

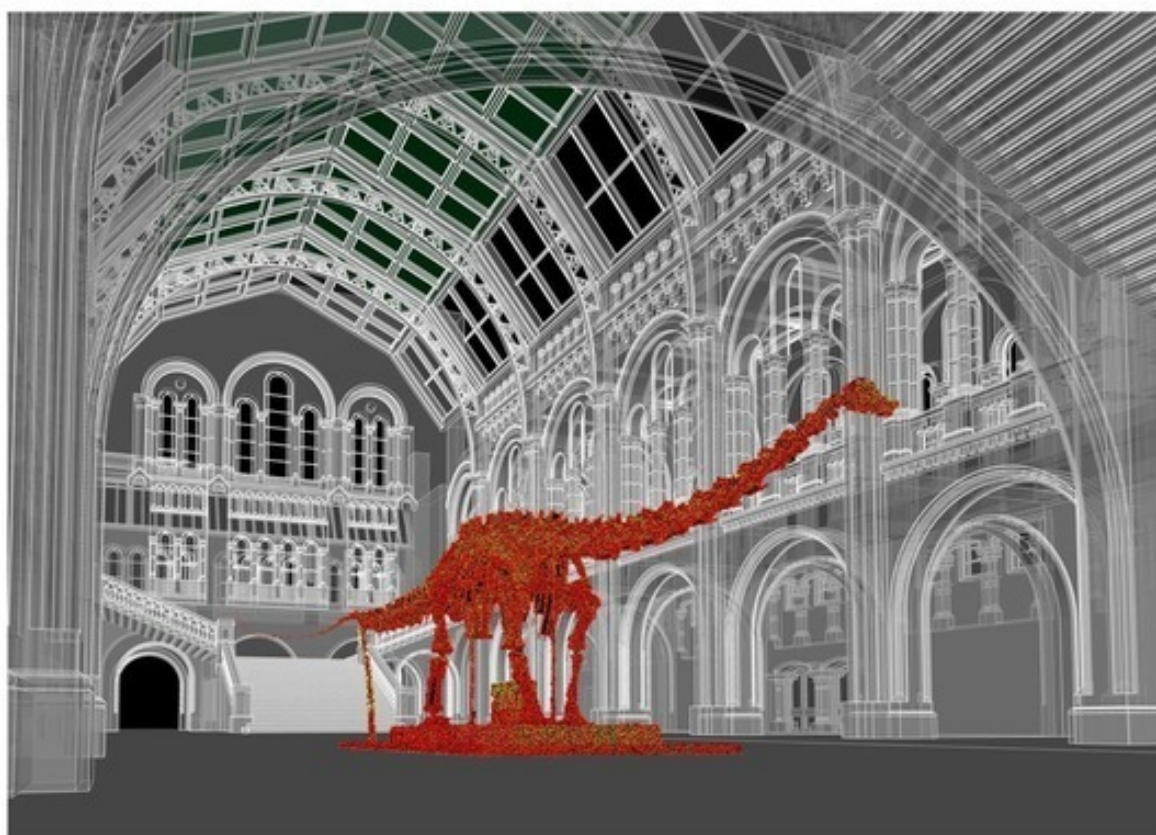


Historic England

Пол Брайан
София Антонопулу

ВІМ ДЛЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДІЯ

Разработка информационной
модели исторического здания



Пол Брайан

**ВІМ для культурного наследия.
Разработка информационной
модели исторического здания**

«Издательские решения»

Брайан П.

ВІМ для культурного наследия. Разработка информационной модели исторического здания / П. Брайан — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-965142-6

Издание посвящено информационному моделированию объектов культурного наследия и является руководством для профессионалов в области наследия и строительства, владельцев зданий и конечных пользователей. В книге рассматриваются вопросы разработки и использования информационного моделирования для исторических зданий, а также предоставлена информация об имеющихся руководящих принципах и стандартах для эффективного управления всем жизненным циклом здания.

ISBN 978-5-44-965142-6

© Брайан П.
© Издательские решения

Содержание

Предисловие редактора	6
1. Введение	7
1.1 Информационное моделирование зданий	7
1.2 Информационная модель исторического здания	9
1.3 Что не считается информационной моделью здания?	13
1.4 Требования к информационной модели здания	14
2. Как работает информационная модель здания?	18
2.1 Применение информационных моделей исторических зданий	19
2.2 Сбор данных для BIM	23
2.3 Подходы к BIM-моделированию	26
Конец ознакомительного фрагмента.	29

BIM для культурного наследия Разработка информационной модели исторического здания

**Пол Брайан
София Антонопулу**

Переводчик Т.П. Швец

Редактор А.В. Михайлова

Вёрстка А.К. Сексенбаев

© Пол Брайан, 2019

© София Антонопулу, 2019

© Т.П. Швец, перевод, 2019

ISBN 978-5-4496-5142-6

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Предисловие редактора

Информационное моделирование зданий (BIM – Building Information Modelling) – сравнительно новая тема для российских специалистов в области музейного дела и охраны памятников. Мы надеемся, что перевод книги наших британских коллег, раскрывающей опыт в сфере применения BIM для исторических зданий в Великобритании, станет востребованным источником информации по теме и дополнит публикации В. В. Талапова, а также вдохновит на дискуссии и конкретные действия сотрудников российских музеев и организации, занимающихся сохранением культурного наследия.

Публикация книги особенно актуальна в свете поручения Президента Российской Федерации В. В. Путина о переходе к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства путем внедрения технологий информационного моделирования в срок до 1 июля 2019 года.

Перевод и издание книги выполнены при поддержке ООО «МодульТехСтрой».

*Анна Михайлова, PhD, эксперт в области цифровых технологий в музеях,
аналитик управления музейно-туристского развития ГАУК «МОСГОРТУР».*

1. Введение

1.1 Информационное моделирование зданий

Термин «информационное моделирование зданий» (Building Information Modelling – BIM) используется для описания совместного процесса производства и управления структурированной информацией в электронном формате. Технология BIM не нова, ее истоки лежат в объектно-параметрическом моделировании приложений для проектирования механических систем 1980-х гг. BIM использовалось в течение последних 20 лет в сфере архитектуры, инженерии и строительства, и теперь широко применяется в Великобритании и за рубежом, в основном в сфере нового строительства.

