

# ВІМ для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся?

Скворцов А.В., д.т.н., профессор, ген. директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

*Рассматривается эволюция автоматизированного проектирования, приведшая к возникновению таких мощных современных концепций управления жизненным циклом изделий и зданий, как PLM и BIM. Показывается сложность применения этих концепций к дорожной отрасли в силу различия в структуре жизненного цикла автомобильной дороги и природе используемых моделей данных. Описывается уже существующий подход на основе технологий ГИС и САПР компании «ИндорСофт», охватывающий проектирование и эксплуатацию автомобильных дорог в течение всего жизненного цикла, и который во многом соответствует заявленным целям будущей концепции «BIM для инфраструктуры», разрабатываемой международным консорциумом buildingSMART.*

## Введение

Последние годы в нашей стране начала активно внедряться технология BIM (Building Information Modeling) для проектирования и строительства зданий. Всплеск интереса к данной технологии во многом связан с активной политикой компании Autodesk в России. Именно благодаря этому при упоминании BIM создается впечатление, что речь идет о программном комплексе Autodesk Building Design Suite, включающем себя AutoCAD, AutoCAD Architecture, Revit и пр.

Более того, общее описание роли и места технологии BIM выглядит очень привлекательным с точки зрения возможности применения и в других отраслях, кроме проектирования зданий, например при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог.

Попробуем разобраться, что такое BIM, и может ли эта технология быть применена в дорожном хозяйстве.

## Эволюция автоматизированного проектирования

Изначально проектирование любых объектов выполнялось на бумаге, как правило, в виде проекций этих объектов. Именно поэтому первоначальные попытки автоматизации в 1960–1970-х гг. были направлены в первую очередь на улучшение процесса черчения. Такой вид автоматизации обычно называют 2D-проектированием или CAD (Computer-Aided Drafting). В русском языке соответствующего термина нет.

Следующий этап в развитии проектирования наступил в 1980-е гг., когда возможности компьютеров позволили заниматься построением трёхмерных моделей объектов, а соответствующие чертежи стали строиться автоматически как разрезы и проекции. Именно тогда в 3D-моделировании появилась важнейшая идея параметризации объектов, которая в совокупности с технологией твёрдотельного моделирования позволила резко повысить эффективность проектирования. Класс программных систем, ориентированных на моделирование, а не черчение, также получил название CAD, но уже с другой расшифровкой — Computer-Aided Design. В русском языке такие системы называются САПР.

По отраслевому назначению среди САПР обычно выделяют всего три основных вида:

1. MCAD (Mechanical Computer-Aided Design) — машиностроительные САПР;
2. ECAD (Electronic Computer-Aided Design) — радиоэлектронные САПР;
3. CAAD (Computer-Aided Architectural Design) — САПР архитектуры и строительства.

Системы проектирования автомобильных дорог относятся к 3-й категории как объекты капитального строительства. Однако тут следует отметить, что САПР автомобильных дорог и архитектурные САПР используют существенно разные модели данных и принципы проектирования. Во многом САПР зданий похожи на машиностроительные САПР, в то время как САПР дорог тяготеют по моделям данных к геоинформаци-

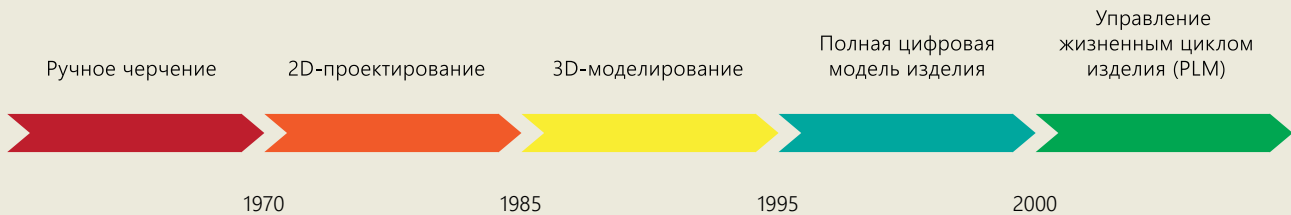


Рис. 1. Эволюция инструментов автоматизации проектирования

онным системам (ГИС). Кстати, и в линейках продуктов многих производителей программного обеспечения наблюдается аналогичное разделение. Например, компания Autodesk имеет продукт Revit, применимый как для машиностроения, так и для зданий. Кроме того, Autodesk имеет совершенно иной продукт AutoCAD Civil 3D, предназначенный для проектирования объектов инфраструктуры, в том числе автомобильных дорог.

