

УДК: 069.6

Т.И. Козлова

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НЕДВИЖИМОГО ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КАК НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ РАБОТЫ В МУЗЕИФИКАЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ

Рассматривается перспектива перехода деятельности историко-архитектурных музеев под открытым небом на технологию информационного моделирования зданий (BIM). В программных продуктах, работающих по этой технологии, создается модель экспоната – недвижимого объекта культурного наследия, которая становится музейным исследовательским продуктом. С его помощью представляется возможным осуществлять мониторинг физического состояния памятника архитектуры, проектировать работы по его музеефикации и реставрации. Информационное моделирование в этом случае должно производиться по специальной методике, отличающейся от более распространенных в музейной практике в настоящее время.

Ключевые слова: памятник архитектуры, информационная модель, Зашиверская церковь.

Процесс информатизации в настоящее время охватил абсолютно все общественные и государственные институты, в том числе и музеи. Значительную часть мирового и отечественного музейного фонда составляют историко-архитектурные музеи под открытым небом. Компьютерные технологии помогают выполнять функции изучения, хранения и представления информации о культурных ценностях. Трехмерное моделирование, например, виртуальные исторические реконструкции, является неотъемлемой частью в осуществлении этих функций. Реконструкции передают художественные конструктивные особенности исторических зданий, аккумулируют текстовую, фото-, видеoinформацию о них, делают более гибким процесс работы с ней. Для работ по сохранению памятников виртуальные реконструкции оказываются малопродуктивными.

Настоящая статья посвящена созданию информационных моделей существующих, а не утраченных памятников архитектуры и их применению в деятельности историко-архитектурных музеев под открытым небом. 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 [1. Т. 1. С. 68]. Создание информационных моделей музейных экспонатов подразумевает ряд особенностей, которые связаны с процессом музеефикации и реставрации.

Во-первых, информационное моделирование тесно сопряжено с глубоким изучением истории

моделируемого объекта, а не только его сохранившегося облика. Важна информация о способах возведения памятника, возможных разрушениях, работах по восстановлению конструкций, реставрации и т.д. Необходимо проследить все изменения, проанализировать причины переделок и дополнений, чтобы восстановить процесс функционирования объекта. В ходе обработки исторической информации обозначаются основные цели и задачи моделирования, а также способы их решения. Ключевым моментом анализа и выбора концепции моделирования является не ориентация на дату постройки, а воссоздание объекта в реальном состоянии, включение в конструкцию и отделку позднейших наслоений, реставрационных дополнений и нововдела.

Применимы две различные методики моделирования, которые условно можно назвать «традиционной» (главным образом для кирпичных и каменных памятников архитектуры) и «дискретной» (для деревянных и других «разборных» сооружений). Выбор методики в каждом конкретном случае зависит, прежде всего, от истории существования памятника архитектуры, а также особенностей его обслуживания и сохранения. Применение «традиционной» методики моделирования весьма близко к обычному моделированию и проектированию в BIM-программах. «Дискретную» методику проектирования сложнее реализовать, но она более эффективна и позволяет отслеживать каждый составной элемент здания.

Традиционная методика характеризуется преобладанием базовых инструментов для моделирования несущей системы памятника архитектуры. Она применима, когда конструкции здания в большинстве своем однородны по высоте или этажности и имеют немногочисленные разруше-

