

РАЗРАБОТКА ИНФРАСТРУКТУРЫ ДОРОЖНЫХ ДАННЫХ

В течение всего жизненного цикла автомобильной дороги (от планирования и проектирования до строительства и эксплуатации) на каждом этапе создается огромное количество технической документации, имеющей в нашей стране ряд фундаментальных болезней, а именно:

1. Слишком большое дублирование одинаковой информации, возникающей при проведении различных видов работ: проектирования, дислокации, паспортизации, диагностики, кадастре. Например, во многих странах мира вида работ «паспортизация» нет вообще, так как незачем регулярно измерять неизменные (!) параметры дороги. За повторный сбор одной и той же информации о дороге приходится платить заказчику, а в конечном итоге и нам – налогоплательщикам.

2. Отсутствие общей прямоугольной системы координат. Для проектирования используются местные прямоугольные системы координат (МПСК), изначально привязанные к государственной геодезической сети (ГГС). Однако после выноса на местность и проведения строительных работ временные пункты МПСК обычно быстро теряются. Если когда-нибудь придется выполнять какие-то работы на этом участке дороги, то из-за отсутствия местных реперов нужно будет либо повторно тянуть геодезические ходы из пунктов ГГС, либо работать «на глазок».

3. Отсутствие точной километровой системы координат. В процессе эксплуатации дорог используется криволинейная система координат (километраж + смещение), которая в идеале должна обеспечиваться точно установленными километровыми столбами на дороге. Но на практике после первой же реконструкции истинные расстояния между столбами меняются, так как переустанавливать на большой дороге множество столбов, имеющих большой пикетаж в сравнении с зоной реконструкции, слишком дорого. В итоге реальные расстояния между столбами в России варьируются от 500 до 2000 м. Кроме того,

во многих случаях имеются и скачки в километраже, пропускающие километровые отметки. Еще одной проблемой при построении криволинейной системы координат является неоднозначность положения оси дороги, также влияющая на истинный километраж.

4. Применение спрямленных планов дороги для представления материалов паспортизации и проектирования дислокации. Эта проблема является развитием предыдущей. Спрямленный план не позволяет геометрически точно представить информацию на развязках и на пересечениях дорог. В идеале сбор данных и проектирование необходимо выполнять в глобальных или прямоугольных системах координат, а спрямленный план должен быть всего-навсего одной из выходных форм.

5. Отсутствие информации о топологии дорожной сети. Представление дороги в виде ориентированного графа, математически точно описывающего разрешенные направления движения, абсолютно необходимо для решения задач планирования развития и текущей эксплуатации сети дорог. Без этого нельзя выполнить даже элементарный прогноз транспортных потоков на сети дорог, не говоря уж о богатейшем опыте западных стран, развивающих свои дорожные сети на основе комплексного учета влияния дорог на всю экономику региона. Самой известной методикой такого учета является НДМ-4, развиваемая на деньги Всемирного банка.

6. Отсутствие системы идентификации дорог. В нашей стране только федеральные дороги (с префиксом М) и ряд крупнейших территориальных (с префиксом А и устаревшим префиксом Р) имеют свое законное имя. Все остальные дороги, по сути, безымянны. Именование по именам конечных населенных пунктов (например, «Кемерово–Новокузнецк»), к сожалению, не является однозначным, да и не всегда возможно. Особенно большой бардак имеется на муниципальных и ведомственных дорогах. Отсутствие системы

именования дорог сдерживает создание реестра автомобильных дорог Российской Федерации, необходимого для планирования развития и решения фискальных задач.

Все вышеуказанное не является уникальным явлением только для нашей страны. В западных странах эти проблемы стали особенно четко осознаваться и серьезно мешать развитию при массовом внедрении компьютерных технологий. Ключевым методом их решения везде был выбран подход на основе **геоинформационных технологий**.

Основная ставка всех современных решений в ведущих западных странах делается на создание некоего виртуального пространства (ГИС автомобильных дорог) с единой математически точной системой идентификации и координирования всех объектов на дороге. В таком пространстве есть место для всех видов технической документации о дороге. И не просто есть, а такую информацию можно легко и быстро извлечь и сопоставить.

