

Информационное моделирование зданий – современное понимание

Наше время ставит перед проектировщиками зданий и сооружений новые задачи и предъявляет совершенно иные, ранее не возникавшие требования. Даже если перечислить лишь основные, список получается весьма внушительный:

- широкомасштабная реконструкция или реставрация ранее построенных объектов;

- высокие темпы строительства и необходимость быстрого проектирования новых или реконструируемых объектов;

- принципиальный рост внешнего объема вновь проектируемых объектов и уровня их сложности;

- высокая насыщенность новых зданий и окружающей их инфраструктуры инженерными коммуникациями и

оборудованием, высокая плотность строительства (рис. 1);

- возрастающая важность юридического обеспечения проекта и увеличение объема рабочей документации;

- необходимость энергоэффективного и экологичного проектирования с учетом постоянно возрастающих требований к создаваемым объектам, а также появления новых технологий и материалов;

- необходимость рассчитывать при проектировании нового объекта его эксплуатационные (прежде всего экономические) характеристики;

- обеспечение возможности будущей работы с проектом здания в период его эксплуатации и ремонта, оптимизация текущих расходов, достижение коммерческой эффективности проекта;

- необходимость исследования и пересмотра в сторону усиления конструкции, устройства и коммуникаций уже существующих зданий в связи с возрастающими сейсмическими, террористическими и иными угрозами;

- высокая информационная насыщенность зданий, широкое распространение и внедрение в строительную практику концепции "умного дома";

- необходимость быстрого и эффективного поиска, а также квалифицированного заказа оборудования, необходимого для оснащения здания;

- оптимизация проекта по различным видам параметров;

- возрастающая потребность в сносе и утилизации старых зданий;

- интернационализация и международная кооперация в проектировании, когда благодаря компьютерным технологиям работа над общим про-



Рис. 1. Застройка в одном из районов Нью-Йорка (2009 г.)

- ектором может продолжаться круглосуточно в разных точках земного шара;
- высокая международная унификация проектирования;
- резкое повышение цены ошибки, особенно уже просочившейся в проект и требующей исправления на стадии строительства или в процессе эксплуатации;
- потребность сделать само проектирование менее затратным и более эффективным, более гибким и устойчивым к кризисным явлениям в экономике.

Все перечисленное логично приводит к пониманию, что в современных условиях требуется уже не просто проект возводимого здания, а содержащая всю необходимую информацию модель объекта, которая может быть востребована в течение всего периода его существования.

И эта модель должна быть не выполненным с помощью компьютера аналогом обычного картонного макета, дающего представление о формах объекта, а полноценной виртуальной копией здания со всей его начинкой, с количественными геометрическими и технологическими характеристиками конструкций, материалов и оборудования. Причем все данные об объекте должны быть не просто собраны воедино (например, в виде некой таблицы или справочника), а являться параметрами модели, корректировка которых с учетом существующих между ними зависимостей влечет за собой автоматическое изменение всей модели.

Все эти, а также многие другие проблемы и призвано решать начавшее совсем недавно входить в реальную практику новое направление развития проектирования — информационное моделирование зданий.

Рубеж конца XX — начала XXI веков ознаменовался появлением принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании, в основу которого положено создание компьютерной модели здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте. Это стало естественной реакцией человека на кардинально изменившуюся информационную насыщенность окружающей нас жизни и следствием осознания невозможности эффективно обрабатывать прежними средствами хлынувший на проектировщиков огромный и неуклонно возрастающий поток "информации для размышления", предвещающей и сопровождающей само проектирование.

Причем этот поток информации не иссякает и после того, как здание уже спроектировано и построено. Так что

возникшая в результате концепция информационного моделирования зданий — это намного больше, чем просто новый метод в проектировании. Это также принципиально иной подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонта здания, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую составляющую, к управлению окружающей нас рукотворной средой обитания. Это изменившееся отношение к зданиям и сооружениям вообще. Наконец, это наш новый взгляд на окружающий мир и переосмысление способов воздействия человека на этот мир.

Подход к проектированию зданий через их информационное моделирование предполагает прежде сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями — здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Правильное определение этих взаимосвязей, а также точная классификация, хорошо организованное структурирование и достоверность используемых данных — залог успеха информационного моделирования.