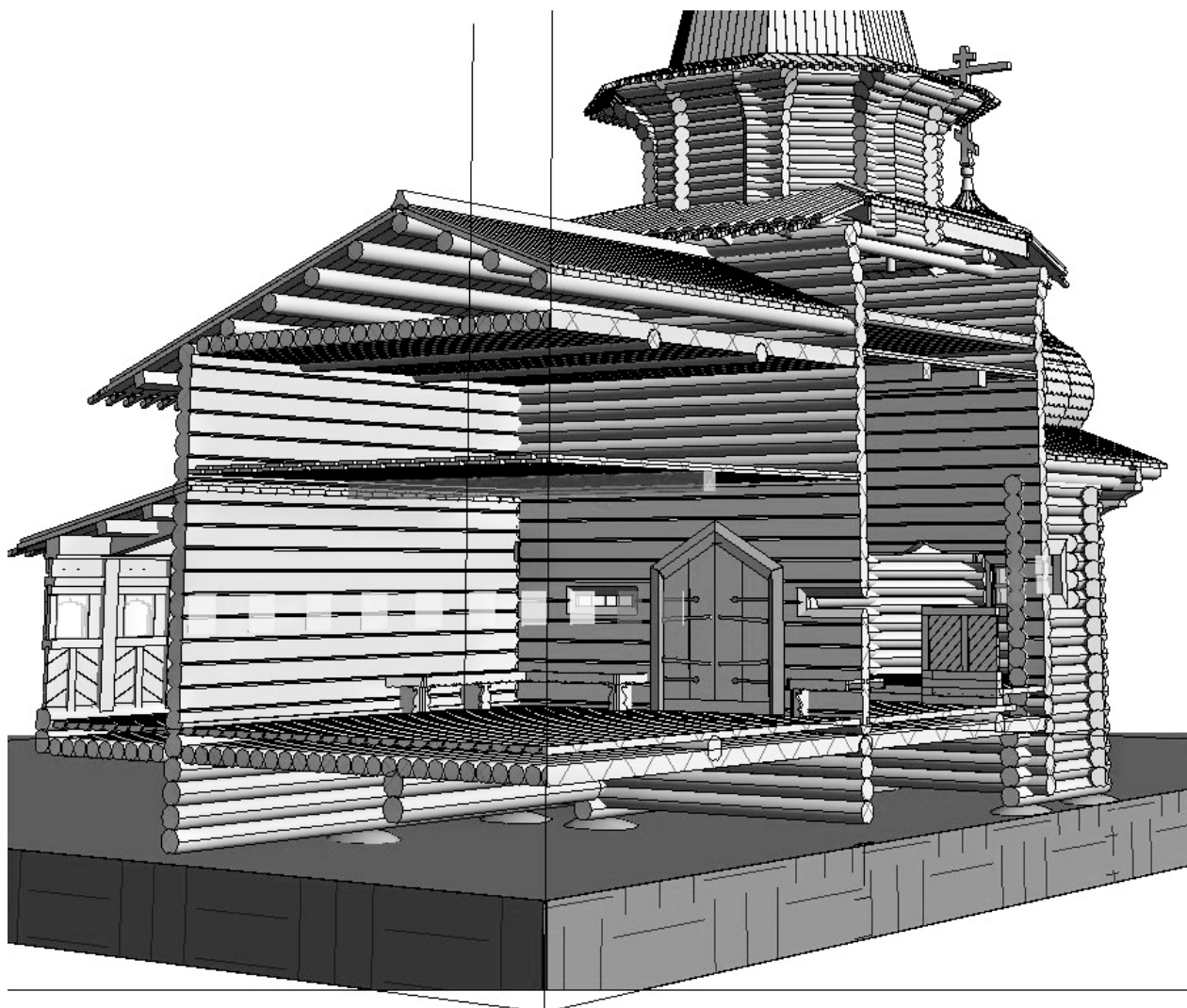


Рис. 1. Перспективный разрез информационной модели Зашиверской церкви – экспоната Историко-архитектурного музея под открытым небом ИАЭ СО РАН

ния. Базовыми в BIM-программах являются все инструменты создания объектов, предназначение которых отражено в их названии: стена, дверь, окно, колонна, перекрытие, балка, ферма, фундамент, крыша и т.д.

