



- 3) Обучение РТВ по туториалам;
- 4) Выбор исследуемого участка, натурные исследования с видеокамерой, расчет необходимых входных данных для РТВ.
- 5) Проводим имитационное моделирование в РТВ, даем рекомендации по транспортному узлу.
- 6) Бонус: 1С: Предприятие и ProjectExpert. Закрываем вопросы по складам и товарообороту.

Из-за нехватки информации о существующих программных продуктах, а также опыта проведения занятий по данной дисциплине в других вузах есть смысл обсудить данную тематику и выработать общее видение.

А.А. Осьмушин, О.К. Головнин, Д.А. Михайлов

## МОДЕЛЬ ХРАНЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

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

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – термин, определяющий совокупность интегрированных информационных и управляющих систем, решающих задачи организации дорожного движения (ОДД). Функционирование транспортной сети – сложный динамический процесс, характеризующийся участием большого количества разнородных объектов. В связи с этим возникают нештатные изменения (инциденты), вызванные влиянием непредусмотренных при нормальной работе транспортной сети изменений. Примерами инцидентов служат дорожно-транспортные происшествия (ДТП), посторонние объекты на проезжей части и т.д. Комплексная задача восстановления улично-дорожной сети (УДС) от нештатных изменений для своего решения требует обработки большого количества разнородных данных. К таким данным относятся тип нештатного изменения, время его появления, реальное и ожидаемое время устранения, пространственные и адресные характеристики, параметры транспортных потоков, на которые оказывает влияние нештатное изменение и др.

Представление данных об инцидентах в виде модели «сущность-связь» (ER) [1] позволяет хранить информацию о сущностях предметной области и связях между ними, а также способствует быстрому синтезу физической модели базы данных для любой распространённой СУБД. В данной работе используется нотация IDEF1X.

Создание программных средств решения задачи восстановления УДС при возникновении инцидентов требует создания информационного пространства, объединяющего в себе совокупность необходимых данных. Имеющаяся в геоинформационной системе (ГИС) «ITSGIS» модель данных, является базой для синтеза такого информационного пространства.

Система «ITSGIS» является модульной системой, каждый модуль кото-



рой предназначен для решения конкретной задачи в сфере ИТС. Хранение пространственных и семантических данных в «ITSGIS» осуществляется в виде цифровой карты с адресным планом и множества объектов. Объекты представлены в виде геометрий, имеющих координаты и, в случае необходимости, привязку к адресу.

Типы геометрий, применяемые в системе: точка, линия, полигон [2].

Семантические данные каждого вида объектов индивидуальны. Так, для светофоров это: тип светофора, программа работы, год установки и т.д. Для дуг улично-дорожной сети – длина, количество полос движения и т.д.

Каждому классу объектов в системе соответствует слой карты. Разбиение на слои позволяет подгружать только необходимые для решения конкретной задачи данные, что способствует экономии процессорного времени, оперативной памяти и минимизации интернет-трафика в случае работы с удалённым сервером баз данных.

Связь объектов с записями в таблице «Адрес» позволяет создать адресный план населённого пункта. Объект из любого слоя в системе может иметь адрес с необходимой точностью – до области, города, района, улицы, строения и т.д. Таблица базы данных «Адрес» приведена на рисунке 1.

Адрес

id адреса
Тип адреса
Количество ссылок на адрес
Офис/другое
Километр на шоссе
РайонУлицаСтроение
УлицаСтроение
id автодороги (FK)
id ориентира (FK)
id подрайона (FK)
id перекрестка (FK)
id улицы (FK)
id строения (FK)
id района (FK)
id населенного пункта (FK)
id области (FK)
id группы районов (FK)
id участка шоссе (FK)

Рис. 1. Сущность базы данных «Адрес»

«Тип адреса» указывает, насколько точным будет адрес. Для адресации объектов, находящихся вне населённых пунктов; значительно отстоящих от нумерованных строений; относящихся к автодорогам, не являющихся улицами, вводятся поля «Километр на шоссе», «id участка шоссе», «id ориентира», «id автодороги». Поле «Офис/другое» позволяет хранить расширенные адреса организаций [3]. «Адрес» является независимой сущностью модели данных и связан с другими сущностями связью «один ко многим». Поле «Количество ссылок на адрес» показывает, сколько объектов ссылается на одну запись в табли-



це. Поле «id перекрёстка» предназначено для адресации объектов, расположенных на перекрёстках, например, дорожных знаков, светофоров и т.п. Поле «id подрайона» применяется при наличии в одном районе населённого пункта нескольких географических образований (микрорайонов и т.п.) с одинаковыми улицами. Поле «id группы районов» используется для адресации объектов, расположенных в нескольких районах (например, автодорога). Поля «РайонУлицаСтроение» и «УлицаСтроение» содержат адрес объекта в текстовом виде и используются с целью ускорения работы системы за счёт устранения необходимости чтения связанных таблиц.

В системе «ITS GIS» используется гибридная модель улично-дорожной сети. Граф УДС хранится при помощи сущностей «Дуга» и «Узел», связанных с сущностями «Линия» и «Точка». Участки УДС (перекрёсток, перегон, пешеходный переход, ж/д переезд и пр.) хранятся при помощи сущности «Участок», связанной с сущностью «Полигон».