Если внимательно приглядеться, то нетрудно увидеть, что при такой концепции принципиальные решения по проектированию по-прежнему остаются в руках человека, а компьютер опять выполняет лишь порученную ему техническую функцию по обработке информации. Но главное отличие нового подхода от прежних методов проектирования заключается в том, что возникающий объем этой технической работы, выполняемой компьютером, носит принципиально иной характер, и самому человеку его уже не одолеть.

Новый подход к проектированию объектов и был назван *информационным моделированием зданий* или, сокращенно, *BIM (Building Information Modeling)*.

Это понятие появилось в лексиконе специалистов сравнительно недавно, хотя сама концепция компьютерного моделирования с максимальным учетом всей информации об объекте начала формироваться и приобретать конкретные очертания намного раньше: еще с конца XX века она постепенно "вызревала" внутри бурно развивающихся CAD-технологий.

Понятие информационной модели здания было впервые предложено в 1975 году профессором Чаком Истманом (Chuck Eastman) в журнале Американского института архитекторов (AIA).

Тогда же появилось и рабочее название: *Building Description System (Система описания здания)*.

В конце 1970-х — начале 1980-х это понятие развивалось параллельно в Старом и Новом Свете, причем в США чаще всего употреблялся термин *Building Product Model*, а в Европе (особенно в Финляндии) — *Product Information Model*. При этом в обоих случаях слово *Product* ориентировало внимание на объект проектирования, а не на процесс. Можно предположить, что несложное лингвистическое объединение этих двух определений и привело к рождению термина *Building Information Model*.

В середине 1980-х европейцы применяли также немецкий термин *Bauinformatik* и голландский *Gebouwmodel*, которые в переводе опять же соответствовали английскому *Building Model* или *Building Information Model*.

Лингвистические сближения терминологии сопровождались и выработкой единого наполнения используемых понятий. С 1992 года в научной литературе термин *Building Information Model* используется в его нынешнем понимании.

Примерно с 2002-го *Building Information Model* ввели в употребление и ведущие разработчики программного обеспечения, сделав это понятие одним из ключевых в своей терминологии. В дальнейшем, благодаря деятельности таких компаний, как Autodesk, аббревиатура BIM получила широчайшее распространение, и ее теперь знает весь мир.

Если перейти к содержанию, то сегодня информационная модель здания — это хорошо скоординированная, согласованная, взаимосвязанная, поддающаяся расчетам и анализу, имеющая геометрическую привязку числовая информация о проектируемом или уже существующем объекте, которая используется для:

- принятия конкретных проектных решений;
- создания высококачественной проектной документации;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- составления смет и строительных планов;
- заказа и изготовления материалов и оборудования;
- управления возведением здания;
- управления и эксплуатации самого здания и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла;
- управления зданием как объектом коммерческой деятельности;
- проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания;



Рис. 2. Основная информация, проходящая через BIM и имеющая к BIM непосредственное отношение

- сноса и утилизации здания;
- иных связанных со зданием целей (рис. 2).

Иными словами, **BIM** — это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса.

Как вы уже поняли, аббревиатура BIM может использоваться для обозначения и самой информационной модели здания, и процесса информационного моделирования — никаких недоразумений при этом не возникает.

В ряде литературных источников употребляется "уменьшенный" вариант сокращения, **bim** (так называемое "малое BIM"): общее обозначение для всего класса программного обеспечения, работающего в технологии "большого BIM" — информационного моделирования зданий.

Исторически сложилось, что некоторые разработчики компьютерных программ, относящихся к информационному моделированию зданий, кроме общепринятой пользуются еще и своей собственной терминологией. Например, компания Graphisoft, создатель широко рас-

пространного пакета ArchiCAD, ввела понятие виртуального здания (*VB* — Virtual Building), которое в сущности перекликается с BIM. Иногда можно встретить сходное по значению словосочетание "электронное строительство" (*e-construction*). Но на сегодняшний день термин BIM, уже получивший в мире всеобщее признание и самое широкое распространение, считается в этой области основным.

Близка к BIM и сформулированная компанией Dassault Systemes в 1998 году концепция *PLM* (Product Lifecycle Management) — управление жизненным циклом изделия, которой сегодня активно пользуется практически вся индустрия САПР, особенно в машиностроении. При этом в качестве изделий могут рассматриваться всевозможные технически сложные объекты: самолеты и корабли, автомобили и ракеты, здания и их системы, компьютерные сети и т.п. Концепция PLM предполагает, что создается единая информационная база, описывающая три основных компонента создания чего-то нового по схеме "Продукт — Процессы — Ресурсы", а также связи между этими компонентами. Наличие такой объединенной модели обеспечивает возможность быстро и эффективно увязывать и оптимизировать всю указанную цепочку. Так что с большой долей уверенности можно говорить, что BIM и PLM — "близнецы-братья" или, более точно, что BIM является дальнейшим развитием и уточнением концепции PLM в специализированной области человеческой деятельности — архитектурно-строительном проектировании.

