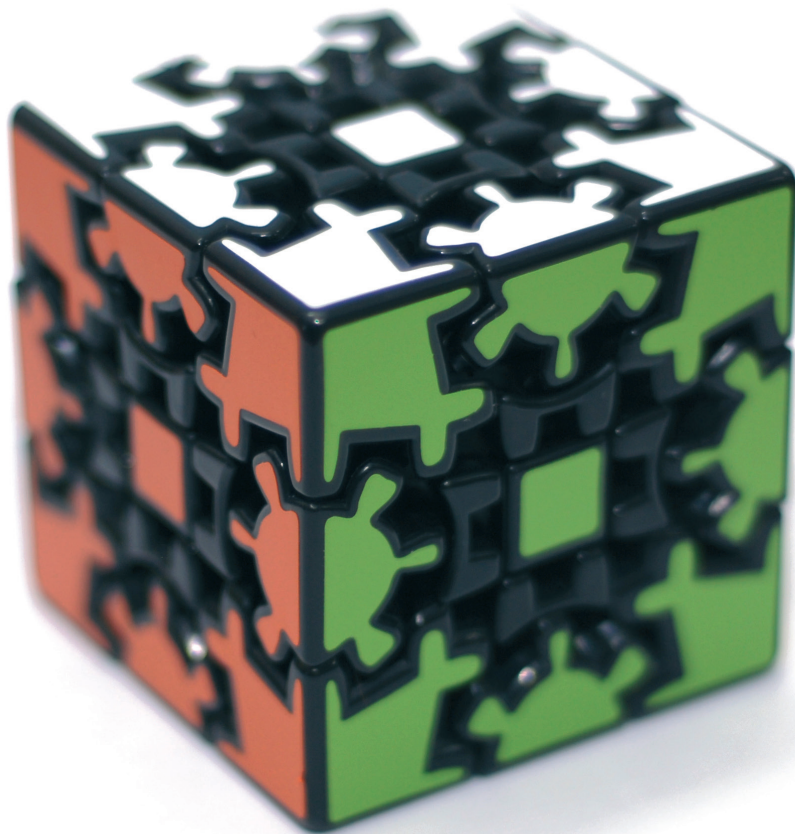


Базовая модель дорожных данных в проекте ГОСТ



Сарычев Д.С., к.т.н., директор по развитию ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Скворцов А.В., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Рассматриваются главные концепции, заложенные в проекте ГОСТ Р «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Базовая модель данных». Подробно рассматриваются основополагающие вопросы, связанные с представлением линейной метрики и топологии, а также темпоральность и версионирование (представление временной компоненты и вариантов всех изменений модели).

1. Введение

В настоящее время в мире используется множество разнотипных стандартов, касающихся информационных моделей автомобильных дорог. По своему происхождению и назначению среди этих стандартов можно выделить таковые, разработанные в геоинформационном сообществе разработчиками интеллектуальных транспортных систем (ИТС), а также дорожниками:

- Среди геоинформационных (наиболее универсальных) стандартов наиболее часто применяются серия международных стандартов ISO 19100 (технический комитет ISO/TC 211 «Географическая информация / Геоматика»), американский FIPS 173 (разработка Federal Information Processing Standards, США) и европейский ENV 12656 (комитет IST/36 European Committee for Standardization, CEN).
- Для описания транспортных сетей в рамках ИТС широко используется стандарт ISO 14825 «Geographic Database Files (GDF)

5.0» [1]. Разработку курирует технический комитет ISO/TC 204 «Интеллектуальные транспортные системы».

- Специально для описания автомобильных дорог в Европе разработан стандарт EuroRoadS [2–6], позднее вошедший в состав более общего стандарта INSPIRE. Стандарт EuroRoadS был построен с учётом опыта ранее применяемых в Европе дорожных систем ATKIS (Германия), GEOROUTE (Франция) и NRDB (Норвегия [7]).

Несмотря на первоначальные различия в целях построения этих 3 групп стандартов, за последние годы они сблизились по своей структуре и требованиям к первой — геоинформационной группе. Эти стандарты дают базовое описание сети дорог как топологической сети, системы координат (в т.ч. линейной), принципов дополнения модели данных и некоторых стандартных объектов на дороге, необходимых в первую очередь пользователям дорог. Более специфических

стандартов моделей автомобильных дорог в настоящее время на международном уровне нет. В отдельных странах функционируют национальные базы дорожных данных (например, вышеупомянутые ATKIS, GEOROUTE, NRDB и пр.), которые являются дорожными стандартами де-факто в своих странах.