Так как все конструкции памятника архитектуры, как правило, отличаются от современных, то при моделировании применяются различные техники для создания сложных геометрических объемов. Например, технология «составных стен» является серьезным подспорьем при создании ниш и выступающих геометрических объемов фасадов. Для этого к базовой стене в нужном месте пристраивается дополнительная, и обе стены затем объединяются. Специфика работы с памятниками архитектуры заключается также в воспроизведении фактических искривлений, неровностей, наклонов конструкций и т.д., выявленных в резуль-

тате предварительных инженерных изысканий и фиксации памятников.

В случае моделирования объектов деревянного зодчества более подходит *дискретная* методика, в которой диапазон предназначений базовых инструментов BIM-программы шире их названия. Каждый элемент несущей конструкции моделируются не в составе единой стены, а индивидуально с созданием библиотечных элементов бревен, брусьев и досок, должным образом расположенных и маркированных. Последовательность моделирования каждого элемента конструкции следует из повторения процесса реальной сборки памятника. При этом важна точность архитектурных обмеров, каждой детали, границ каждого нового включения, всех отклонений по вертикали и горизонтали. В ходе моделирования передаются все особенности памятника (например, место врубki бревен).

Прорабатывая параметры инструментов до мельчайших подробностей, получаем уникальную информационную модель, соответствующую всем стилистическим и авторским особенностям памятника архитектуры.

На примере экспоната Историко-архитектурного музея под открытым небом Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН (в новосибирском Академгородке) Спасской церкви из Зашиверска (рис. 1) автором статьи отработана методика информационного моделирования памятников деревянного зодчества для дальнейшей работы с моделью специалистов музеев. Этапность моделирования соответствует очередности произведенных реставрационных работ по сборке памятника в точности до каждого бревна и архитектурного элемента. Все особенности объекта исследования были рассмотрены во взаимосвязи с возможностями инструментов конкретных программ. Для информационного моделирования Зашиверской церкви были использованы следующие программы:

1. Комплекс программ Autodesk Revit (Revit Architecture, Revit Structure) – основной пакет программ для создания информационной модели объекта.

2. Autodesk AutoCAD Architecture – в нем создаются шаблоны некоторых сложных по форме элементов (профилей бревен и балок, кружал главков, сечения алтарной бочки, резных элементов оконниц галереи и др.), которые затем импортируются в файл проекта или файлы соответствующих библиотечных элементов воссоздаваемых деталей;

3. Autodesk Robot Structural Analysis – программа для расчетов (на прочность) объектов, созданных в Revit Structure.

В процессе моделирования церкви были введены некоторые специфические особенности информационного моделирования по дискретной методике:

1. Дополнительные участки стен для заполнения проемов. Они не подразумевают заполнение материалом, а служат вспомогательным инструментом для вставки «комплексных» библиотечных элементов окон и дверей. Такой нетипичный для всех параметрических компьютерных программ способ был выбран для того, чтобы сохранилась возможность учета каждого бревна в отдельности, а не целиком в структуре участка стены.

2. Создание сруба церкви из множества «стен» – базового инструмента программы – поставленных друг на друга. Каждая бревенчатая стена церкви создавалась поэлементно, начиная с

нижнего венца. Для того чтобы получить модель одного бревна, существует несколько вариантов. Самым рациональным в данном случае является построение бревна на основе инструмента «стена» с вырезанием из нее материала с помощью «врезанных профилей». Для каждого бревна создается отдельный профиль по размерам его диаметра. Это делается для того, чтобы идентифицировать каждое бревно в модели для введения физических характеристик после проведения обследований реального объекта.

3. Деревянные перекрытия создаются поэлементно, а не способом назначения материала. Инструментом «балка» моделируются доски необходимых размеров и формы поперечного сечения. Эти элементы укладывались на опорные балки перекрытий, которые, в свою очередь, врезаются в бревна стен. То есть конструкция всей модели церкви составляется из бревен и отдельно созданных библиотечных элементов балок.