Однако терминология — это не главное. Применение информационной модели здания существенно облегчает работу с объектом и имеет массу преимуществ перед иными формами проектирования. Прежде всего оно позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по предназначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, а также заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность, эксплуатационные качества и избежать самого неприятного для проектировщиков — внутренних нестыковок (коллизий) (рис. 3).

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, результатом информационного моделирования здания обычно является **объектно-ориентированная цифровая модель как всего объекта, так и процесса его строительства**.

Чаще всего работа по созданию информационной модели здания ведется

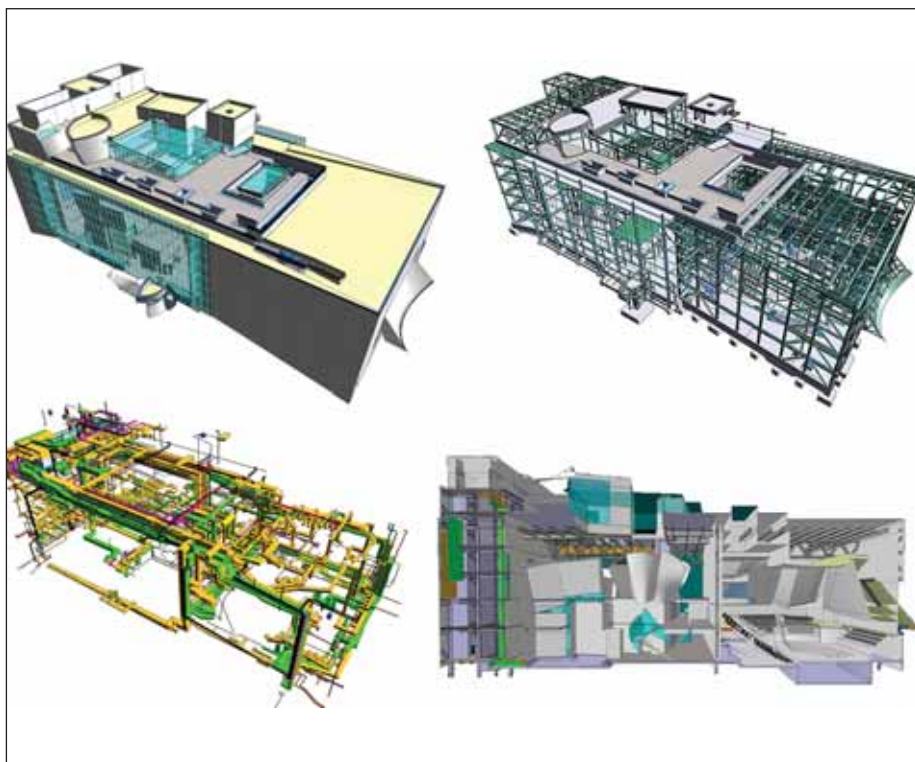


Рис. 3. Проект нового здания высшей музыкальной школы New World Symphony в Майами (США) архитектора Фрэнка Гери, разработанный по технологии BIM (начало проектирования — 2006 г.). Отдельно показаны компоненты единой модели: внешняя оболочка здания, несущий каркас, комплекс инженерного оборудования и внутренняя организация помещений



Рис. 4. Строительство нового здания американской высшей музыкальной школы New World Symphony (начато в 2008 году) и его будущий внешний вид (окончание строительства планируется в 2010-м). Площадь здания – 10 000 м², зал рассчитан на 700 зрителей, приспособлен для проведения web-трансляций и записи концертов, а также видеопроекций на 360 градусов. На верхнем этаже расположены музыкальная библиотека, дирижерская студия, двадцать шесть индивидуальных репетиционных аудиторий и шесть – для совместных репетиций нескольких музыкантов. Сметная стоимость объекта – 200 млн. долларов

как бы в два этапа. Сначала разрабатываются блоки (семейства) – первичные элементы проектирования, соответствующие как строительным изделиям (окна, двери, плиты перекрытий и т.п.), так и элементам оснащения (отопительные и осветительные приборы, лифты и т.п.) и многому другому, что имеет непосредственное отношение к зданию, но производится вне рамок стройплощадки и при возведении объекта не делится на части.