В настоящее время в силу российской специфики не все даже базовые международные геоинформационные стандарты применимы для отечественных автомобильных дорог. Основные проблемы связаны с системами координат и линейной (километровой) привязкой объектов. Кроме того, в существующих стандартах для дорожников отсутствуют ответы на многие вопросы, связанные с описанием дороги как инженерного сооружения, объектов инженерного обустройства, недвижимости, информации о землепользовании.

Кроме того, несмотря на то, что многие международные стандарты зачастую разрабатываются в рамках одной организации (таких как ISO и CEN), существующие стандарты содержат различные и даже противоречивые требования. Именно поэтому при разработке отечественного стандарта на геоинформационные модели данных автомобильных дорог было важно выбрать ориентир с учётом мировых тенденций и требований дорожной отрасли Российской Федерации.

2. Линейная метрика и топология

В статье [8] проведён подробный разбор принципов измерений линейного положения (метрики) и представления топологии автомобильных дорог, заложенных в основу проекта ГОСТ Р «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Общие технические требования». В обсуждаемом в данной статье проекте ГОСТ Р «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Базовая модель данных» представлена модель в виде системы классов, представляющая топологию и линейную метрику в соответствии с данным подходом.

Данная модель представляет параллельно и взаимосвязанно 2 важные конструкции:

- топологию сети автомобильных дорог, образуемую классами Node (узел

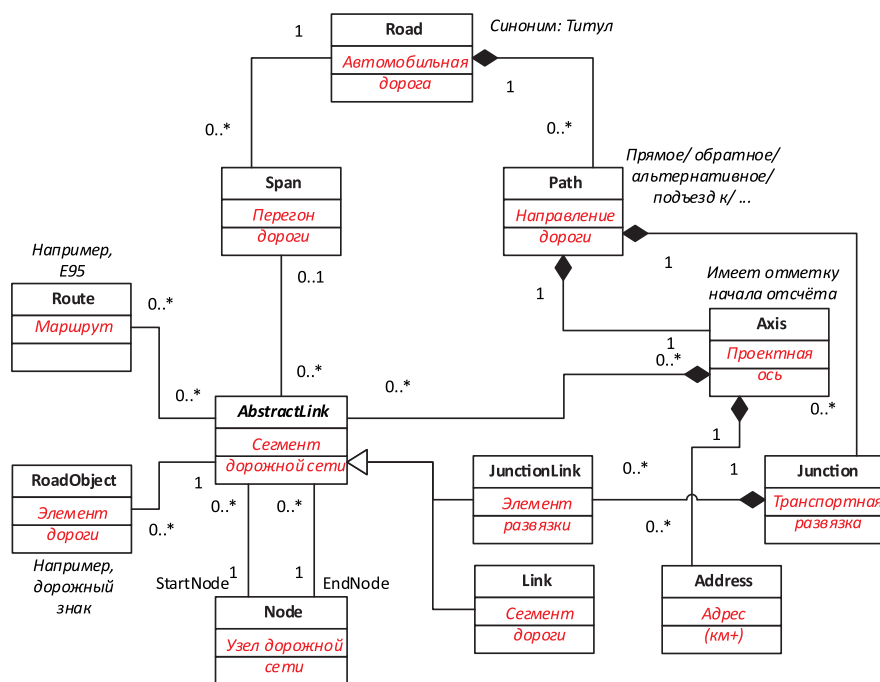


Рис. 1. Модель, представляющая топологию и линейную метрику автомобильных дорог

дорожной сети) и AbstractLink (сегмент дорожной сети);

- геометрию осей автомобильных дорог и линейную метрику, образуемые классами Axis (проектная ось) и Address (точечный «км+» или протяжённый «км+ — км+»).

