

СТАНДАРТЫ ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ

А.В. Скворцов,

д.т.н., профессор, генеральный директор
ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Технология информационного моделирования зданий (BIM, англ. Building Information Modelling), заявившая о себе с начала 2000-х гг. как о новой ступени развития идеологии архитектурных систем автоматизированного проектирования (САПР), в настоящее время широко применяется для комплексного проектирования и эксплуатации зданий и сооружений.

На сегодня эта технология достигла высокой стадии зрелости как в части стандартизации моделей и форматов обмена данными, так и в поддержке программным обеспечением ведущих мировых компаний.

Она охватила, например, полный цикл проектирования отдельного здания: геометрическое моделирование внешней формы и организации внутреннего пространства, прочностные расчеты, проектирование внутренних инженерных сетей, формирование проектной документации. Однако здания всегда являются частью более общего проекта планировки местности. В связи с этим в воздухе уже достаточно давно витала идея применения методов и стандартов BIM для комплексного проектирования городской застройки, проектирования транспортных и внешних инженерных сетей. Именно поэтому во многих странах мира государственные структуры принимают различные попытки разработать стандарты BIM для инфраструктуры, а частные компании — создать соответствующие программно-технические решения.

С точки зрения организационной составляющей проектирования и строительства объектов инфраструктуры, переход от BIM для отдельных зданий к BIM для инфраструктуры (в частности, к BIM автомобильных дорог) выглядит относительно просто.

Однако основные проблемы в настоящее время возникают в области применения стандартов на модели данных. Использование открытых всеми признанных стандартов вместо закрытых форматов частных фирм-производителей программного обеспечения является одним из краеугольных камней технологии BIM, позволяющим защитить долгосрочные инвестиции и избежать технологической зависимости от конкретной компании. Использование открытых стандартных форматов обмена данными является обязательным требованием при BIM-сертификации бизнес-процессов компаний.

В BIM (для зданий) за долгие годы выработан надежный стандарт для обмена данными о зданиях — Industry Foundation Classes (IFC). Этот стандарт создается и развивается Международным альянсом по интероперабельности — building SMART. Стандарт IFC построен на основе машиностроительного стандарта STEP, что дополнительно обеспечивает возможности анализа моделей зданий IFC в существующих расчетных машиностроительных программах.

С другой стороны, стандарт IFC даже в своей самой последней версии IFC 4 совершенно не готов работать с пространственно-распределенными данными, возникающими при проектировании инфраструктуры. Среди таких данных:

- материалы инженерных изысканий (геодезических, геологических);
- цифровые модели рельефа (ЦМР);
- транспортные сети (автомобильные дороги, железные дороги);
- сети транспортных корреспонденций (автомобили, общественный транспорт, пешие маршруты).

Все эти данные совершенно не вписываются в концепцию IFC. В то же время в геоинформатике для них давно разработаны необходимые модели данных, а большинство геоинформационных систем (ГИС) умеют с ними работать (рис. 1).

В то же время в ГИС в основном уделяется внимание мелкомасштабным моделям местности. Например, в ГИС, как правило, есть сведения об оси автомобильной дороги, но нет данных о поперечном профиле, конструкции дорожной одежды, искусственных сооружениях (водопропускных трубах и мостах), элементах инженерного обустройства и прочем. Вся эта информация подробно представлена в крупном масштабе в существующих САПР автомобильных дорог (рис. 2).

Кроме того, существует область пересечения компетенций ГИС и САПР. Это вопрос трассирования (горизонтального и вертикального) линейно-протяженных объектов (автомобильных и железных дорог) с учетом моделей местности (рис. 3). При этом отметим некоторые отличия подходов ГИС