В каждом конкретном случае создания информационных моделей памятников архитектуры последовательность выполнения работы определяется индивидуально с учетом рационального моделирования и конструирования: от общего к частному для исключения возникновения конфликтов программы и нестыковок. После анализа объекта с точки зрения разделения его объемно-пространственной структуры на элементы, как правило, выделяются следующие общие этапы выполнения моделирования: 1) создание уровней (фактически модульная опорная сетка, по которой ведется воссоздание объекта); 2) создание модели базовыми инструментами (моделирование стен, перекрытий, балок и др.); 3) создание топоповерхности; 4) создание окон и дверей (их библиотечных элементов); 5) моделирование завершения здания (крыша, купол, шатер); 6) моделирование покрытий кровли; 7) детализация (моделирование рустованных участков, карнизных, межэтажных поясов, фигурных стен и т. д.).

Первоначально строится каркас, несущие и ограждающие конструкции объекта. Следующий этап заключается в постепенном наложении всех архитектурных декоративных элементов, вставке окон и дверей с привязкой к уже существующим уровням. Благодаря этому модель строится целостно, уже на первых шагах существует ясное представление обо всем объекте. Одновременно с непосредственным геометрическим моделированием всех конструкций происходит задание параметрических связей составных элементов сооружения с привязкой их к уровням, назначаются материалы и текстуры конструкциям, их свойства:

несущая способность, физические характеристики, вид отображения в различных проекциях и видах и т.д.

Правильное задание высот уровней обеспечивает рациональность создания модели в последующем, а также процесс расчета конструкций. Уровни, как правило, задаются по поверхности перекрытия каждого этажа здания. В случае с одноэтажным объектом или, например, культовым зданием, уровни рациональней задавать по карнизным завершениям, геометрическим контурам объемов отдельных конструкций (купол, шатер, крыша и др.). Уровни при этом имеют условный характер, поскольку не только горизонтальные членения фасадов, но часто и перекрытия, кровли, конструкции купольных завершений существенно наклонены в горизонтальной плоскости.

Задачи информационного моделирования объектов недвижимого культурного наследия связаны непосредственно с самим фактом существования такого объекта и с необходимостью учета различных особенностей, составляющих его неповторимую индивидуальность. Это предполагает, в частности, внимательное отношение при моделировании к строительным технологиям прошлого. Что, в свою очередь, означает точное воспроизведение пропорциональных отношений конструкций объектов недвижимого историко-культурного наследия, распространенных в период их возведения. Созданию уровней предшествует кропотливый анализ пропорций памятника, перевод древних единиц измерения в миллиметры с помощью масштабной линейки и 2D-программы, а также детальное умственное представление всех конструкций, которые будут привязаны к тому или иному уровню.

Уникальные архитектурные элементы памятников архитектуры не имеют большого количества типоразмеров. Поэтому для исключения избыточного количества загруженной в файл модели информации целесообразно создавать библиотечные элементы, соответствующие одному значению параметров, а не целому «семейству», как это сейчас принято в проектировании новых зданий. Файлы «однопараметрических» элементов целесообразно собирать в электронные каталоги, но не только по конструктивному признаку, как это делается сейчас фирмами-разработчиками (окна, балясины, колонны, двери, профили и т.д.), а в соответствии с музейной классификацией. Будь это хронологическая (по времени создания или бытования предметов), географическая (по месту создания или бытования предметов) классификации, авторская или именная (объединяет предметы, от-

носящиеся к одному лицу), тематическая (устанавливает отношение к темам профильной дисциплины) или предметная (группирует предметы по назначению или сюжету) классификация [2. С. 383], все параметрические элементы информационной модели экспоната систематизируются в так называемые «семейства» (термин BIM-программы) на основе принятой конкретным музеем классификации.