Дополнительные классы описывают агрегатные понятия, такие как:

- направления — Path, объединяющие цепочку проектных осей (и опосредованно через них — сегментов дорожной сети), предназначенные для обозначения крупных транспортных ответвлений автомобильной дороги (например, основное направление, альтернативные направления титула, подъезды, входящие в титул, обходы, старые направления или иное);

- транспортные развязки — Junction, объединяющие элементы развязки в единое целое и имеющие ссылку на направление, к которому организационно отнесена развязка;

- перегон дороги — Span, объединяющий цепочку сегментов дорожной сети и представляющий логический участок дороги, однородный по транспортной работе и/или связывающий два важных населённых пункта, транспортных узла;

- маршрут — Route, строящийся как цепочка сегментов дорожной сети и представляющий некоторый логиче-

ский транспортный маршрут, например, именованный международный транспортный коридор;

- дорожный объект, элемент дороги — RoadObject, представляющий обобщённый элемент дороги, инженерного обустройства, сервиса, искусственное сооружение или иной объект, относящийся к автомобильной дороге;

- автомобильная дорога — Road, учётная единица, титул, образуемая совокупностью направлений, перегонов, развязок, проектных осей, сегментов дорожной сети и дорожных объектов.

На рисунке 2 приведён пример реализации данной модели на примере небольшой сети автомобильных дорог.

3. Темпоральность и версионирование

Одной из наиболее перспективных современных технологий описания «жизни» объектов во времени с учётом множества параллельных вариантов состояния предметной области в целом является модель версий. Версия — это «моментальный снимок» состояния предметной области в некоторый момент времени, фиксирующий изменения, произошедшие с объектами [9]. Примером версии, описывающей состояние сети автомобильных дорог, может служить база данных по ежегодной диагностике. Однако важным