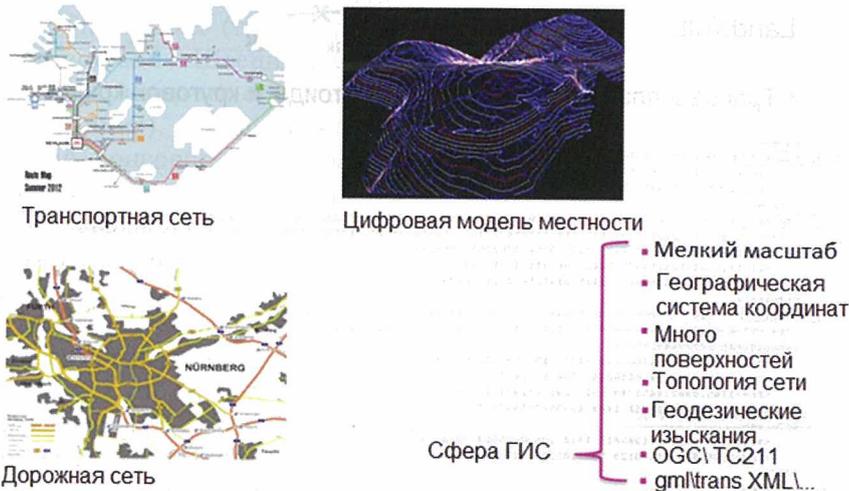


Рис. 1. Данные на местности, относящиеся к области компетенции ГИС

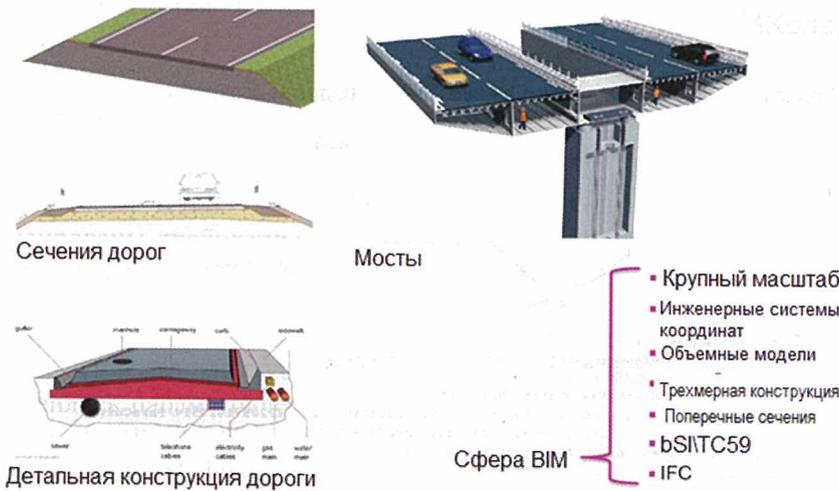


Рис. 2. Данные на местности, относящиеся к области компетенции САПР

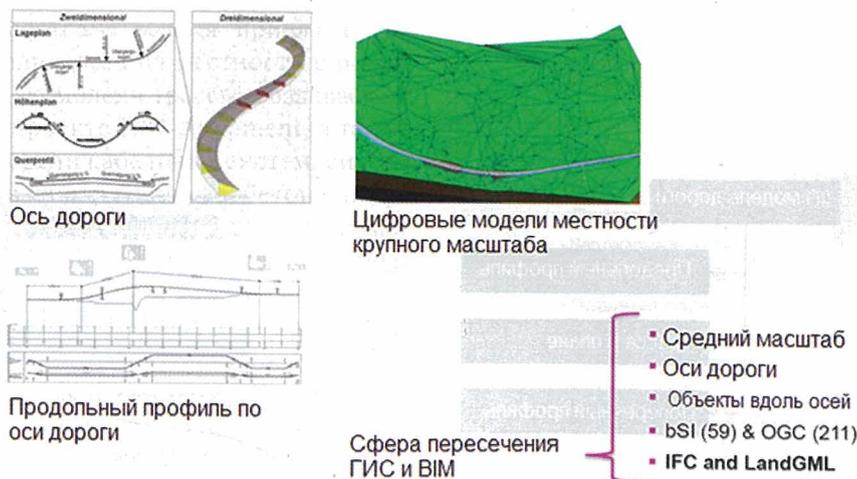


Рис. 3. Данные на местности, относящиеся к области пересечения возможностей САПР и ГИС

и САПР. ГИС учитывают уже существующие дороги, поэтому для их задач вполне достаточно описания трасс линейно-протяженных объектов в виде последовательности точек или отдельных фрагментов кривых. В то же время САПР предназначены для проектирования еще не существующих дорог, а поэтому модель должна быть параметризованной, например, в виде тангенциального хода и параметров сопряжения дугами и клотоидами.