В настоящее время в нашей стране ГИС автомобильных дорог существуют только в некоторых территориальных органах управления автомобильными дорогами на уровне субъектов Федерации, а также в ряде крупных городов.

В 2009 г. в рамках комплексной информатизации отрасли под эгидой Росавтодора стартовал пилотный проект по созданию ГИС федеральных автомобильных дорог. Основной его целью является демонстрация возможности создания полноценной ГИС автомобильных дорог на основе современных принципов инфраструктур пространственных данных, используемых в дорожном хозяйстве за рубежом (в первую очередь в Европе). В проекте планируется создание предварительных спецификаций на модели данных, совместимых со стандартами INSPIRE и EuroRoadS, разработка прикладного программного обеспечения и наполнение его данными в пилотных зонах.

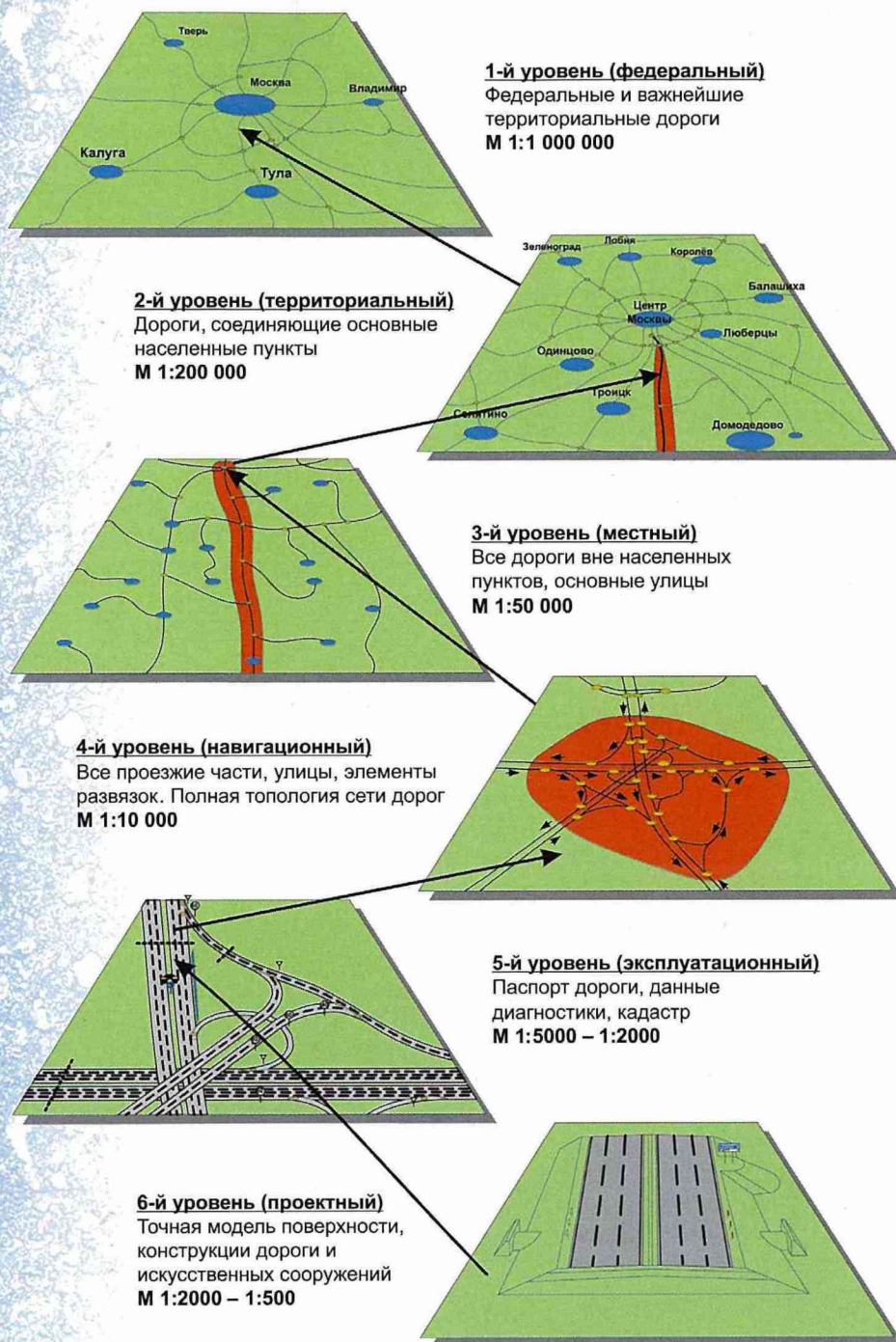


Рис. 1. Уровни детализации модели данных RusRoadS

Ситуация за рубежом, конечно, отличается от отечественной – в лучшую сторону. Однако наше отставание не так уж катастрофично. Работы по интеграции разрозненных программных систем стартовали в начале 2000-х гг. Лидерами в этом непростом деле в мире являются Швеция, Норвегия, Финляндия, Германия, Франция, Великобритания, США. В этих странах уже существуют единые централизованные базы дорожных данных и множество интегрированных прикладных систем. Однако и эта интеграция охватывает пока не более половины реально используемых на практике классов систем.

Начиная с 2000-х гг. стандартизацию дорожных данных в отдельных странах страны Евросоюза договорились делать согласованно, что в 2004 г. привело к началу проекта EuroRoadS в рамках директивы Евросоюза INSPIRE (о создании более комплексной инфраструктуры пространственных данных на все отрасли экономики).

Основной целью EuroRoadS стало создание к 2012 г. совместимых между собой и с INSPIRE национальных баз данных в EU25+ (теоретически до 40 стран). Именно «совместимых», поскольку ставится цель создания не единой

европейской базы данных, а правил взаимодействия разных баз. Основными задекларированными областями применения EuroRoadS являются:

- Многоуровневое управление эксплуатацией автомобильных дорог.
