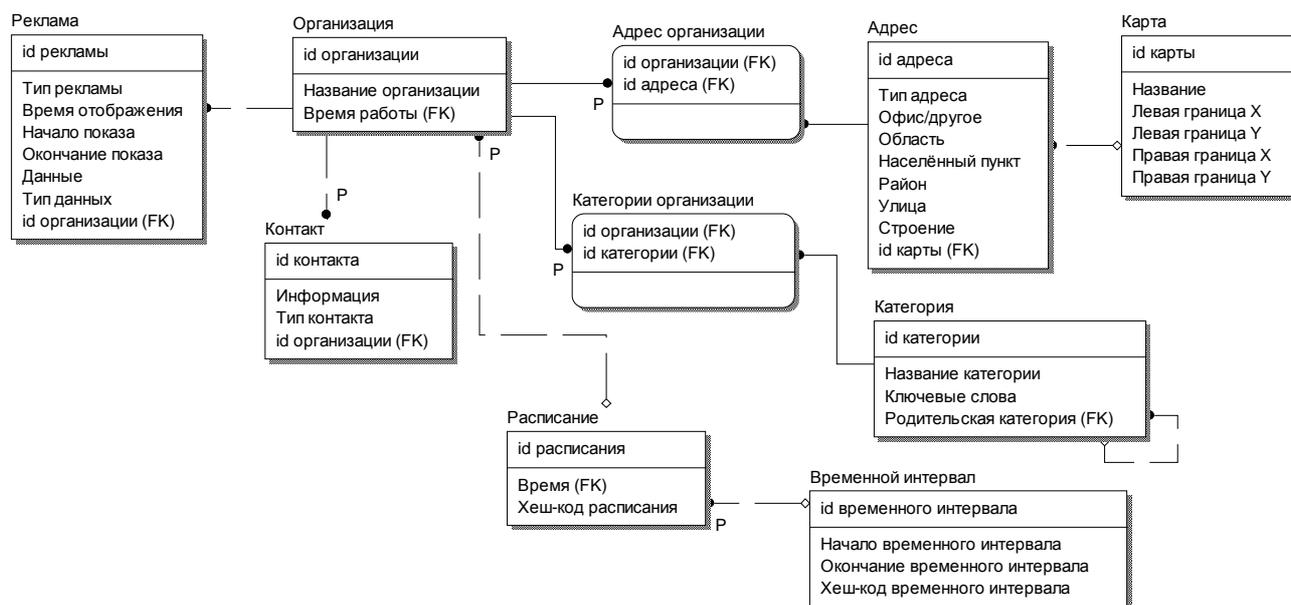


Рисунок 2. Логическая модель базы данных

Сервер базы данных находится на выделенном компьютере, к которому по сети подключены один или несколько серверов приложений, к которым, в свою очередь, по сети подключаются клиенты.

Для взаимодействия системы с СУБД в «ITSGIS. Инфо» применяется технология объектно-реляционного отображения, позволяющая явно описать схему базы данных в терминах языка программирования и манипулировать привычными элементами языка программирования – классами, объектами, атрибутами и методами. При создании распределенного приложения использована технология Windows Communication Foundation (WCF), которая обеспечивает надежный и безопасный обмен данными между сервером приложения и клиентами. В основе WCF лежит принцип связи с помощью обмена сообщениями, и любые объекты, моделируемые в виде HTTP-сообщений, можно представить единым образом в модели программирования.

Функционал «ITSGIS. Инфо». Система представляет собой каталог организаций (рисунок 3), разбитый по категориям, и электронную карту города (рисунок 4), которую

можно масштабировать, перемещать, поворачивать, а также просматривать информацию о геообъектах.

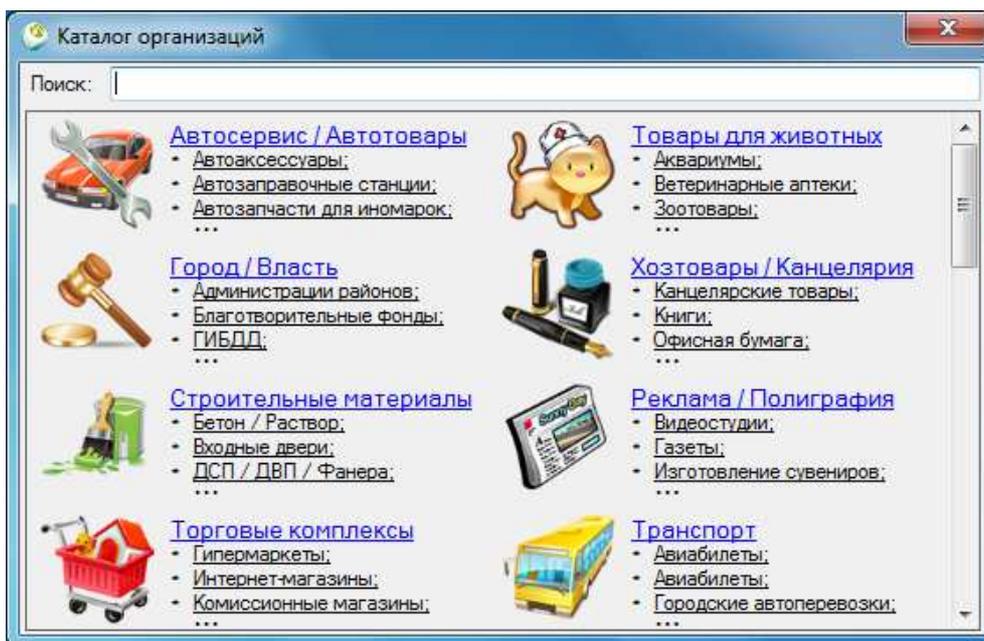


Рисунок 3. Каталог организаций системы «ITSGIS. Инфо»