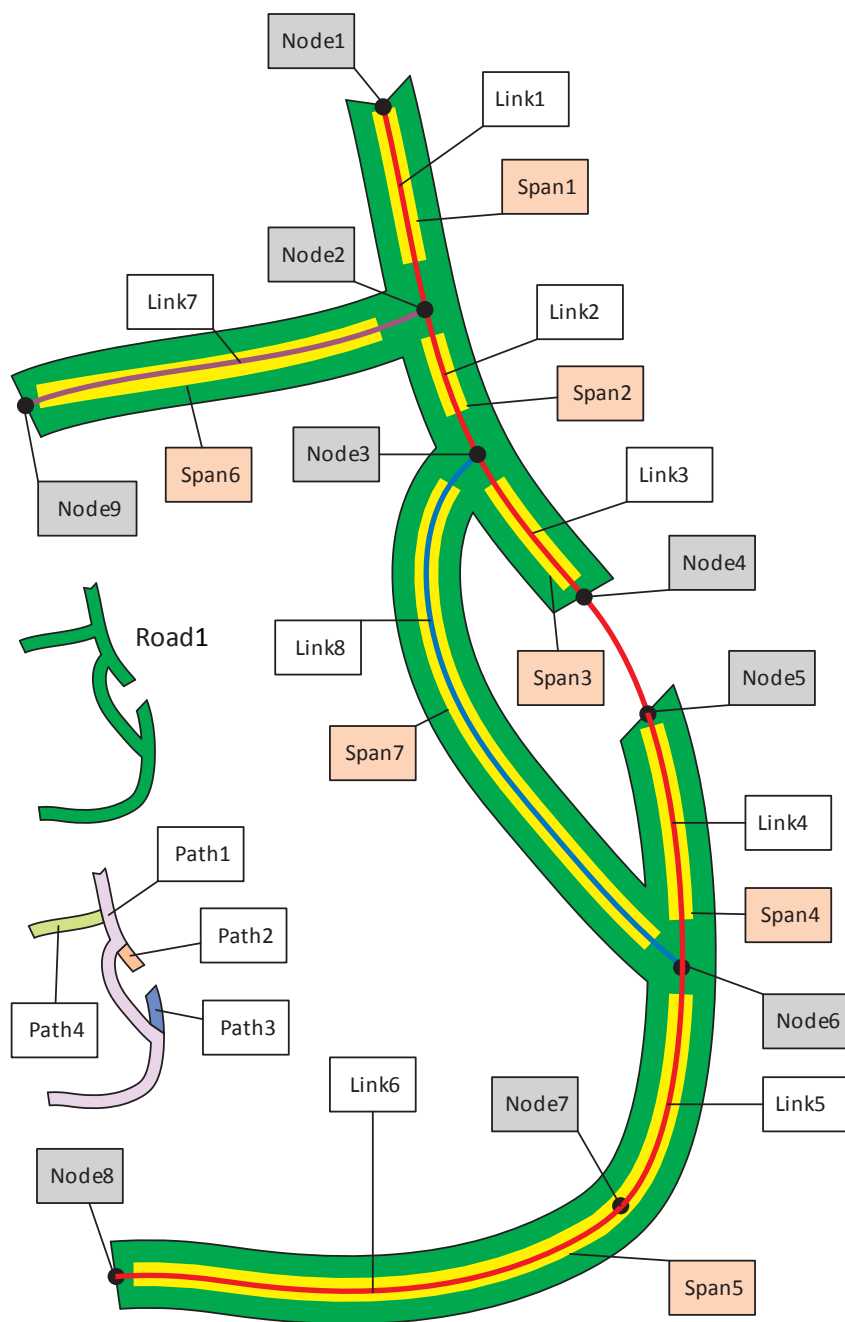


Рис. 2. Пример реализации модели топологии и линейной метрики

свойством модели версий является то, что разные версии описывают одни и те же объекты, т.е. они явно и точно взаимосвязаны (чего нет в имеющихся информационных системах, эксплуатируемых в дорожной отрасли).

Другим важным свойством модели версий является то, что могут иметься параллельные во времени или конкурирующие версии одного и того же объекта. Этим техническим приёмом достигается возможность параллельной независимой работы с предметной областью разными пользовате-

лями, вариантного планирования и проектирования. В процессе работы конкурирующие версии могут снова объединяться (рис. 3).

Разработанная модель версий реализует древовидную структуру ветвей (альтернативных описаний). Версия охватывает все объекты предметной области и их взаимосвязи. При этом объекты, которые не изменялись по сравнению с предыдущей версией, не дублируются, а берутся старые. С точки зрения пользователя, он работает в данной конкретной версии данной

конкретной ветви (альтернативы); доступ к текущим изменённым объектам или старым неизменным система должна выполнять автоматически — по уникальному идентификатору объекта.

На рисунке 4 представлена диаграмма классов модели версий. Важнейшим здесь является класс «Версионизируемый объект» (*VersionedObject*). Это самый общий уровень абстракции для всех видов объектов, представляемых в ГИС. Данный класс формализует состояние любого объекта в рамках одной из версий. Кроме того, этот класс задаёт для каждого объекта уровень детализации в виде промежутка [MinLevel, MaxLevel], в котором данный объект актуален.

Пара классов «Версия» (*Version*) и «Ветвь» (*Branch*) описывают древовидную структуру версий и альтернативных вариантов — ветвей. Версия имеет дату создания (фиксации изменений) и входит в одну из ветвей. Версия может иметь статус «утверждена» (*IsMileStone*) или быть промежуточной. Ветвление может происходить только от утверждённых версий; промежуточные версии введены для поддержки механизма длинных транзакций.

В системе всегда должна присутствовать одна ветвь со статусом «головная» (*IsHead*). Это ветвь, представляющая актуальное состояние предметной области на протяжении рассматриваемого периода времени. Все прочие ветви предназначены для моделирования альтернативных вариантов и выполнения промежуточных действий пользователей. На рисунке 5 приведён пример дерева версий.

Для поддержания уникальности объекта в разных версиях и ветвях введён класс «Уникальный объект» (*UniqueObject*), имеющий важное свойство — уникальный идентификатор *ObjectID*. Класс связан перекрёстной ссылкой с *VersionedObject*, что даёт последнему информацию о том, версию какого уникального объекта он представляет.