- Проектирование дорог (стадии ТЭО, ОИ).
- Проектирование комплексных транспортных схем городов и регионов.
- Управление транспортными потоками.
- Навигационные автомобильные системы.
- Логистика.
- Вклад в построение общей картографической основы Европы (INSPIRE).

Весь проект разбит на девять фаз, из которых в 2004–2006 гг. были выполнены первые шесть и по их итогам опубликованы основные технические стандарты. В 2007 г. была выполнена демонстрация работоспособности подхода на тестовых полигонах в Швеции, Германии и на границе Норвегии и Швеции. В настоящее время страны Евросоюза реализуют в рамках 8-й фазы собственные профили EuroRoads.

Как было отмечено выше, в 2009 г. стартовал пилотный ГИС-проект федеральных автомобильных дорог с рабочим названием RusRoadS, названный по аналогии с EuroRoadS, что должно подчеркнуть его совместимость по моделям данных. Помимо прямой цели создания ГИС для федеральных дорог (47 тыс. км), неявно предполагается получить предпосылки к созданию ГИС всех дорог страны (1145 тыс. км). Это связано с обязанностью Росавтодора вести реестр всех автомобильных дорог.

В качестве основы для разработки взята модель данных EuroRoadS. Среди ключевых требований к универсальной модели данных ГИС автомобильных дорог выделены следующие:

- Топологическое представление полос дороги (существует противоречие между моделью осей дорог и полосовым представлением, не решенное в EuroRoadS).
- Метрические требования (двойные системы координат: геоцентрические и километражные; частично это решено в EuroRoadS).
- Темпоральность (для некоторых задач требуется модель темпоральности – как в ArcGIS, основанная на версиях; в других – только диапазон жизни объекта, как в EuroRoadS).

- Масштабируемость по задачам (как и в EuroRoadS, атрибуты представляются отдельными сущностями) и по регионам (согласованность данных на границах смежных территорий).
- Генерализация в явном виде (широкий спектр решаемых задач требует разной степени детальности сети дорог: объекты большей степени детализации должны хранить ссылки вверх на генерализованный объект).
- Согласованность с иными видами транспорта и смежными отраслями (отработано в моделях данных HDM-4).