См.: Технология BIM предполагает использование параметрических объектов, собранных для виртуального представления здания или объекта (актива). К параметрическим объектам BIM относят различные архитектурные детали, структурные элементы, системы, другие компоненты и пространства, а также интеллектуальные носители информации. Параметрические объекты создаются с использованием геометрических определений, связанных данных и правил, определяющих их поведение, т. е. как они взаимодействуют с другими объектами или реагируют на изменения в своих параметрах. В параметрическом моделировании изменения в конструкции автоматически влияют на модель и ее компоненты, поэтому правила и определения объектов всегда являются верными. В среде BIM все виды моделирования [2D, 3D и графики] согласованы между собой; поэтому любые изменения автоматически отражаются во всех видах, что приводит к последовательному производству строительной информации. Таким образом, технология BIM совмещает в себе преимущества цифрового 3D геометрического представления с детальным пониманием того, как строится здание и как оно работает.

BIM обеспечивает методологию для лучшего управления информацией по проектированию и строительным проектам, с возможной передачей полной информации, необходимой для строительного этапа. BIM может использоваться в разных сферах, в том числе для:

- оценки вариантов проектирования;
- обнаружение коллизий;
- оценка стоимости;
- моделирование конструкции [четырёхмерное (4D) моделирование];
- энергетическое моделирование;
- производство и строительство;
- руководство проектом;
- услуги и управление активами.

Применительно к новым зданиям, BIM предлагает надежную основу для совместного междисциплинарного процесса производства и обмена информацией, результатом которого является создание надежного, открытого источника информации, используемого в качестве основы для принятия решений, коммуникации, планирования и консультаций. Проблема плохой строительной информации – неполной, неточной или двусмысленной – является одним

из основных факторов дополнительных капитальных затрат, задержек и неэффективности в строительном секторе. Благодаря интеграции цифровых технологий и совместных рабочих процессов, применяемых в различных секторах строительной отрасли с использованием общих стандартов, BIM позволяет лучше управлять информацией. Цель состоит в том, чтобы найти лучшее соотношение цены и качества обслуживания для клиента путем уменьшения риска и увеличения эффективности проекта. Процессы BIM предлагают более эффективные методы для конструирования, поставки и поддержания уже построенных объектов в течение всего их жизненного цикла, от замысла до демонтажа. Таким образом, использование BIM в строительных проектах имеет следующие преимущества:

- эффективное сотрудничество в рамках многопрофильной проектной команды;
- улучшенное координирование на стадиях проектирования и строительства;
- улучшение оценки и планирования затрат;
- улучшенное планирование строительства, в том числе, возможность заводского изготовления за пределами площадки;
- снижение затрат во время строительства (сокращение задержек на площадке, сокращение количества переделок, уменьшение количества запросов информации) и эксплуатации (бесперебойная доставка информации для управления объектами на этапах передачи между участниками проекта);
- повышение осведомленности об уровне выработки углерода.

Преимущества BIM для сферы архитектуры, инженерии и строительства хорошо известны, но то, насколько масштабно можно использовать это моделирование применительно к объектам культурного наследия, остается открытым вопросом.

Отчасти это так из-за разнообразия проектов применительно к историческим зданиям и объектам: консервация и восстановление, адаптивное повторное использование, профилактическое обслуживание, управление наследием, экскурсионно-просветительская и исследовательская деятельность, а также ведение документации.

Опубликованные тематические исследования, такие, как проект консервации здания мэрии Манчестера, показали, что исторические проекты по сохранению зданий, осуществляемые с использованием BIM, могут быть полезны на этапе капитальных и оперативных расходов и аналогичны этапам нового строительства. Результаты академических исследований BIM исторического здания (использование BIM в сферах сохранения наследия и археологии) также очень перспективны в отношении реализации BIM для исследования и обследования наследия. Одна из целей этой публикации заключается в повышении осведомленности о BIM исторических зданий как в области культурного наследия, так и в сфере архитектуры, инженерии и строительства.

1.2 Информационная модель исторического здания

В отличие от сектора нового строительства, где BIM на международном уровне широко применяется в течение нескольких лет, чему посвящены соответствующие публикации и онлайн-материалы, BIM исторических зданий и объектов является относительно новой областью научных исследований и не так популярен среди профессионалов в сфере сохранения наследия.

См.: Термины «BIM для объектов наследия», «информационное моделирование для исторических зданий», «BIM для наследия» и «BIM для исторических зданий» по сути используются как синонимы. Чтобы избежать амбивалентности, в данной публикации термин «BIM исторического здания» будет использоваться в том случае, когда речь идет о любом использовании BIM в сфере наследия и археологии, в том числе, при его использовании для документирования, проведения исследований, консервации и управления активами.

См.: В сфере информационного моделирования зданий много аббревиатур, которые, на первый взгляд, могут показаться запутанными и непонятными. Ряд свободных для доступа комплексных интернет-ресурсов, таких, как Глоссарий BIM 2-го уровня Британского института стандартов (BSI) и словарь терминов в области BIM (см. разделы 6.1.2 и 6.4.2), могут помочь прояснить терминологию, связанную с BIM.

1.2.1 Управление информацией об объектах культурного наследия

Проекты по управлению информацией об объектах культурного наследия, как правило, задействуют специалистов из разных областей: эксперты высказывают свое мнение, обсуждают и трактуют сложную информацию и данные об объекте наследия для информирования о его ценности и значении. Такой подход играет ведущую роль в принятии решений о будущих вмешательствах в культурный объект, его консервации и управлении. Британский стандарт 7913:2013 «Руководство по консервации объектов культурного наследия» (BSI 2013a) гласит, что «исследования объектов наследия и определение их ценности и исторического значения должны проводиться для глубокого понимания данных объектов с целью последующего верного вмешательства в них». Как отмечается в первой части доклада «Общие принципы интеграции BIM» на COTAC BIM4C (Maxwell 2016a, 13—16), качество информации для этой междисциплинарной базы знаний имеет решающее значение для проектов наследия. Неверная (неточная, неполная или несогласованная с экспертами) информация часто приводит к ошибкам, которые могут нанести ущерб историческому объекту, его ценности и значимости.

В настоящее время информация об исторических зданиях и археологических объектах обычно представлена в виде отдельных документов, отчетов, чертежей, файлов автоматизированного проектирования (CAD; 2D или 3D) и различных баз данных, предоставляемых отдельными специалистами, каждый из которых использует разные инструменты и стандарты. Информация об одном историческом объекте может располагаться в нескольких местах (электронные хранилища данных, базы данных и физические архивы) и в различных форматах (бумажном и электронном). Состояние и качество данных в отдельных источниках может быть неизвестно (данные могут быть заменены, несоординированы или быть неполными). Во многих случаях единого надежного источника, содержащего полную и достоверную информацию об объекте культурного наследия, не существует.