Второй этап – моделирование того, что создается на стройплощадке. Это фундаменты, стены, крыши, навесные фасады и т.д. При этом предполагается

широкое использование заранее созданных элементов – например, крепежных или обрамляющих деталей при формировании навесных стен.

Таким образом, логика информационного моделирования зданий ушла из области программирования и соответствует обычному пониманию, как строить дом, как его оснащать и как в нем жить. Что существенно облегчает и упрощает работу с BIM как проектировщикам, так и всем остальным категориям строителей и эксплуатантов.

А деление на этапы (первый и второй) при создании BIM носит достаточно условный характер – вы можете, на-

пример, вставить окна в моделируемый объект, а затем менять их, и в проекте будут появляться уже измененные окна.

Построенная специалистами информационная модель проектируемого объекта затем активно используется для создания рабочей документации всех видов, разработки и изготовления строительных конструкций и деталей, комплектации объекта, а также для заказа и монтажа технологического оборудования, экономических расчетов, организации возведения самого здания, решения технических и организационно-хозяйственных вопросов последующей эксплуатации (рис. 4).



Рис. 5. Музей искусств в Денвере (США), корпус Фредерика С. Хэмилтона. Архитектор Дэниель Либерскинд, 2006 г.

Информационная модель существует в течение всего жизненного цикла здания, и даже дольше. Содержащаяся в ней информация может изменяться, дополняться, заменяться, отражая текущее состояние здания. Такой подход в проектировании, когда объект рассматривается не только в пространстве, но и во времени, то есть "3D плюс время", часто называют **4D**. Иногда, правда, под 4D понимают "3D плюс информацию" (в этой терминологии, как видно, тоже пока нет полного единства), но это очень близко по содержанию.

Технология BIM уже сейчас показала возможность достижения высокой скорости и качества строительства, не говоря уже о значительной экономии бюджетных средств. Например, при строительстве сложнейшего по форме и внутреннему оснащению нового корпуса Музея искусств в американском городе Денвере для организации взаимодействия субподрядчиков при проектировании и возведении каркаса здания (металл и железобетон), а также при разработке и монтаже сантехнических и электрических систем была использована специально созданная для этого информационная модель. По данным генерального подрядчика, такое чисто организационное применение BIM сократило срок строительства на 14 месяцев и привело к экономии примерно

400 тысяч долларов при сметной стоимости объекта в 70 миллионов долларов (рис. 5).

Но одно из самых главных достижений BIM — возможность добиться практически полного соответствия эксплуатационных характеристик нового здания требованиям заказчика. Технология BIM позволяет, с высокой степенью достоверности воссоздать и сам объект со всеми его конструкциями и оснащением, и протекающие в нем процессы, отладить на модели основные проектные решения.

Иными способами такая проверка неосуществима — пришлось бы просто построить макет здания в натуральную величину. Что в прежние времена периодически и происходило: правильность проектных расчетов проверялась на уже созданном объекте, когда исправить что-либо было почти невозможно.

При этом особо важно подчеркнуть, что информационная модель здания (BIM) — это виртуальная модель. В идеале BIM — виртуальная копия здания. На начальном этапе создания модели мы имеем некоторый набор информации, почти всегда неполный, но достаточный для начала работы в первом приближении. Затем введенная в модель информация пополняется по мере ее поступления, и модель становится более насыщенной.

Таким образом, процесс создания BIM всегда растянут во времени (носит практически непрерывный характер), поскольку может иметь неограниченное количество "уточнений". А сама информационная модель здания — весьма динамичное и постоянно развивающееся образование, "живущее" самостоятельной жизнью.

При этом надо понимать, что физически BIM существует только в памяти компьютера. И ею можно воспользоваться только посредством той программы, в которой она была создана.

Результатом развития компьютерного проектирования является то обстоятельство, что на сегодняшний день работа на основе CAD-технологий представляется достаточно организованной и отлаженной. Спустя примерно 25 лет после своего появления формат файлов DWG, создаваемых пакетом AutoCAD, занял место неофициального, но общепризнанного стандарта работы с проектом в CAD-программах и начал жить независимой от своего создателя жизнью.

То же относится и к формату DXF, разработанному Autodesk для осуществления обмена данными между различными CAD-программами и другими, в том числе вычислительными, комплексами.