Со временем появились различные сопутствующие системы, автоматизирующие инженерные расчёты — CAE (Computer-Aided Engineering), управляющие программы для станков — CAM (Computer-Aided Manufacturing), подготовку технологических процессов — CAPP (Computer-Aided Process Planning), ведомостей, электронные описания изделия и технические руководства. Такое комплексное применение программ классов CAD/CAM/CAE/CAPP позволило сформировать полную цифровую модель изделия.

Следующей предпосылкой к эволюции автоматизированного проектирования стала потребность в работе с неожиданно быстро возникающими огромными массивами цифровой информации об изделиях. Возникли новые классы систем, предназначенные для организации и координации работ инженерного персонала — системы управления данными об изделии (PDM — Product Data Management) и электронные архивы. Всё это в совокупности легло в основу концепции управления изделием в течение всего его жизненного цикла — PLM (Product Lifecycle Management), возникшей в 1985 г. (рис. 1).

В настоящее время концепция PLM получила нормативное закрепление на уровне международных стандартов (семейство ISO 10303, называемое также STEP; в России ему соответствует семейство ГОСТ Р ИСО 10303). Большинство современных ведущих

САПР полноценно поддерживают эти стандарты.

### Автоматизированное проектирование зданий

Вышеописанные технологии и концепции в первую очередь касаются проектирования отдельных изделий в области машиностроения и радиоэлектроники. Развитие САПР для других отраслей породило специализированные технологии. В частности, в области архитектуры появилась технология BIM.

Эта технология берёт начало в 1975 г., когда в научный оборот было введено название Building Description System (система описания здания). Позднее этот термин трансформировался в одновременно употребляемые Building Product Model и Product Information Model.

Первой коммерческой реализацией BIM можно считать концепцию Virtual Building, реализованную компанией Graphisoft в своём продукте ArchiCAD, выпущенном в 1987 г. Примерно с 2002 г. уже сам термин Building Information Model начал широко применяться многими ведущими разработчиками программного обеспечения.

Важным фактором, простимулировавшим широкую поддержку BIM в программных продуктах, стало создание консорциумом buildingSMART модели данных Industry Foundation Classes (IFC) и её последующая стандартизация в виде ISO 16739. В качестве форматов файлов в этой модели чаще всего используется текстовый формат IFC-SPF (расширение IFC), определённый в ISO 10303-21 (STEP-файл). Формат IFC-XML (расширение IFCXML) определён в ISO 10303-28 (STEP-XML), однако реже используется на практике из-за большого размера. Формат IFC-ZIP (расширение IFCZIP) представляет собой файл IFC-SPF, сжатый с помощью ZIP.

В настоящее время на рынке концепцию BIM в том или ином виде реализуют продукты ArchiCAD (Graphisoft, Венгрия), Revit (Autodesk, США), Allplan Architecture (Nemetschek, Германия), Vectorworks (Nemetschek, Германия), VisualARQ (Asuni CAD S.A., Испания), Bentley Building Mechanical Systems (Bentley Systems, США), DDS-CAD (Data Design System, Норвегия), Digital Project (Gehry Technologies, США) и многие другие.

Последняя версия стандарта IFC под номером 4 была выпущена в марте 2013 г. В настоящее время на рынке пока нет продуктов, сертифицированных по IFC4, но имеется примерно 10, сертифицированных по предыдущей версии IFC2x3.

Интересно отметить, что многие программные продукты, реализующие BIM, имеют в линейках продуктов своей фирмы аналогичные решения для машиностроения, которые являются PLM-системами. Более того, зачастую это одна и та же система. В качестве примера можно привести такие программы как Revit (Autodesk), Allplan Engineering (Nemetschek), Vectorworks (Nemetschek), Bentley Building Mechanical Systems (Bentley Systems) и другие.