4. Заключение

Анализ международного опыта стандартизации структур и моделей данных автомобильных дорог показывает, что основное направление стандартизации основывается на



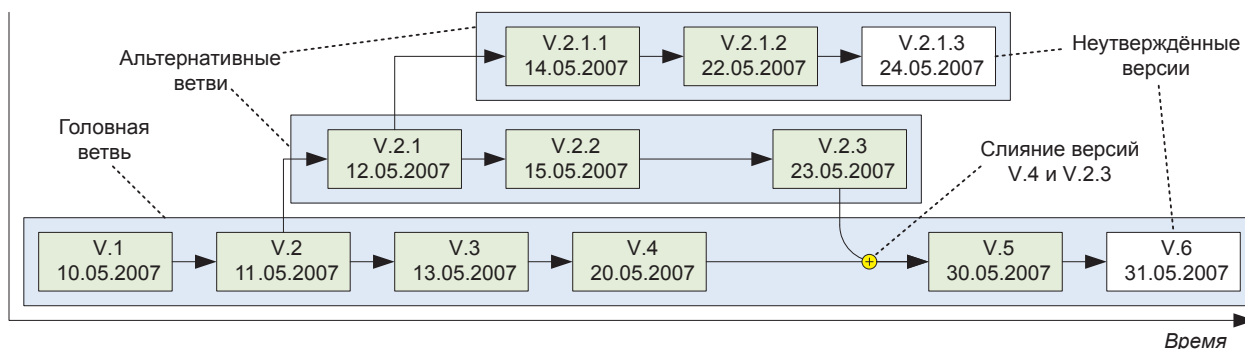


Рис. 5. Дерево версий. Зелёные блоки — утверждённые версии с датами; белые — неутверждённые (рабочие) версии.

концепции инфраструктуры пространственных данных. Эта концепция подразумевает в первую очередь определение моделей и форматов обмена данными, базовые правила построения таких моделей и правила расширения моделей для конкретных прикладных задач.

Вместе с тем в стандартах EuroRoadS и GDF, несмотря на их ориентированность на дорожную отрасль, без внимания остаётся полноценное описание самого сооружения — автомобильной дороги. В связи с этим прямое заимствование данных стандартов не решит важнейшие базовые задачи дорожной отрасли.

В разработанном 2013–2014 гг. компанией «ИндорСофт» по заказу Федерального дорожного агентства проекте ГОСТ впервые предложена расширенная модель данных автомобильных дорог. За основу взята принятая в мире идеология построения пространственно-топологической сети, с которой связаны конкретные объекты конструкции автомобильных дорог.

Также впервые предложена модель и структура данных для темпорального представления всех объектов автомобильных дорог с целью правильного учёта изменений в рамках жизненного цикла с учётом многовариантного моделирования. Это актуально для вариантного проектирования и сравнения эталонной проектной модели и результатов изменений автомобильной дороги в процессе эксплуатации, ремонтов и реконструкций.

Следует также отметить, что предлагаемые в проекте стандарта ГОСТ Р «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Базовая модель данных» и рассмотренные в данной статье подходы были апробированы в ряде информационных систем [10, 11] и показали применимость как в ГИС, так и в САПР [12]. Особенную актуальность данные подходы получают в контексте их применения для развития BIM-технологий автомобильных дорог [13–15]. ■

Литература:

1. ISO 14825 «Geographic Database Files (GDF) 5.0». 2011. 1240 p.
2. EuroRoadS Deliverable D1.9. Public Final Project Report. 2006. 29 p.
3. EuroRoadS Deliverable D6.3. Road network information model. 2006. 118 p.
4. EuroRoadS Deliverable D6.5. Final specification of core European road data. 2006. 69 p.
5. EuroRoadS Deliverable D6.10. Road network exchange model. 2006. 50 p.
6. EuroRoadS Deliverable D6.11. Final specification of Road network exchange format. 2006. 115 p.
7. NRDB. Administrative rutiner v.2.0 Presiseringer. 2013. 10 p.
8. Сковорцов А.В. Адресный план автомобильной дороги // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 47–54.
9. Скачкова А.С. Субботин С.А., Сковорцов А.В. Поддержка темпоральности в ГИС автомобильных дорог IndorRoad // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 82–86.
10. Субботин С.А., Скачкова А.С. ГИС автомобильных дорог IndorRoad. Новая версия // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 55–59.
11. Бойков В.Н. IT-технологии в поддержке жизненного цикла дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 1–7.
12. Петренко Д.А. Новое поколение программных продуктов ИндорСофт // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 10–17.
13. Сковорцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 8–11.
14. Сковорцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №2(3). С. 12–21.
15. Сковорцов А.В. Нормативно-техническое обеспечение BIM автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №2(3). С. 22–32.