Теперь практически все CAD-программы могут принимать и сохранять



Рис. 6. Антон Столяров. Проект делового центра. Курсовая работа. Модель выполнена в Autodesk Revit Architecture. НГАСУ (Сибстрин), 2008 г.

информацию в этих форматах, хотя их собственные "родные" форматы файлов порой существенно отличаются от последних. Так что еще раз констатируем, что форматы файлов, создаваемых пакетом AutoCAD, стали неким "унификатором" информации для CAD-программ, причем это случилось не по команде сверху или решению некоего общего совещания разработчиков программного обеспечения, а определилось самой логикой естественного развития автоматизированного проектирования в мире.

Что касается BIM, то в наши дни форма, содержание и способы работы по информационному моделированию зданий всецело определяются используемым архитекторами (проектировщиками) программным обеспечением, которого сейчас для BIM уже немало (рис. 6).

Поскольку повсеместное внедрение технологии BIM в мировую проектную практику находится на начальной стадии, единый стандарт для файлов программных систем, создающих информационные модели зданий, еще не выработан, хотя понимание его необходимости назревает и попытки разработать

единые "правила игры" уже предпринимаются.

Думается, должно пройти еще какое-то время, чтобы мировое сообщество проектировщиков выработало общепризнанные "шаблоны" для BIM, унифицирующие правила передачи, хранения и использования информации. Возможно, решение этого вопроса будет найдено по аналогии с CAD-системами, когда одна из BIM-программ станет наиболее популярной.

К сожалению, по указанной только что причине отсутствия единого стандарта перенос информационной модели с одной программной платформы на другую без потери данных и существенных переделок (часто почти все надо повторить заново) пока невозможен. Так что работающие сегодня в BIM архитекторы, строители, смежники и другие специалисты существенно зависят от правильного выбора используемого программного обеспечения, особенно на начальном этапе своей деятельности, поскольку в дальнейшем они будут к нему прочно привязаны, фактически станут его "заложниками".

Конечно, такое положение дел не способствует развитию информационного моделирования зданий. Проектировщики, перешедшие на технологию BIM, всецело зависят от уровня развития, уровня понимания проблемы и мастерства создателей компьютерных программ. Они ограничены в своей профессиональной деятельности теми рамками, которые им предоставляют программисты. Это плохо, но ничего другого пока нет.

С другой стороны, в машиностроении, например, уровень развития авиации напрямую зависит от уровня развития станкостроения. И это не мешает прогрессу. Если все правильно координировать в масштабе целых отраслей.

Напрашивается парадоксальный вывод: дальнейшее развитие проектирования будет зависеть от уровня развития программирования. Возможно, это не всем понравится, но это уже реальность.

Как и то обстоятельство, что задачи, возникающие в проектировании, стимулируют развитие программирования. Все взаимосвязано.