Можно уверенно сказать, что сейчас в мире существуют стандарты, которые позволяют комплексно описать инфраструктуру. Однако эти стандарты представляют собой идеологически разные сферы ГИС и САПР, что контрастирует с четкой единой моделью в технологии BIM для зданий. Именно поэтому стали появляться попытки расширения BIM на инфраструктуру.

Например, консорциум разработчиков building SMART, разработывающий стандарт IFC, в дополнение к существующим 4 комитетам (Technical Room, Process Room, Product Room, Regulator Room) в 2014 году ввел новый комитет – Infrastructure Room, который отвечает за разработку новых стандартов применительно к инфраструктуре. Основным спонсором этого комитета выступило французское дорожное агентство как организация, имеющая огромный опыт в стандартизации инфраструктурных данных

ПЕРВЫЕ ШАГИ BUILDING SMART К ИНФРАСТРУКТУРЕ

Проанализировав основные площадки, на которых в настоящее время разрабатываются стандарты в сфере геоинформационных технологий и управления инфраструктурой, building SMART в качестве основного партнера по разработке новых инфраструктурных BIM-стандартов пригласил Open Geospatial Consortium (OGC). ▶

Основанием для этого было то, что все промышленные ГИС-стандарты типа LandXML, City GML и новый InfraGML, описывающие местность и инфраструктуру, появились именно под эгидой OGC.

В качестве первых проектов по расширению IFC были выбраны следующие четыре:

Проект 1. LandXML для инфраструктуры

1. Описание местности на основе существующего стандарта LandXML (это первый случай в практике building SMART, когда модель не базируется на IFC). Важность этого проекта обусловлена введением географических систем координат, а также ряда новых пространственно-протяженных моделей данных, например, триангуляционных моделей рельефа. На рис. 4–5 представлены фрагменты описания оси автомобильной дороги на языке LandXML в плане с помощью отрезков прямой, спиралей (клотоид) и кривых (дуг окружностей), а также описание вертикального профиля с помощью отрезков прямой и отрезков параболы. Основной целью проекта была выработка правил соответствия уже давно существующего стандарта LandXML 1.2 требованиям и понятиям в IFC для инфраструктуры. Сейчас проект завершен.

Проект 2. Модель трасс линейных объектов IFC-Alignment

Высокая важность проекта IFC-Alignment обуславливается как использованием новых геометрических элементов, не свойственных зданиям (например, клотоид), так и новым способом задания положения объектов относительно трасс (линейная система координат «пикет-смещение»). На рис. 6 представлена геометрия объекта стандартизации. Выпустить первую публичную версию предполагается в 2015 г. Работа над данным проектом ведется совместными усилиями Rijkswaterstaat (мини-

LandXML



- Трасса в плане в виде прямой, клотоиды и круговой кривой

```
<CoordGeom>
  <Line dlj="16.81409804779" length="263.353445024987">
    <Start>1031.948968467921 1177.964204524687</Start>
    <End>1108.128519962727 1430.058855282253</End>
  </Line>
  <Spiral length="16.667" radiusEnd="150." radiusStart="INF" rot="CCW" spiType="clothoid" theta="3.103162523815"
    totalX="0.308586279587" totalXk="16.661856393481" tanLong="11.113130301038" tanShort="5.557300310484">
    <Start>1108.128519962727 1430.058855282253</Start>
    <PI>1111.343185719382 1440.696081174039</PI>
    <End>1113.243644609679 1445.919125892021</End>
  </Spiral>
  <Curve ljt="CCW" chord="86.610584403757" crvType="arc" delta="33.560518992458" dirEnd="53.557779564062" dirStart="
    =19.997260571605" external="6.671213364628" length="87.061233264472" midOrd="6.387146580433" radius="150."
    tangent="45.231284495854">
    <Start>1113.243644609679 1445.919125892021</Start>
    <Center>1254.199990468834 1394.622843745705</Center>
    <End>1165.098214453749 1515.291288299191</End>
    <PI>1128.71162281861 1488.423369765697</PI>
  </Curve>
  <Start>1353.224141963611 1614.12630895588</Start>
  <End>1539.666044443129 1632.853302528771</End>
</Line>
</CoordGeom>
```