См.: Организации, имеющие дело с большим количеством исторических объектов, или даже владельцы одного объекта и их управляющие могут использовать различные типы корпоративных систем [например, систему управления объектами, систему управления инфраструктурой, географическую информационную систему (ГИС)] для управления информацией о недвижимости или объекте. Подобные системы должны содержать скоординированную и проверенную информацию об объектах, но не всегда ассоциироваться с 3D-геометрией.

1.2.2 BIM как решение для управления исторической информацией

Так как BIM включает в себя как качественную, так и количественную информацию об архитектурном объекте для представления его физических и функциональных характеристик, то с помощью данной технологии можно создать информационную модель внешнего вида, инженерной разработки и технических характеристик объекта. Такие нематериальные характеристики объекта, как его историческая значимость и ценность в аспекте наследия, могут быть последовательно интегрированы в 3D-модель, что позволяет просто извлекать информацию и проектную документацию. Однако системный подход особенно необходим для принятия решений о степени важности отдельных элементов, что позволяет избежать чрезмерного усложнения ситуации (Maxwell 2016b).

Используя цифровые базы данных высокого качества, BIM не только позволяет воссоздать внешний вид исторических строительных материалов, но также позволяет исследовать и комплексно проанализировать предложенное вмешательство в его различных вариантах. BIM представляет собой основу для совместных рабочих процессов и обмена скоординированными базами данных в междисциплинарной команде, что делает эту технологию идеальной для целей сохранения наследия, управленческих и исследовательских задач. Процессы BIM могут применяться для создания надежной базы знаний об объекте наследия. При должном применении, информационная модель исторического объекта может стать бесценным инструментом для принятия решений и управления объектом на протяжении всего его жизненного цикла.

1.2.3 Применение BIM в сфере сохранения наследия

BIM показало потенциальные преимущества в секторах нового строительства и инфраструктуры, в рамках проектирования и возведения объектов, что привело к значительным улучшениям на этапе эксплуатации. Ключевыми факторами успеха технологии являются эффективное междисциплинарное сотрудничество специалистов, структурированный обмен информацией и интеграция требований к управлению объектами на ранних стадиях работы. Строительные проекты в сфере сохранения наследия (консервация и восстановление, адаптивное повторное использование, расширение и ремонт) могли бы аналогичным образом выигрывать при условии использования BIM и совместных рабочих процессов, чтобы привело бы к повышению эффективности, снижению затрат, улучшению планирования и оптимизации выработки углерода для исторических зданий и других объектов. Технология BIM позволяет улучшить пространственную координацию и оценку вариантов проектирования в различных сценариях. Возможно, это имеет особую важность в случае значимых исторических объектов, где любое изменение исторической структуры должно быть тщательно обдумано и обосновано.

См.: Задача отчасти заключается в интеграции BIM с существующими, хорошо понятыми критериями консервации для определения значения и важности архитектурного объекта. Не менее важна и связь с другими

смежными инициативами, такими как различные профессиональные архитектурные схемы аккредитации процесса консервации и соблюдение этих схем агентствами по вопросам сохранения наследия.

Сектор сохранения наследия включает в себя не только строительство, но и планирование, управление историческими объектами, профилактическое обслуживание, ведение документации, обследования и научное изучение зданий. BIM может предложить новые инструменты для данного сектора, чтобы поддержать все эти мероприятия посредством цифрового сотрудничества и эффективного управления информацией. Возможности трехмерного (геометрического) и 4D-моделирования (с привязкой ко времени) в технологии BIM могут быть полезны для использования при анализе объектов наследия, для презентаций и моделирования.

Самое современное программное обеспечение BIM включает в себя следующие характеристики, которые, в частности, могут быть полезны в ряде проектов в области наследия:

- множественные варианты проектирования для анализа предлагаемых вмешательств;
- обнаружение коллизий конструкций;
- для высокоточной пространственной координации новых вмешательств в существующие материалы;
- поэтапное и 4D-моделирование, анализ исторической застройки;
- интеграция разнородных источников данных, таких как исторические источники, данные в устаревшем формате, фотоснимки и чертежи, геопространственные данные, геофизические данные и данные дистанционного зондирования;
- нематериальные данные: значимость и ценность определенных деталей и пространств;
- совместимость данных, позволяющая делиться и повторно использовать их в междисциплинарной команде;
- потенциал для взаимодействия с такими корпоративными системами, как ГИС и CAFM и архивами.

1.2.4 Центральное хранилище всей исторической информации об объектах

BIM позволяет объединить как геометрическую, так и негеометрическую информацию (включая материальные и нематериальные ценности), а также внешние документы в единую модель. Таким образом, BIM становится центральным узлом для всей информации, относящейся к историческому объекту. BIM также может создать имитационную модель здания в различных сценариях и визуализировать различные варианты дизайна. Применительно к историческим зданиям, в BIM также можно включить информацию о строительных дефектах, оригинальных материалах, в том числе исторических, и методах строительства, ухудшении состояния и износе материалов.

BIM исторических объектов может быть использовано для следующих целей:

- чтобы давать сведения во время консервации;
- как инструмент управления объектом наследия;
- как архивный и информационный ресурс, для содействия будущим обследованиям и научному изучению объекта.

Потенциальные области применения BIM в сфере сохранения наследия меняются в зависимости от объема и цели проекта и включают в себя:

- формирование информационного хранилища для деятельности по документированию и регистрации;
- мониторинг состояния объекта;
- планирование действий по консервации объекта;
- профилактическое обслуживание;

- управление активами (как на стратегическом, так и на повседневном уровне);
- управление наследием;
- анализ объектов наследия;
- управление посещением объекта;
- оценка вариантов вмешательства в объект;
- информационное моделирование разных видов работ (консервации, ремонта, обслуживания и повторного использования);
- моделирование процесса строительства;
- руководство проектом;
- общая безопасность, пожарная безопасность, безопасность посетителей и планирование мероприятий по поддержанию здоровья и безопасности;
- готовность к чрезвычайным ситуациям.