### Жизненный цикл изделий, зданий и автомобильных дорог

На рис. 2 и 3 изображено представление о жизненном цикле изделия и здания с точки зрения концепций PLM и BIM. Очень важно, что на всех этапах жизненного цикла имеется единая цифровая модель изделия в среде соответствующих CAD и PDM-систем.

А что делать, если модели изделия или здания нет? Можем ли мы применить концепции PLM/BIM к уже существующим объектам, конструкторская документация по которым отсутствует? И вообще, имеет ли это смысл?

В машиностроении и радиоэлектронике такой проблемы, как правило, не возникает в силу того, что владельцу существующего экземпляра изделия важны только эксплуатационные характеристики изделия, а не возможность изготовления другого экземпляра. Концепция PLM предполагает массовый выпуск изделий, и понятие «жизненный цикл» относится не к экземпляру изделия, а к его модели. Поэтому мыслить в категориях жизненного цикла одного изделия смысла нет.

Совершенно иная ситуация в области архитектуры. Здесь уже речь идёт о жизненном цикле одного конкретного здания. Жизненный цикл здания (безотносительно концепции BIM) от стадии планирования до завершения строительства предполагает наличие полной модели и строительной документации. Только стадии содержания и ликвидации могут обходиться без конструкторской модели здания. И вряд ли владелец здания, купив его без документации, решит самостоятельно её восстановить, т.к. такое восстановление сопоставимо по цене с новым проектированием и не несёт в дальнейшем каких-то ощутимых выгод. Поэтому BIM имеет смысл применять только к проектируемым зданиям.

С другой стороны, наличие информации о здании и его инженерной инфраструктуре необходимо для его нормального функционирования. Поэтому в мире существует огромное количество программных продуктов, ориентированных на разработку

и поддержание в актуальном состоянии электронных паспортов зданий и инженерных сетей. Самыми распространёнными являются системы, реализующие поэтажные планы помещений в среде САПР или ГИС. К BIM они не имеют никакого отношения.

А что же с автомобильными дорогами? В настоящее время в нашей стране информация по дорогам (проекты организации дорожного движения, инженерная и рабочая документация, материалы диагностики и паспортизации, материалы земельно-имущественного учёта и пр.) в максимальной полноте представлена в виде бумажных архивов, хранящихся в управлениях автомобильных дорог. Некоторая часть информации представлена в виде электронных паспортов и чертежей. Но практически ни один заказчик сегодня не требует от подрядчиков сдавать полноценные электронные модели дороги (САПР-модели по итогам проектирования или ГИС-модели по результатам исполнительной съёмки, паспортизации или кадастрового учёта).

В PLM/BIM цифровая модель изделия/здания появляется на этапе проектирования, в дорожной же отрасли дорога непрерывно меняется в процессе эксплуатации. В PLM/BIM цифровая модель представляется в формате САПР. Модель автомобильной дороги на стадии проектирования и строительства также представляется в САПР автомобильных дорог, но на стадии эксплуатации информация собирается в базах данных в рамках процедур диагностики, инвентаризации, када-

стра, обследований инженерных сооружений. В рамках современных подходов эта информация интегрируется в составе геоинформационных систем (ГИС) автомобильных дорог.

Таким образом, жизненный цикл автомобильных дорог является более сложным, нежели в архитектуре, а разнородность возникающих моделей (ГИС- и САПР-моделей) всей дороги и её элементов позволяет говорить о более сложных концепциях управления дорогами, нежели BIM в архитектуре.

### BIM для инфраструктуры

Консорциум buildingSMART, разработывающий формат обмена данными для BIM, также обозначил бесперспективность применения BIM в чистом виде для автомобильных дорог, впрочем, как и для мостов, тоннелей, железных дорог, трубопроводов, энергетики и прочих инженерных сетей.

Именно поэтому в дорожную карту дальнейшего развития концепции BIM вошёл проект «IFC для инфраструктуры», который должен стать частью будущего стандарта IFC5.

В первую очередь была проведена черта, разделяющие сферы применения BIM и ГИС для инфраструктуры.