Рис. 4. Описание оси дороги в плане на языке LandXML с помощью отрезков прямой, спиралей (клотоид) и кривых (дуг окружностей)

LandXML

- Трасса в продольном профиле в виде точек и квадратных парабол



```
<Profile name="Achas - 1">
  <ProfSurf name="Geländeschnitt 3 - (EG)" state="existing">
    <ProfAlign name="Gradients (1)">
      <PVI>5 |20059451645 199.324441429215</PVI>
      <ParaCurve length="208.204085930634">185.78245484617 204.422097162951</ParaCurve>
      <ParaCurve length="191.185793390869">497.828270887504 206.733935082853</ParaCurve>
      <PVI>767.074389906282 203.581081782429</PVI>
    </ProfAlign>
  </Profile>
```

Рис. 5. Описание вертикального профиля дороги на языке LandXML с помощью отрезков прямой и отрезков параболы

3D модель дороги

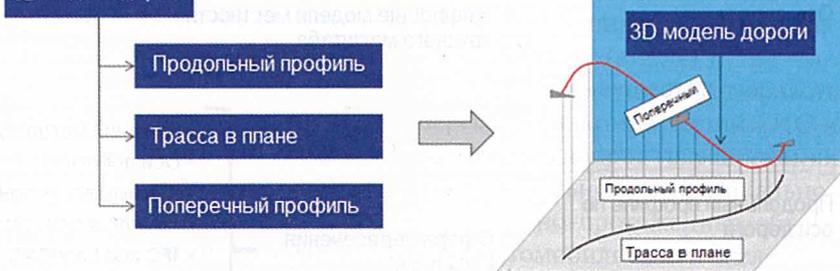


Рис. 6. Объект стандартизации в проекте IFC-Alignment – трехмерная трасса автомобильной дороги, неявно представленная в виде трассы в плане, продольном и поперечных профилях

стерство транспорта Финляндии), Traviķverket (транспортная администрация Швеции), CSTB (научный центр по строительству, Франция), V-Con (международный консорциум для развития OpenBIM, базирующийся в Нидерландах).

Проект 3. Модель мостовых сооружений IFC-Bridge

Проект IFC-Bridge является идеологически одним из самых простых, поскольку является адаптацией других мостовых форматов, адаптированных к BIM. Он демонстрирует успешность применения уже существующих подходов в IFC и STEP для описания мостов. В то же время, несмотря на идеологическую простоту, проект идет крайне медленно из-за высокой сложности предметной области. Данный проект был заявлен в консорциуме building SMART еще в 2002 г. В 2003 г. были сформулированы требования к стандарту. В 2004 г. появились первые наброски стандарта, а в 2010 г. появился первый реальный прототип. При этом только в 2011 г. появилось параметрическое описание. В официальный план работ (статус для bSI—building SMART International) проект попал только в 2012 г.

Существенными нововведениями проекта IFC-Bridge являются пространственная привязка модели моста на местности с помощью модели трассы, создаваемой в проекте IFC-Alignment, а также модели кабельных систем, систем преднапряженного бетона и арматуры. Полученные модели мостов в новом формате IFC-Bridge могут быть в дальнейшем переданы в различные расчетные программы для анализа прочности. На рис. 7 приведены типы мостов, исследуемые в рамках проекта IFC-Bridge. На рис. 8 представлены основные конструктивные объекты (составные части мостов), подлежащие стандартизации. На рис. 9 пред-



Рис. 7. Типы мостов, исследуемые в рамках проекта IFC-Bridge

Элементы моста

- Оси моста
- Проектная
- Местная
- Пролеты
- Опоры
- Сваи
- Пилоны
- Устои
- Фундаменты
- Кабельные системы
- Преднапряженные системы
- Арматура
- Оборудование