BIM и совместные рабочие процессы могут использоваться применительно к широкому диапазону проектов в области наследия, включающих в себя исторические объекты разных эпох, стиля и типа. С точки зрения процесса моделирования, некоторые типы зданий и архитектурные стили лучше поддаются информационному моделированию. Это происходит в том случае, когда они включают повторяющиеся компоненты или различные геометрические формы, и когда информация о материалах, конструкциях и технических характеристиках легко доступна. К таким примерам можно отнести различные здания неоклассической архитектуры, модернистской архитектуры XX века и объекты промышленного наследия. BIM для таких типов исторических объектов, как сооружения средневековой или народной архитектуры, а также археологические памятники, могут представлять большую сложность. Эти вопросы подробно рассматриваются в Разделе 2.

1.3 Что не считается информационной моделью здания?

BIM иногда неправильно ассоциируют со специальным пакетом компьютерных программ или типом цифрового 3D-моделирования. Однако BIM – это не просто новая версия 3D CAD-программы или инструмент 3D-визуализации; данная технология предлагает больше, чем 3D-моделирование или программы цифровой документации. Представление внешнего вида объекта в цифровом виде с помощью методов 3D-моделирования не решает проблему полноты и последовательности информации, что является главной проблемой и представляет собой барьер в строительной отрасли (включая работы по консервации исторического здания). BIM представляет собой технологический, совместный процесс для координированного и структурированного управления информацией. BIM вводит новые процессы в практику проектирования и строительства, что может стать вызовом традиционным рабочим процессам по проектированию и реализации проекта. В то же время, BIM позволяет модернизировать, увеличить эффективность и интегрировать сектор наследия в остальные составляющие сферы архитектуры, инженерии, строительства и управления зданиями.

1.4 Требования к информационной модели здания

Правительство Великобритании отметило преимущества совместных цифровых рабочих процессов и BIM для строительного сектора первоначально в Государственной стратегии строительства (Кабинет министров, 2011 г.) и впоследствии в документе «Строительство 2025» (правительство Великобритании, 2013 г.). В Стратегии государственного строительства (СГС) 2011 г. была отмечена особая важность эффективности строительного сектора для экономики Великобритании. В том же документе было задано направление на снижение стоимости активов государственного сектора до 20% к 2016 г. (СГС также доступна на сайте рабочей группы BIM; см. раздел 6.2.3).

В СГС отмечаются планы правительства запросить полностью совместимые 3D-модели зданий со всей проектной информацией и данных об активах в электронной форме для всех своих объектов как минимум к 2016 г. с целью сокращения дополнительных затрат в строительных проектах, вызванных плохим управлением информацией, примерно на 20—25%. Это требование к BIM 2-го уровня (см. раздел 1.4.1) для всех централизованно приобретаемых государственных проектов обычно называют Требованием правительства Великобритании в области BIM.

Требование в области BIM относится только к строительным проектам государственного сектора, но также поддерживает использование BIM в частном секторе.

В СГС не указана минимальная стоимость проекта в государственном секторе для внедрения BIM, однако это правило действует только при условии, что прогнозируется положительная отдача от инвестиций (ROI) и ценность данных, которые будут созданы. Никакого различия между проектами нового строительства и проектами, задействующими объекты наследия или существующие исторические объекты, не проводится. В этом смысле, Требования к BIM в Великобритании применимы к сохранению наследия в контексте проектов государственных закупок (консервации исторических зданий).

См.: Требование в области BIM применяется только в отношении основного Правительства Соединенного Королевства: в Шотландии и Северной Ирландии проводится иная политика, а в Уэльсе четких требований в этой области не существует. Шотландское правительство объявило о своей цели внедрять при необходимости использования BIM 2-го уровня для проектов общественного сектора к апрелю 2017 г. (APS Group Scotland 2013). Соответствующий уровень зрелости BIM достигается с помощью онлайн квалификационной шкалы BIM и калькулятора рентабельности инвестиций (см. раздел 6.2.12). В Северной Ирландии BIM 2-го уровня является обязательным условием для проведения государственных централизованных закупок выше порога закупок Европейского союза, где есть потенциал для экономии расходов.

1.4.1 Модель зрелости BIM

Концепция уровней зрелости BIM используется для описания сложности процесса управления информацией в рамках проектов по BIM.

Согласно модели зрелости, предложенной Бью-Ричардсом (Bew-Richards), существует четыре уровня зрелости BIM (0—3) (Рис. 1), которые описывают весь спектр практических методов, начиная от несогласованных бумажных чертежей до полностью интегрированных цифровых и совместных рабочих процессов. Модель зрелости отражает развитие строитель-

ной отрасли в отношении применения совместной информации с вехами в процессе, которые определяются как уровни зрелости.

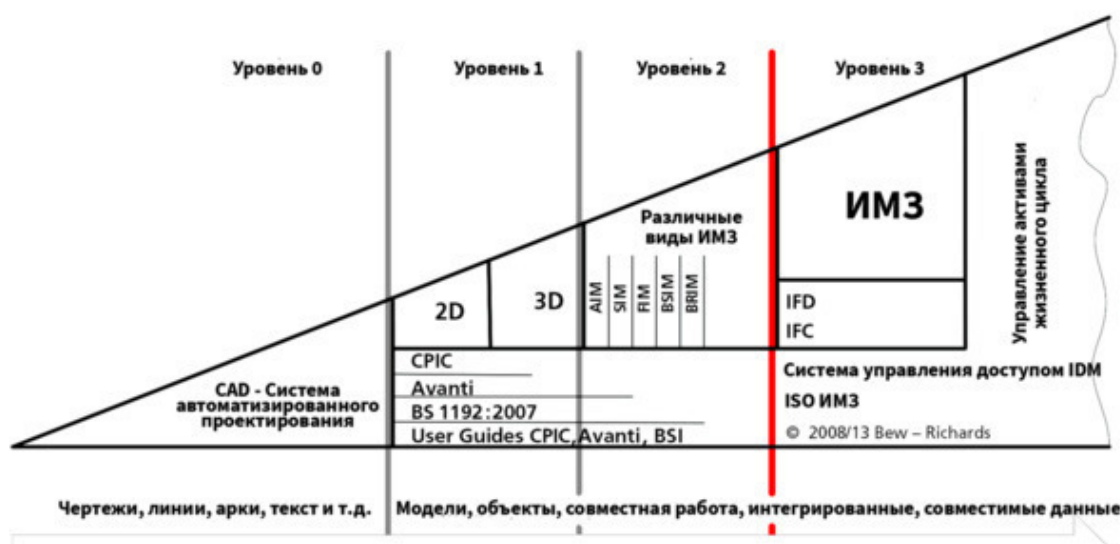


Рис. 1. Модель зрелости информационного моделирования зданий (BIM) по Бью-Ричардсону. Вертикальная красная линия соответствует целевому показателю правительства Великобритании на 2016 год

Существует определенные расхождения относительно точного определения каждого уровня зрелости BIM, но следующие определения широко используются.