Набор необходимых данных о нештатных ситуациях включает в себя семантические, пространственные и временные данные.

На основе модели инцидента [4] разработана ER-модель данных (рисунок 2).

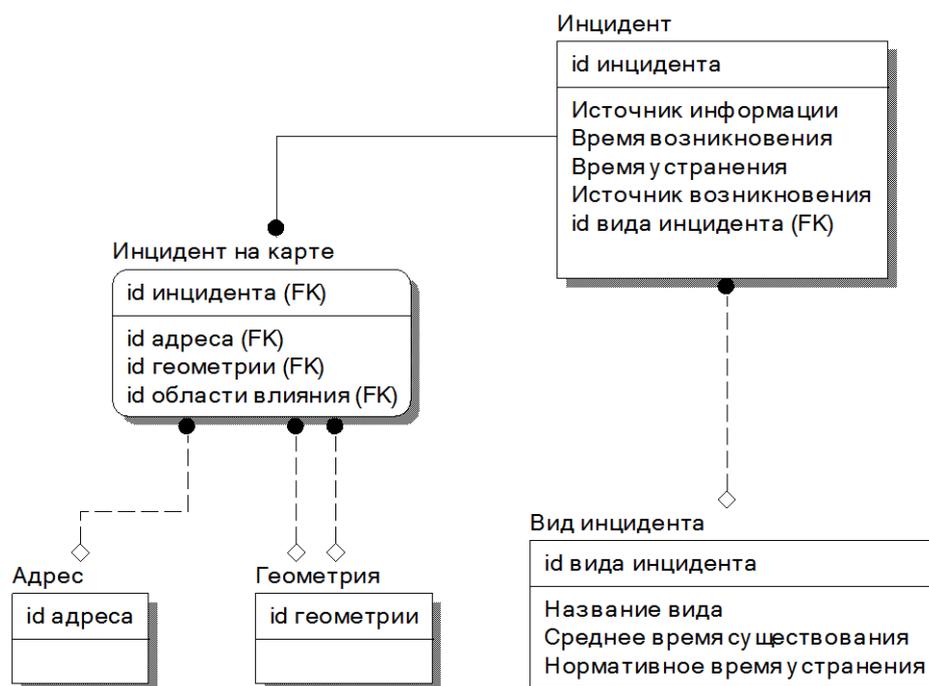


Рис. 2. ER-модель данных, характеризующих инцидент

Совокупность используемых сущностей и связей между ними позволяет сохранять текущую и статистическую информацию об инцидентах.

Сущность «Инцидент» содержит семантические и временные характеристики конкретного инцидента: время возникновения и устранения, источник информации, источник возникновения. В таблице «Вид инцидента» хранятся всевозможные виды инцидентов с нормативным и средним фактическим временем устранения. Примеры видов инцидентов: «ДТП», «Сломанный светофор», «Дефект дорожного покрытия», «Посторонний объект на проезжей ча-



сти», «Туман», «Дорожные работы».

Пространственные характеристики инцидента хранятся с помощью зависимой сущности «Инцидент на карте», связанной с сущностями «Адрес» и «Геометрия». «id геометрии» - ссылка на сущность «Геометрия», определяющую физические границы инцидента. «id области влияния» - ссылка на сущность «Геометрия», определяющую область влияния инцидента.

Область влияния нештатного изменения – подграф улично-дорожной сети, непустое множество вершин и дуг, на которые оказывает влияние нештатная ситуация. Отображение области влияния в ER-модели в виде геометрии, а не набора вершин и дуг графа УДС обусловлено имеющейся структурой данных в системе «ITSGIS» и наличием функции получения подграфа УДС путём наложения геометрии на имеющийся граф УДС.

### Литература

1. Halpin T., Morgan T. Information modeling and relational databases. Morgan Kaufman, 2008. 943 p.
2. Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем / Т.И. Михеева – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
3. Михеев С.В., Сидоров А.В., Головнин О.К., Михайлов Д.А. Архитектура геоинформационной справочной системы объектов городской инфраструктуры // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: [www.science-education.ru/109-9608](http://www.science-education.ru/109-9608)
4. Осьмушин А.А., Богданова И.Г., Сидоров А.В. Моделирование нештатных ситуаций на улично-дорожной сети // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: [www.science-education.ru/113-11766](http://www.science-education.ru/113-11766).

О.Н. Сапрыкин, О.В. Сапрыкина, А.В. Сидоров

### ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДА МНОГОВАРИАНТНОЙ ПЕРСИСТЕНТНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

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

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) получили большое распространение в последнее время. Под данным термином понимается широкий спектр аппаратно-программных средств, позволяющих собирать информацию с объектов транспортной инфраструктуры, проводить анализ и принимать решения (оперативные или стратегические). В разных реализациях ИТС используются различные функциональные подмножества. Однако большинство разработчиков ИТС сталкивается с необходимостью обработки больших массивов разнотипных неструктурированных данных. В статье рассмотрен подход, поз-