Рис. 8. Основные конструктивные объекты (составные части мостов), подлежащие стандартизации в рамках проекта IFC-Bridge

- Леса
- Домкраты
- Вертикальные скобы
- Надвижные консоли
- Подъемная опалубка
- Мобильная опалубка

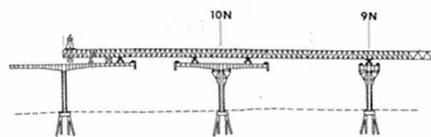
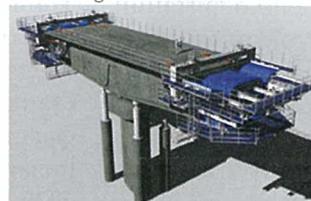


Рис. 9. Основные вспомогательные и временные объекты, подлежащие стандартизации в рамках проекта IFC-Bridge

ставлены основные вспомогательные и временные объекты, подлежащие стандартизации в рамках проекта IFC-Bridge.

Проект 4. Модель автомобильной дороги IFC-Road

Проект IFC-Road базируется на другом проекте IFC-Alignment и вводит понятия поперечного профиля дороги, конструкции дорожной одежды, элементов обустройства. Для концепций IFC это очень сложный проект, поскольку здесь вводится принципиально новый вид неявной трехмерной модели (задаваемой плановой осью дороги, продольным и поперечным профилями), а формируемые в этой модели элементы модели – это протяженные поверхности, а не трехмерные тела. Именно поэтому обеспечение для работы с моделями через формат IFC здесь не применимо.

В настоящее время данный проект ведется в основном усилиями Корейского института строительных технологий и не входит в список формальных проектов консорциума building SMART. Он имеет статус «связанного проекта» под именем KoreanRoads. Проект рассчитан на период с 2013 по 2016 г. Первая версия модели данных IFC-Road будет подготовлена к декабрю 2014 г.

В календарном плане этого проекта (рис. 10) в 2015 г. стоит гармонизация заложенных решений со смежными проектами, выполняемыми в Великобритании (Road Alignment Project) и Франции (IFC for Bridges). В 2017–2018 гг. предполагается выход на утверждение данного стандарта в качестве стандарта bSI.

БУДУЩИЕ ПРОЕКТЫ BUILDING SMART

В качестве следующих возможных проектов консорциума building SMART сейчас обсуждаются справочники данных



1. Alignment Model Reference: ISO 19148 (Linear Referencing), Road Alignment Model Suggested by Prof. André Borrmann (Technical University Munich)

Рис. 10. Официальный Календарный график работ над проектом IFC-Road, выполняемый по заказу правительства Южной Кореи

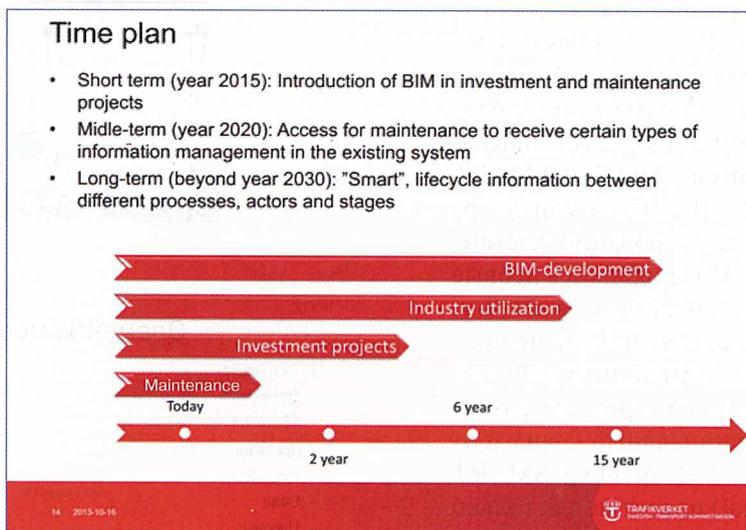


Рис. 11. План-график внедрения технологий BIM в дорожном хозяйстве Швеции (из доклада официального представителя дорожной администрации Швеции в консорциуме building SMART)

Data Dictionary, модель исполнительной съемки As-Built Data Delivery, модель тоннелей IFC-Tunnel, модель управления земляными работами IFC-Earthwork. Реалистичные сроки разработки стандартов для всего спектра инфраструктурных решений предполагаются примерно к 2018–2020 гг. И это будет закреплено в виде следующего стандарта IFC 5.