■ На нулевом уровне BIM информация собирается из разрозненных источников, в большинстве случаев используется 2D- и CAD-моделирование с предоставлением информации в виде отдельных бумажных и электронных документов.

■ BIM 1-го уровня включает в себя сбор информации по каждой дисциплине с использованием элементов 2D-, 3D- и CAD-моделирования. Информация в электронном виде является общей средой данных (ОСД), управляемой с использованием британского стандарта BS 1192:2007 (BSI 2007).

■ BIM 2-го уровня подразумевает совместный процесс создания интегрированных специализированных моделей, состоящих из данных в форме 3D, геометрических и неграфических данных и соответствующей документации. Обмен информацией осуществляется с использованием непатентованных форматов, например, форматов IFC и COBie. Для BIM 2-го уровня требуется весь объем проектной и сметной информации, документации и данных, которые должны предоставляться в электронной форме и управляться с помощью среды параллельного проектирования CDE.

■ 3-й уровень BIM, также называемый открытым BIM, представляет собой полностью интегрированный метод для взаимодействия всех дисциплин в рамках единого общего централизованного проекта моделирования. Это последний шаг в процессе к производству совместной информации. На 3-м уровне BIM единый источник информации (общая модель) предотвращает риск противоречивой информации.

См.: После успешной реализации BIM 2-го уровня, правительство Великобритании объявило о своем намерении перейти к BIM 3-го уровня для его использования в сфере госзакупок и в строительной отрасли. Переход к этой стадии компьютерного моделирования в отношении объектов госзакупок будет осуществлен в период с 2016 по 2025 гг. Более подробная информация доступна на сайте Digital Built Britain (см. раздел 6.4.3).

1.4.2 BIM и сектор наследия Великобритании

Интерес заказчиков и промышленных предприятий к использованию BIM в процессе строительных работ в отношении исторических зданий, частично вызван Требованиями к BIM, разработанными британским правительством.

В результате этого, интерес к данной технологии и ее использованию также возрос в научных кругах, профессиональных учреждениях и среди практикующих специалистов в области сохранения наследия. Успешное применение BIM для исторических зданий было доказано рядом опубликованных тематических исследований (как академических, так и из индустрии). Документ «Строительство 2025», изданный правительством Ее Величества в 2013 г., включил проект по консервации Манчестерской ратуши в качестве одного из экспериментальных государственных проектов BIM в раздел «умного» строительства и цифрового проектирования (Рис. 2). Другие примеры применения BIM в проектах по сохранению наследия можно увидеть в разделе «Примеры».

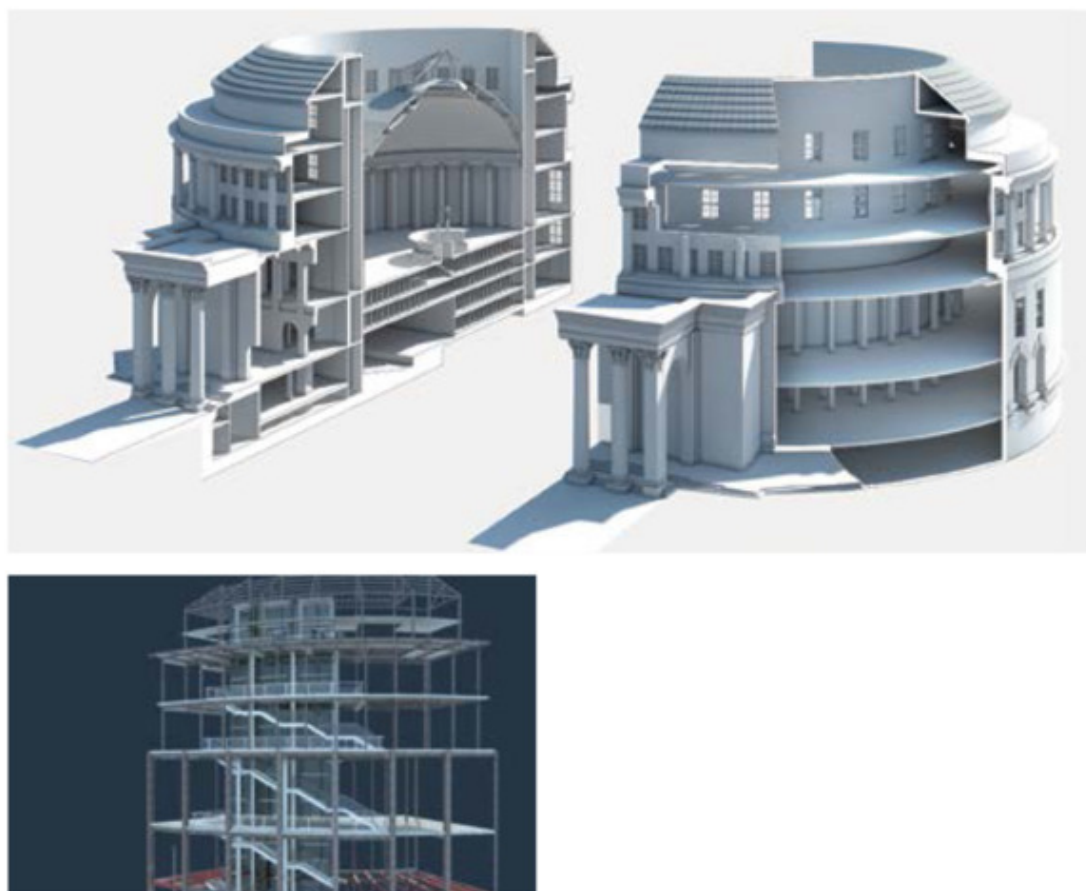


Рис. 2. Проект сохранения мэрии Манчестера демонстрирует потенциальные преимущества информационного моделирования зданий (BIM) для проектирования, строительства и управления объектами в контексте сохранения наследия

Пример

Проект здания Манчестерской ратуши является одним из пилотных проектов правительства в области информационного моделирования зданий. Он доказал, насколько ценной является цифровая инженерия на этапах предварительного строительства и доставки материалов: экономия денег на ненужных временных работах, общее сокращение длительности программы на срок в 9 месяцев и демонстрация клиенту потенциала BIM для будущих целей управления объектами. Виртуальные 3D-туры стали своего рода образовательным ресурсом для ключевых заинтересованных сторон, а также предоставили благотворительной организации «Английское наследие» (English Heritage) гарантии того, что историческое здание будет находиться под необходимой опекой и защитой.