Основные технические спецификации моделей данных должны быть представлены в 2009-2010 гг. Они будут базироваться на следующих моделях данных:

1. EuroRoadS – в качестве каркаса транспортной сети.
2. Модель данных информационной системы автомобильных дорог IndorInfo/Road в качестве паспорта автомобильной дороги.
3. Расширенная модель данных информационной системы искусственных сооружений АИС ИСО в качестве паспортов труб и мостов.
4. Модель данных системы проектирования мостов IndorBridge в качестве конструктивной модели данных мостов.
5. Модель данных IndorTraffic для макро- и VISSIM для микромоделирования транспортных потоков.
6. Модель автомобильной дороги САПР IndorCAD в качестве трехмерной проектной модели.
7. Чертежные модели IndorDraw и Autodesk DWG для представления «замороженных» проектных решений.
8. Элементы модели HDM-4 для оценки эффективности инвестиций.

В предварительном варианте модель данных RusRoadS будет состоять из следующих блоков:

1. Модель версий – набор базовых классов, предназначенных для темпорального представления данных, основанного на механизме версионирования.
2. Пространственно-топологическая модель – набор классов для представления геопространственных объектов (в частности, объектов дорожной сети) с механизмами генерализации.
3. Паспорт дороги – набор классов, расширяющих представление пространственно-топологической модели и отражающих основные не-

изменные (либо редко меняющиеся) параметры дорожных объектов, искусственных сооружений и инженерного обустройства. Классы из этого блока, в частности, реализуют интерфейсы стандарта EuroRoadS; при этом их собственные возможности гораздо шире.

Для упорядочения данных, имеющих разную степень детальности и точности (в первую очередь пространственных данных, но это также справедливо в отношении описаний событий, документов и пр.) введено понятие **уровень**. Выделено шесть уровней по степени детальности и точности данных расположенных на них версий объектов:

1. Федеральный уровень – здесь присутствуют объекты федеральных и важнейших территориальных дорог. Точность представления объектов соответствует масштабу карт 1:1 000 000. Данный уровень предназначен для формирования обзорных карт масштаба страны и региона.
2. Территориальный уровень – здесь присутствуют объекты дорог, соединяющих основные населенные пункты. Точность представления объектов соответствует масштабу карт 1:200 000. Данный уровень предназначен для формирования карт масштаба региона и работ по планированию развития сети дорог.
3. Местный уровень – здесь присутствуют объекты всех дорог вне населенных пунктов, а также основные улицы. Точность представления объектов соответствует масштабу карт 1:50 000. Данный уровень предназначен для формирования карт масштаба района.
4. Навигационный уровень – здесь присутствуют все проезжие части, элементы развязок, представлена полная топология сети дорог и улиц. Точность представления объектов соответствует масштабу карт 1:10 000. Данный уровень предназначен для навигации по сети дорог и улично-дорожной сети, диспетчеризации и мониторинга работ подрядчиков.
5. Эксплуатационный уровень – здесь присутствуют с максимальной детализацией все объекты дорог, придорожной полосы и искусственных сооружений. Точность представления

объектов соответствует масштабу карт 1:5000 – 1:2000. Данный уровень предназначен для ведения паспортов и дежурных планов автомобильных дорог и искусственных сооружений, накопления и обработки данных диагностики, проектирования организации движения, ведения кадастровых дел, курирования работ подрядчиков, а также для координирования и адресации выполняемых подрядчиками работ на местности.

6. Проектный уровень – здесь, как и на эксплуатационном уровне, присутствуют с максимальной детализацией все объекты дорог, придорожной полосы и искусственных сооружений. Кроме того, на данном уровне присутствуют данные изысканий и исходные проектные решения. Точность представления объектов соответствует масштабу карт 1:2000 – 1:500.

Данное деление на уровни особенно удобно для генерализации (обобщения детальной информации на более высоком уровне) данных в различных классах задач. При переходе на более подробный уровень объекты и топология разворачиваются на свое более детальное представление. На рисунке (рис. 1) приводится пример представления сети дорог в данной шестиуровневой модели.

Все дополнительные модели данных, используемые в прикладных задачах дорожной отрасли (изыскания и проектирование, диагностика, управление эксплуатацией, документооборот), оформляются в виде отдельных блоков классов, наследуемых от данных базовых блоков и использующих стандартные классы RusRoadS для доступа к дорожным данным. Такое построение полностью соответствует концепции построения европейской инфраструктуры дорожных данных.

А.В. Скворцов,
д.т.н., профессор,
генеральный директор
ООО «ИндорСофт»
Д.С. Сарычев,
к.т.н., технический директор
ООО «ИндорСофт»