В окне свойств (вкладка «идентификация») каждой конструкции и библиотечного элемента, а также каждой стадии информационной модели недвижимого экспоната музея указываются их атрибутивные данные: историческое название предмета или элемента, назначение, техника изготовления, надписи, подписи, клейма и т.д. и, что самое важное, – маркировка. Таким образом, информационная модель памятника архитектуры несет в себе и функции электронного каталога всех элементов, из которых он состоит.

При информационном моделировании памятников архитектуры обязательно учитывается специфика реставрационного производства, которая распространяется на применяемые при реставрации материалы. Их можно до известной степени условно разделить на четыре группы:

- 1) строительные материалы, из которых в свое время было возведено реставрируемое сооружение, или близкие к ним;
- 2) современные материалы, изготавливаемые для реставрационных дополнений, в зависимости от методического решения, сформулированного в произведенном или будущем эскизном проекте реставрации;
- 3) специальные, как правило, новые материалы, используемые для консервации подлинных материалов памятника;
- 4) обычные современные строительные материалы для скрытых конструкций, кровель, покрасок, при реставрации задний сравнительно недавнего времени они [3. Т. 1. С. 147].

Все физико-механические свойства материалов вносятся в модель отдельной конструкции не в целом, а с известными границами участков включений иного материала или потерей свойств существующего материала, в соответствии с данными лабораторных исследований и архитектурных обмеров. Таким образом, главной задачей в ходе моделирования является не стремление к максимально реалистичному изображению материалов элементов, а разработка достоверной конструктивной несущей системы, в точности как у реального объекта.

В деятельности по сохранению объектов культурного наследия диагностика разрушений и

оценка технического состояния памятников – наиболее важные аспекты, определяющие степень инженерного вмешательства в сложившуюся конструктивную систему древних зданий. Известны примеры технических решений, осуществленных на основе ошибочного представления о работе конструкций или неполной диагностики, не учитывающей действие какого-либо скрытого фактора, или «наложения» нескольких явных факторов. В этих случаях временно скрытые дефекты снова проявляли себя и, прогрессируя, усложняли состояние памятника, что требовало новых дорогостоящих укрепительных работ, часто искажающих его облик [3. С. 156].

С помощью информационной модели становится возможным прогнозирование степени разрушений конструкций памятника под воздействием внешних нагрузок. Для этого созданная в Revit Architecture модель передается в Revit Structure для задания и корректировки нагрузок, уточнения конструктивных элементов и связей и подготовки данных для расчета конструкций. Затем информация из Revit Structure импортируется в Robot Structural Analysis и другие программы для завершения формирования модели, осуществления конструктивных расчетов и анализа полученных результатов. При этом можно проследить за ходом расчетов, использованием системных ресурсов и затратами времени. На основе произведенных оценочных действий с информационной моделью, в первую очередь, устраняются ошибки в проектировании работ по реставрации и музеефикации, которые

могут привести памятник к разрушению, принимается наилучшее проектное решение. Во-вторых, оценивается необходимость производства тех или иных укрепительных работ по сохранению памятника.

В результате выполненной работы по моделированию исторических каменных зданий и музейного экспоната деревянного зодчества становятся очевидными преимущества технологии BIM применительно к объектам культурного наследия. Информационная модель становится незаменимым инструментом работы специалистов музеев, государственных структур различного уровня по охране памятников архитектуры. Это точная и детальная информация для архитекторов, реставраторов, историков, искусствоведов, этнографов, археологов. Практические рекомендации по применению новой технологии информационного моделирования зданий в деятельности музеев расширяют возможности работы с недвижимыми экспонатами и позволяют поднять на новый уровень работу по исследованию и сохранению объектов культурного наследия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Талапов В.В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК-пресс, 2011. 392 с.
2. Юренева Т.Ю. Музееведение: Учебник для высшей школы. 2-е изд. М.: Академический Проект, 2004. 560 с.
3. Реставрация памятников архитектуры / Подьяпольский С.С., Бессонов Г.Б., Беляев Л.А., Постникова Т.М. М., 2000. 264 с.