2. Как работает информационная модель здания?

В этой главе описываются процессы, связанные с созданием информационной модели исторического объекта (ИМИО).

2.1 Применение информационных моделей исторических зданий

BIM можно описать как процесс цифровой иллюстрации всех элементов, которые составляют здание, в то время, как в технических терминах оно определяется как объектоориентированное параметрическое моделирование. Другими словами, процесс BIM включает в себя сборку «интеллектуальных» объектов (строительных компонентов и пространств) в виртуальную модель здания или инфраструктуры (Рис. 3). Данные объекты представлены в виде геометрической (2D и или 3D) и релевантной (негеометрической) информации.

Объекты информационного моделирования зданий являются параметрическими, определяются правилами и автоматически подстраиваются под изменения в определенном контексте. Информация интегрируется в модель в структурированном виде путем добавления определенных сведений в соответствующую BIM.

Таким образом, BIM представляет собой цифровой информационный ресурс для объекта строительства.

См.: Согласно общедоступной спецификации (PAS) 1192—2:2013 (BSI 2013b), компьютерная (цифровая) модель – это модель, содержащая документацию, неграфическую и графическую информацию. В частности, термин «компьютерная модель объекта» (КМО) относится к модели, используемой для управления, обслуживания и эксплуатации объекта. Компьютерная модель проекта (КМП) – это модель, разработанная в ходе фазы проектирования и строительства проекта, часто составляющая основу компьютерной архитектурной модели.

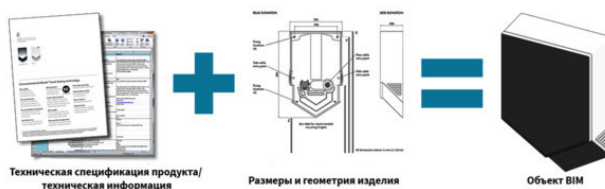


Рис. 3. Объекты информационного моделирования зданий (BIM) являются параметрическими интеллектуальными компонентами. Они содержат как геометрию (двух – или трехмерную), так и связанную с ней информацию. Определение объекта основано на ряде параметров и правил, определяющих функциональные возможности объекта. Источник: Национальная библиотека строительных спецификаций (NBS) (см. раздел 6.1.4)

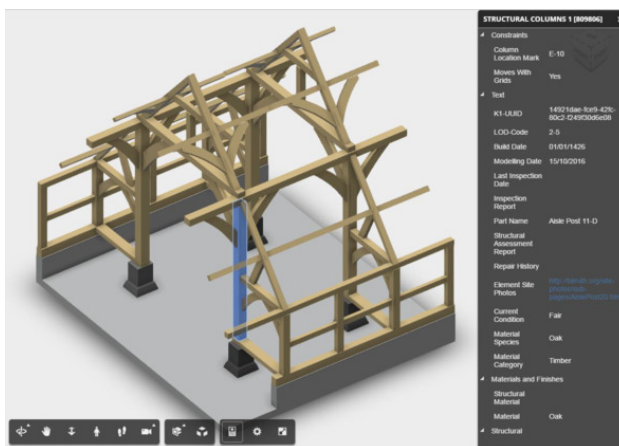


Рис. 4. Пример списка параметров для информационного моделирования исторических зданий

BIM (и в частности BIM исторического здания) состоит из:

- документов и данных в виде геометрической (2D и 3D);
- и негеометрической информации;
- связанных документов и данных.

Геометрическая модель и связанная с ней информация представлена в программной среде BIM в виде 2D и 3D визуализаций, графиков и чертежных листов. Виды модели взаимодействуют, т. е. все виды постоянно обновляются для отражения изменений в модели. Это гарантирует то, что выходные данные модели (в виде чертежей, графиков и визуализаций) всегда скоординированы.

Негеометрическая информация может относиться к таким физическим характеристикам объекта, как материалы, внешний вид и состояние.

Этот тип информации может включать в себя сведения о коммерческой ценности объекта и данные об управлении и обслуживании, например, имена изготовителей и названия моделей, гарантийные обязательства, инструкции по обслуживанию и ремонту, требования к квалификации сотрудников, руководства, даты осмотров, стоимость замены и требования по Н&Е. Негеометрическая информация может также относиться к экологическим, структурным и механическим характеристикам, например, потреблению энергии и инструкциям по переработке материалов, грузоподъемности и соответствию стандартам.

Применительно к области сохранения наследия в информационную модель можно включить нематериальную информацию, такую как сведения о культурной, исторической и архитектурной ценности объекта, а также о стиле, времени создания и значении конкретного здания, компонентах (например, двери) или помещения (например, комнаты).

См.: Четкого списка параметров для объектов BIM в области сохранения наследия не существует (Рис. 4). Некоторые из упомянутых выше свойств в ряде случаев не будут уместны, а другие, не включенные в этот список, могут иметь большое значение. Решения по требуемым параметрам должны приниматься в каждом конкретном случае в соответствии с типом активов, объемом проекта и его целями.

BIM дает возможность организовать всю информацию, относящуюся к историческому объекту (например, архивные рисунки, исторические фотографии и эстампы, письменные источники, записи или любой другой тип цифровых / оцифрованных файлов) в простран-

ственную иерархию. Информацию можно соединить с помещениями или конструктивными элементами здания, которые вместе образуют полную 3D-модель здания. Таким образом, BIM играет роль «концентратора» всей информации, относящейся к историческому объекту, которую можно использовать для дальнейшего изучения и исследования здания, его консервации и управления.

Возможности программного обеспечения BIM также позволяют пользователям провести анализ и принять оптимальное решение путем моделирования того, как выглядит здание при разных сценариях и визуализации различных вариантов конструкции, при условии использования релевантной информации.

BIM также поддерживает интеграцию геопространственных данных, которые будут использоваться в качестве основы для моделирования или в качестве базовой записи существующих материалов. Использование общей системы координат обеспечивает пространственную координацию объекта. Геопространственные данные обычно имеют вид облака точек или (реже) треугольную сетку объекта (Рис. 5). Информация из других источников и исследования места расположения объекта также могут быть интегрированы в модель или добавлены в виде внешних вложений.