Массовое же внедрение на практике этих стандартов следует ожидать примерно к 2025–2030 гг. Так, на рис. 11 представлен план-график внедрения

технологий BIM в дорожном хозяйстве Швеции (из доклада официального представителя дорожной администрации Швеции в консорциуме building SMART). Как видим, шведская администрация планирует начать внедрение BIM-технологий примерно с 2020 г. и широко внедрить их на всех стадиях жизненного цикла к 2030 г.

Заключение

В заключение отметим, что еще недавно главной целью консорциума building SMART было

развитие концепции **openBIM** как открытого набора BIM-стандартов. Теперь, после начала тесного сотрудничества с Open Geospatial Consortium и появления в сфере интересов building SMART принципиально новых для них ГИС-моделей, building SMART выдвинул вторую инициативу в области моделей данных **openINFRA**. Теперь **openBIM** позиционируется как стандарты для управления зданиями, а **openINFRA** — как стандарты вне зданий (инфраструктура).

Несмотря на то, что технология BIM произошла от САПР, важнейшим их отличием является срок оперирования данными в САПР и BIM. САПР является инструментом для получения проекта; компьютерная модель дороги или моста по итогам проектирования преобразуется в инженерную и рабочую документацию, после чего модель не нужна. В концепции BIM компьютерная модель дороги передается на следующие этапы жизненного цикла и может быть повторно востребованной через годы и даже десятилетия. Именно поэтому для обеспечения гарантированного доступа к данным в будущем эти данные должны быть представлены в форме открытых стандартов обмена данными.

Несмотря на то, что работа по стандартизации форматов обмена данными для BIM-инфраструктуры сейчас активно ведется на международном уровне, новые стандарты в обозримой перспективе не смогут полностью закрыть потребности дорожников. Это связано с различием нашей отечественной нормативной базы и используемой за рубежом. Поэтому нам необходимо либо гармонизировать наши стандарты с западными, либо самостоятельно адаптировать и развивать BIM-стандарты [9]. ❖

Литература

1. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2014. — № 2 (3). — С. 12–21.
2. Официальный сайт международной организации buildingSMART. — Режим доступа: www.buildingsmart.org
3. ГОСТ Р ИСО 10303. Семейство стандартов «Системы автоматизации производства и их интеграция. Предоставление данных об изделии и обмен этими данными».
4. Скворцов А.В. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве / А.В. Скворцов, П.И. Поспелов, В.Н. Бойков, С.П. Крысин // Справочная энциклопедия дорожника. Т. VI. — М.: ФГУП «Информавтодор», 2006. — 372 с.
5. Скворцов 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.
6. Официальный сайт международного консорциума Open Geospatial Consortium. — Режим доступа: www.ogc.org
7. Официальный сайт международного консорциума разработчиков стандарта LandXML. — Режим доступа: www.landxml.org
8. Официальный сайт международного консорциума разработчиков стандарта CityGML. — Режим доступа: www.citygml.org
9. Скворцов А.В. Нормативно-техническое обеспечение BIM автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2014. — № 2 (3). — С. 22–32.

techtexsil

Ведущая международная выставка
технического текстиля и нетканых материалов.

ВОЗМОЖНОСТИ
МОБИЛЬНЫЙ
ДИЗАЙН
ЭЛАСТИЧНОСТЬ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ



Mobiltech

4 – 7.5. 2015
Франкфурт-на-
Майне, Германия
www.techtexsil.com

info@russia.messefrankfurt.com
Тел. +7 (495) 649-87-75

а также

texprocess



messe frankfurt

Реклама