В чистую сферу ГИС было отнесено:

- то, что представляется на карте в мелких масштабах;
- то, что задаётся в геодезических координатах;
- модели на поверхности земли;
- топологические сети;
- материалы инженерно-геодезических изысканий;
- то, что представимо в формате GML.

Рис. 2. Жизненный цикл изделия в концепции PLM



Рис. 3. Жизненный цикл здания в концепции BIM



- В чистую сферу BIM было отнесено:
- то, что представляется на плане в крупных масштабах;
  - то, что задаётся в инженерных координатах;
  - объёмные модели;
  - высокие сооружения;
  - объекты, представимые в виде композиции более простых;
  - то, что представимо в формате IFC.

В сферу пересечения BIM и ГИС было отнесено:

- то, что представляется на плане в средних масштабах;
- то, что задаётся в геодезических координатах, либо в проекциях;
- модели на поверхности земли и объёмные;
- осевые линии объектов инфраструктуры;
- продольные и поперечные профили линейно-протяжённых объектов;
- то, что представимо в формате IFC и GML.

Учитывая, что управление инфраструктурой в настоящее время базируется на технологиях ГИС, консорциум buildingSMART заключил соответствующее соглашение с консорциумом Open Geospatial (OGC) с целью взаимного сближения форматов данных. При этом следует заметить, что совместно с OGC будут разработаны самые общие модели данных для управления инфраструктурными данными. Партнёр же для разработки стандартов конкретно для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог по состоянию на начало 2014 г. пока не найден.

Учитывая, что к разработке стандарта BIM для автомобильных дорог по сути ещё не приступили, можно спрогнозировать, что до момента его разработки, принятия и поддержки разработчиками программных продуктов пройдёт ещё много лет.

Более того, среди заявленных целей BIM для инфраструктуры по-прежнему числится проектирование «с нуля», а не эксплуатация уже существующих дорог.

### Линейка продуктов «ИндорСофт» как основа BIM для дорог

Однако всё ли так плохо?

В нашей стране уже более 20 лет ведутся работы по созданию ГИС автомобильных дорог. С 2009 г. в Росавтодоре стартовали работы по созданию ГИС федеральных автомобильных дорог (М-1, М-10, М-53, дороги Центра России). В 2012 г. создана ГИС для управления эксплуатацией автомобильной дороги М-4 Государственной компании «Российские автомобильные дороги». В основе этих решений лежала система IndorRoad компании «ИндорСофт» [1].

Эти ГИС показали успешность применения единой модели автомобильной дороги на основе ГИС [2] для стадии эксплуатации. Но это далеко не весь жизненный цикл дороги.

При создании ГИС строящейся автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» [3] система IndorRoad выступила в качестве интегрирующей системы, в которую поступали проектные решения, сформированные на

стадии проектирования, и отслеживался текущий ход строительства.

Учитывая, что компания «ИндорСофт» разрабатывает целый спектр непротиворечивых решений для всех стадий жизненного цикла дороги от проектирования (IndorCAD, IndorPavement) до строительства и эксплуатации, можно сказать, что BIM для автомобильных дорог во многом уже здесь, среди нас, и мы им уже давно пользуемся, просто никогда так его не называли (рис. 4).

При этом отметим, что в силу отличия используемых моделей данных в дорожном хозяйстве от архитектурного проектирования неправильно употреблять термин «BIM для автомобильных дорог». Если идти по аналогии с BIM, то имеет смысл говорить о Road Information Modelling (RIM) или информационном моделировании дорог (ИМД), в основе которого лежит не одна единая САПР-модель дороги, а совокупность разнородных САПР-, ГИС- и иных моделей [4]. ■

Литература:

1. Субботин С.А., Скачкова А.С. ГИС автомобильных дорог IndorRoad. Новая версия // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 55–59.
2. Скворцов А.В. Адресный план автомобильной дороги // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 47–54.
3. Баранник С.В., Блинов Д.С. Создание ГИС автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 70–73.
4. Бойков В.Н. САПР автодорог — перспективы развития // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 6–9.

Рис. 4. Жизненный цикл автомобильных дорог



Рис. 5. Поддержка жизненного цикла автомобильных дорог продуктами компании «ИндорСофт»