Рис. 5. Геопространственные данные, такие как облака точек, могут интегрироваться в информационную модель исторического здания для того чтобы представить использованные строительные материалы и / или для использования в качестве основы для моделирования

Помимо интегрированных данных, с моделью может быть связан любой тип внешнего цифрового файла, имеющий отношение к конструктивным элементам или помещениям в определенной пространственной иерархии. К ним можно отнести архивные данные, технические характеристики изделий, руководства по эксплуатации и техническому обслуживанию, отчеты, обследования состояния объекта, аудио- и видеозаписи (например, задокументированный опыт посетителя), журналы проверки технического состояния или любой другой тип цифрового файла. Формат внешних файлов не ограничивается возможностями программного обеспечения BIM; связанные файлы [с помощью определения параметра унифицированного локаатора ресурсов (URL)] открываются в соответствующих внешних приложениях в соответствии с настройками операционной системы и/или предпочтениями пользователя.

Это чрезвычайно важный аспект: требуемые результаты и приложения (выходные данные) определяют требования к информации (входным данным). Требования к информации в свою очередь, определяют подходы к приобретению данных и стратегии моделирования объекта.

Этот процесс (результаты/потребности определяют требования, которые в свою очередь определяют стратегию) иногда упоминается как «начало с представлением конечного результата».

См.: Тип информации, ее формат и время предоставления зависят от сферы охвата, цели индивидуального проекта и любых организационных требований со стороны клиента. Включение излишней информации, чем это уместно или полезно для проекта, расточительно: с точки зрения информационных технологий (ИТ) и требований к управлению информацией, дополнительный объем данных также имеет значение. Включение руководств и типовых документов в необходимый объем информации может быть полезно, но решения должны приниматься индивидуально в каждом из случаев.

2.2 Сбор данных для BIM

В сфере культурного наследия проект BIM неизбежно начнется в промежуточной точке жизненного цикла объекта (Рис. 6). Проект может быть гораздо сложнее, чем относительно простая модель полного цикла, описывающая строительство нового здания, как это отмечается в отчете по компьютерному моделированию исторических зданий, опубликованном Советом по обучению консервации архитектурных объектов (COTAC; Maxwell 2014) (также см. раздел 6.2.8). Отправной точкой для процесса информационного моделирования исторического здания является многостороннее изучение существующего объекта. Это объясняется не дополнительными требованиями BIM, а скорее является характерным подходом для работы с объектами исторического наследия вне зависимости от используемых процессов управления информацией.

В практическом плане необходимость понимания исторического объекта в его нынешнем состоянии выливается в требование об обязательном первоначальном внесении сведений в информационную модель исторического здания. В то время, как в секторе первичного строительства новая информация постепенно генерируется путем проектирования и внесения технической информации, в проекты, связанные с существующими объектами, информация должна быть извлечена из различных источников, организована и проверена, или создана различными специалистами.

Применительно к историческому объекту необходимая информация может:

- быть общедоступной или извлекаться из различных источников (например, архивная информация, оперативные данные, планы технического обслуживания);
- требовать проведения изучения объекта, исследований и замеров (метрических изысканий, специальных обследований, осмотра местности, докладов о наследии и оценке объекта);
- быть недоступной (из-за ограничений в бюджете, времени, доступа к информации или других факторов).

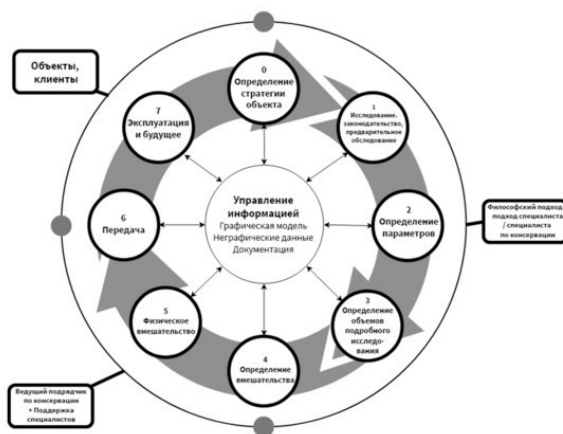


Рис. 6. Принцип жизненного цикла информационного моделирования исторических зданий, заимствованный из циклической диаграммы BIM Отраслевого совета по строительству (CIS), лучше отражает процессы консервации объектов

2.2.1 Метрические обследования

Документирование существующей структуры, при котором особое внимание уделяется точным метрическим данным, является необходимым условием для объектов сохранения наследия. Представление существующей геометрии в BIM также требует подробного и точного

знания физических аспектов исторического объекта. Информационное моделирование исторического объекта должно быть основано на точных и реальных наборах данных метрических измерений (предпочтительно в форме 3D-модели), которые фиксируют расположение, размер и объемы всех видимых поверхностей, строительных элементов и особенностей, характерных для исторического объекта, на которые ссылаются местная или национальная система координат. Метрическая программа обследования, как правило, используется на ранней стадии информационного моделирования исторического здания.

Трехмерные методы цифровой съемки – это быстрые, надежные, бесконтактные методы для получения метрически точных данных в форме 3D. Они широко используются для документации исторических зданий и окружающей их местности. Лазерное сканирование, фотограмметрия (наземная или установленная на беспилотнике), работа с лидаром (LIDAR англ. Light Identification Detection and Ranging «обнаружение, идентификация и определение дальности с помощью света»), сканирование на близком расстоянии, мобильное картирование или комбинация методов может использоваться для создания 3D наборов данных исторического здания. Обычно они преобразуются в облака точек, которые теперь поддерживаются большинством компьютерных программ для BIM.

Наряду с 3D-исследованиями в информационном моделировании зданий могут использоваться такие формы исследования объекта, как проверка размеров зданий, 2D-чертежи или ортофотографии (ортофотоплан – фотографический план местности на точной геодезической опоре, полученный путём аэрофотосъёмки). Такие виды исследований могут применяться для проектов, занимающих небольшую площадь или построенных на относительно простом рельефе, хотя охват и адекватный уровень детализации в этом случае может быть снижен.

Организация Historic England опубликовала технические консультационные документы по исследованию и описаниям объектов наследия. В список документов вошло руководство по фотограмметрии, лазерному сканированию, сканирование лидаром, геофизические исследования, проведение замеров, ландшафтная съемка, съемка с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и плоскостная съемка (см. раздел 6.1.3).

Такие характеристики объекта, как его функциональная составляющая, время, доступность, бюджетные и другие ограничения, будут определять метод исследования.