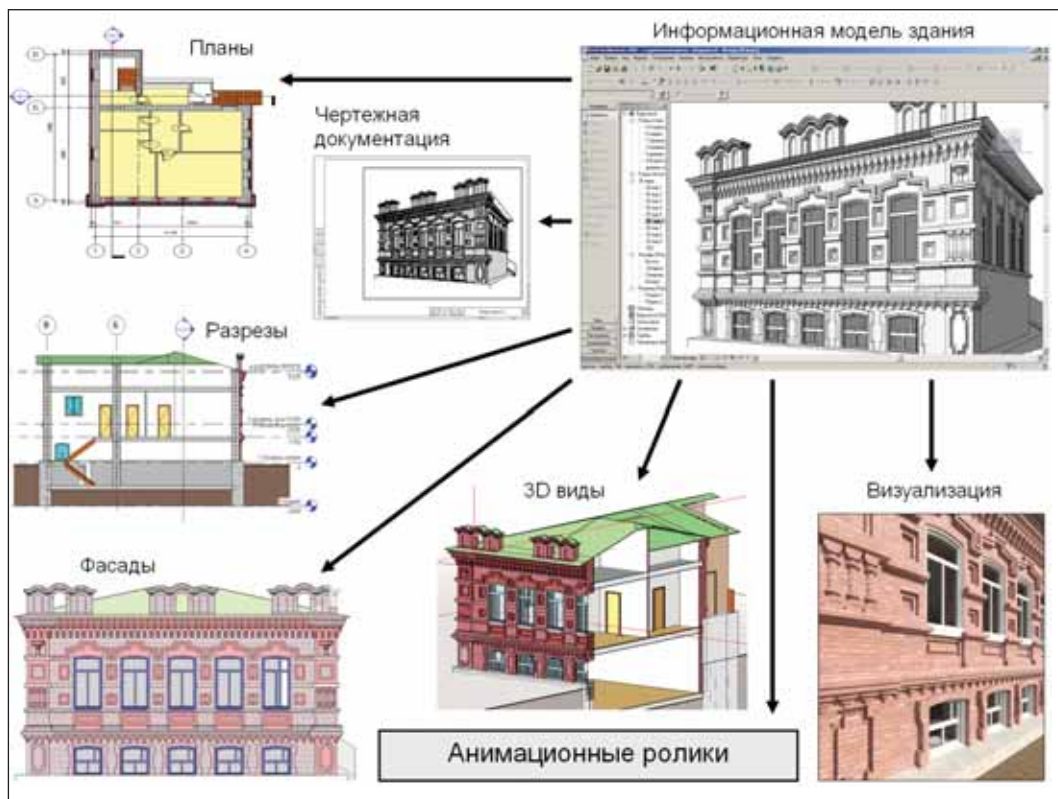


Рис. 7. Виды графического представления информационной модели здания (Татьяна Козлова. Памятник архитектуры "Дом композиторов" в Новосибирске. Модель выполнена в Autodesk Revit Architecture. НГАСУ (Сибстрин), 2009 г.)



Рис. 8. Леонид Скрыбин. Этнографический центр на Камчатке. Дипломная работа. Модель выполнена в Autodesk Revit Architecture. НГАСУ (Сибстрин), 2010 г.



Рис. 9. Игорь Козлов. Жилой дом с автоматизированной многоуровневой парковкой. Дипломная работа. Модель выполнена в Autodesk Revit Architecture. ИГАСУ (Сибстрин), 2010 г.

Информационная модель здания сегодня — это специальным образом организованный и структурированный набор данных из одного или нескольких файлов, допускающий на выходе как графическое, так и любое иное числовое представление, пригодное для последующего использования различными программными средствами проектирования, расчета и анализа здания и всех входящих в него компонентов и систем.

Сама информационная модель здания как организованный набор данных об объекте непосредственно используется создавшей ее программой. Но специалистам важно также иметь возможность брать информацию из модели в удобном виде и широко использовать ее в своей профессиональной деятельности вне рамок конкретной BIM-программы.

Отсюда возникает еще одна из важных задач информационного моделирования: предоставлять пользователю данные об объекте в широком спектре форматов, технологически пригодных для дальнейшей обработки компьютерными средствами.

Поэтому современные BIM-программы предполагают, что содержащаяся в модели информация о здании можно получать для внешнего использования в

большом спектре видов, минимальный перечень которых на сегодняшний день уже достаточно четко определен профессиональным сообществом и не вызывает никаких дискуссий (рис. 7).

К таким общепризнанным формам вывода или передачи содержащейся в BIM информации о здании прежде всего относятся:

- чертежная 2D рабочая документация и чертежные 3D-виды моделей;
- плоские 2D-файлы и объемные 3D-модели для использования в различных CAD-программах;
- таблицы, ведомости, спецификации;
- файлы для использования в Интернете;
- файлы с инженерными заданиями на изготовление входящих в модель изделий и конструкций;
- файлы-заказы на поставку оборудования и материалов;
- результаты тех или иных специальных расчетов;
- видеоматериалы, отражающие моделируемые процессы;
- файлы с данными для расчетов в других программах;
- файлы презентационной визуализации и анимации модели (рис. 8);
- виды объемных разрезов и других

полных или неполных фрагментов проектируемого здания (рис. 9);

- файлы для трехмерной печати;
- данные для изготовления модели или ее частей на станках с ЧПУ, лазерных или механических резаках либо других подобных устройствах;
- любые другие виды предоставления информации, которые потребуются при проектировании, строительстве или эксплуатации здания.

Все это многообразие форм выводимой информации обеспечивает универсальность и эффективность BIM как нового подхода к проектированию зданий и гарантирует ему в ближайшем будущем определяющее положение в архитектурно-строительной отрасли.

В заключение хочется выразить глубокую благодарность компании Autodesk за бесплатно предоставленное программное обеспечение, на котором были выполнены все представленные в статье учебные работы.

Владимир Талапов,
зав. кафедрой архитектурного
проектирования
зданий и сооружений
ИГАСУ (Сибстрин)
E-mail: talapoff@yandex.ru