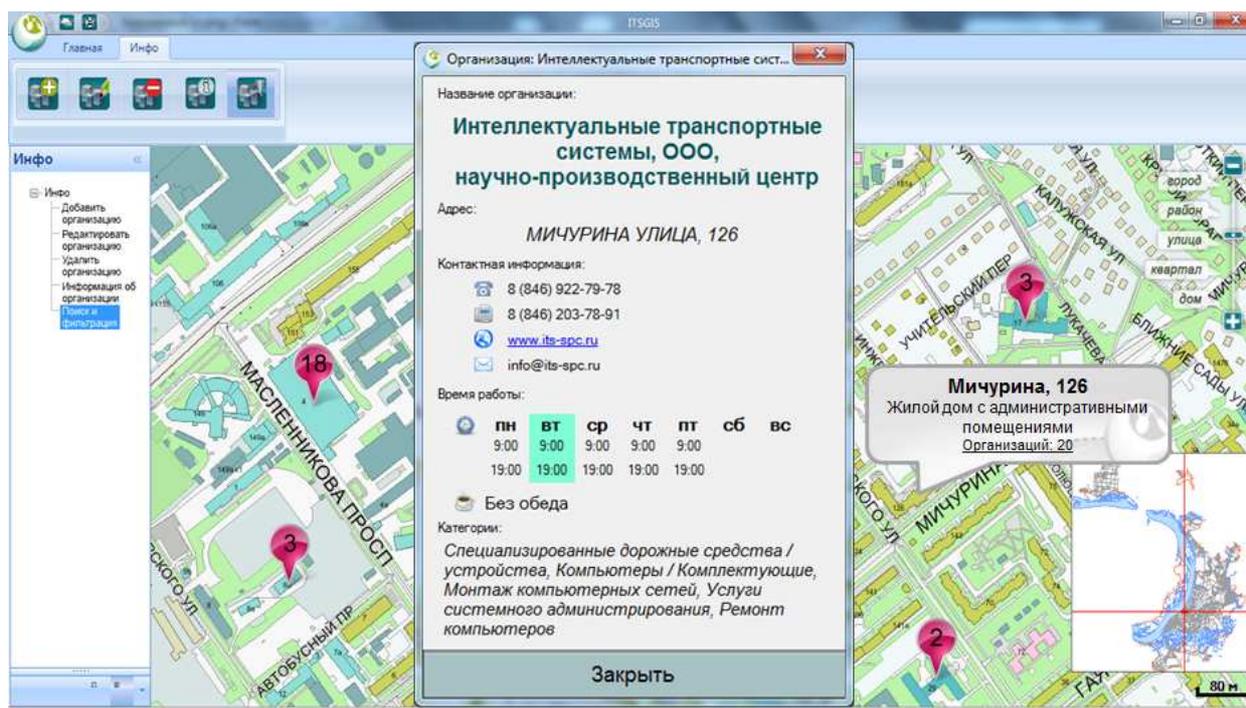


Рисунок 4. Интерфейс «ITSGIS. Инфо»

Система «ITSGIS. Инфо» предоставляет пользователям следующие возможности по работе с организациями:

- поиск организаций по адресу;
- просмотр организаций, расположенных по заданному адресу;
- просмотр маршрута движения пешеходов или пассажирского транспорта: общественного или личного, с указанием условий движения, точек на маршруте;

– масштабирование и перемещение карты, измерение расстояния и т.д.

Система внедрена и используется. На систему получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012661090.

Список литературы

1. Бугаевский Л. М. Геоинформационные системы. – М.: Златоуст, 2000. – 222 с.
2. Иващенко А. В. Основы методологий проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2009. – 40 с.
3. Михеев С. В., Головнин О. К., Сидоров А. В. Мультимедийный контент на электронной карте // Материалы XVII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ, 2012. – С. 195-196.
4. Михеева Т. И., Головнин О. К., Федосеев А. А. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем // Современные проблемы науки и образования. URL: <http://www.science-education.ru/106-7967> (дата обращения 15.05.13).
5. Михеева Т. И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем. – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
6. Михеева Т. И., Сидоров А. В., Головнин О. К. ITSGIS.Инфо. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012661090. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2012.

Рецензенты:

Титов Борис Александрович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой организации и управления перевозками на транспорте, ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет)», г. Самара.

Михеева Татьяна Ивановна, д-р техн. наук, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте, ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет)», г. Самара.