Факторы, которые необходимо учитывать до начала изыскательских работ или ввода в эксплуатацию исторического объекта информационного моделирования включают в себя:

- разрешение / плотность точек по отношению к требуемой степени детализации;
- информацию о цвете;
- охват;
- системы управления и координат;
- формат данных;
- метаданные.

См.: Требования к клиенту относительно процесса обследования и его результатов должны быть задокументированы. Организация Historic England располагает руководством по этой теме (Andrews et al 2015).

См.: Процесс обследования должен привести к надежной записи существующей структуры здания: его геометрии, положению и внешнем виде. Наборы данных съемки (облака точек или модель поверхности сетки) не являются информационным моделированием, но они могут быть использованы в качестве эталона и основы для моделирования, как описано в разделе 2.3.

2.2.2 Другие виды обследования

В зависимости от объема проекта и требований клиента могут потребоваться дальнейшие обследования объекта, качественные и кабинетные исследования, а также инспекции на местах. Сбор негеометрических данных может включать обследования состояния, археологические исследования, анализ материалов и другие обследования [например, механические и электрические системы (системы мониторинга и оценивания)], которые проводятся соответствующими специалистами. Однако, чтобы полностью реализовать потенциал и выгоду от знания этой информации и помочь в понимании и интерпретации того, что случается за видимой поверхностью, также необходимо полностью понимать, что физически происходит под «поверхностью» обследованного объекта.

Эти исследования могут проводиться независимо от программы метрических обследований объекта, однако они могут иметь значение с точки зрения доступности места расположения здания и логистики.

Специальные расследования могут проводиться независимо от других обследований, но с учетом требований программы поставки информации.

2.2.3 Информация по наследию

Объем и качество информации об историческом объекте может значительно меняться в зависимости от типа здания, его предыдущего использования, права собственности и действующих систем управления. Существующая информация может быть предоставлена в бумажном или электронном формате, на месте или рассредоточена в нескольких местах, и потенциально представлять собой объект интеллектуальной собственности или являться конфиденциальной информацией. Использование унаследованной информации в проекте информационного моделирования исторического здания, главным образом, определяется двумя качествами: доступностью и обоснованностью.

Доступность определяется тем, где и в каком формате хранится информация и существуют ли какие-либо ограничения на ее использование (владение, безопасность). Получение информации в устаревших форматах и ее перевод в формат, подходящий для включения в информационную модель (например, оцифровка архитектурных чертежей, созданных в бумажном формате), требует определенного времени и затрат. Информация в устаревших форматах должна быть проверена перед включением в модель или использованием в процессе моделирования. Существующие данные могут быть неполными, неточными, противоречивыми или двусмысленными. Как и в любой новой работе (например, спецификации съемки), важно наладить процесс контроля качества и проверки устаревших данных. Такой процесс гарантирует, что информационная модель исторического объекта всегда согласуется с текущим состоянием физического объекта или, если это представляет собой цель модели, с его состоянием на предыдущем этапе.

Часто наборы данных съемки для исторического объекта уже существуют. Однако они не всегда подходят в качестве основы для информационной модели исторического объекта. Такие параметры, как точность, охват, разрешение, степень детализации и системы координат должны будут соответствовать требованиям BIM. Кроме того, любые существующие данные должны быть подтверждены на месте или за счет проведения нового обследования перед использованием в BIM.

2.3 Подходы к BIM-моделированию

BIM состоит из геометрической (2D и 3D), негеометрической информации и связанных с ней документов и данных. Обычно создание модели начинается с геометрической модели.

В случае информационной модели (ИМ) для существующих объектов, в том числе и для объектов исторического наследия, модель создается в виде сборки соответствующих объектов ИМ, на основе существующих данных обследований. Проще говоря, выбирается соответствующий тип компонента BIM (например, стена, окно), настраивается на нужные размеры (о чем свидетельствуют данные съемки) и ставится в правильное положение.

2.3.1 От сканирования к информационному моделированию здания

Преимущества 3D-геопространственных наборов данных (например, облака точек, полученные с помощью лазерного сканирования) для BIM значительны: большие объемы данных с высоким разрешением, охватывающие все видимые поверхности объекта (возможно с информацией о цвете) становятся надежной основой для создания собственной 3D-геометрии в среде BIM. Термин «сканирование для BIM» используется для описания подобных рабочих процессов, которые включают в себя процесс создания, управления и размещения собственных компонентов BIM при непосредственной отсылке к базовому облаку точек.

См.: Рабочие процессы сканирования в BIM зависят от способности программного обеспечения ИМ импортировать наборы данных облака точек. Из-за постоянно расширяющейся сферы использования лазерного сканирования в области архитектуры, инженерии и строительства, самые последние версии инструментов разработки BIM в настоящее время включают эту функцию (хотя «легкие» версии одного и того же программного обеспечения могут и не включать ее). Поддерживаемые форматы данных облака точек могут различаться в зависимости от выбора программного обеспечения BIM. Любые проблемы, связанные с поддерживаемыми форматами и версиями программного обеспечения, должны быть решены перед началом разработки.

Объем процессов сканирования для BIM может меняться в зависимости от требований проекта. Результат сканирования для BIM иногда называют «готовность к информационному моделированию»: 3D-модель, сформированная как подборка родных компонентов BIM, которая представляет собой геометрию существующих составляющих здания. Впоследствии к этой модели можно добавить информацию и релевантные данные в структурированном виде, связанные с соответствующими элементами BIM (компонентами или помещениями).

2.3.2 Альтернативные подходы

BIM для существующих структур не обязательно должно быть основано на данных облака точек. В ряде опубликованных научно-исследовательских проектов по ИМ исторических объектов применяется более традиционный подход создания моделей на основе 2D-чертежей САПР. В некоторых случаях такой подход был выбран даже несмотря на то, что наборы данных лазерного сканирования были доступны и использовались для проверки чертежей. Такой подход обычно применяется в тех случаях, когда существующий объект не представляет сложностей с точки зрения геометрии и надлежащим образом задокументирован в САПР. В том случае, когда данные облака точек не могут быть использованы из-за проблем с ИТ

(например, из-за версии программного обеспечения или технических характеристик оборудования), недостаточном навыке моделирования, вопросов бюджета и других ограничений, можно предложить альтернативное решение. Однако уровень геометрической детализации, которого можно достичь с помощью этого метода, может оказаться ниже, чем рабочие процессы сканирования в BIM.

2.3.3 Допустимое значение моделирования и степень детализации

Исторические здания часто отличаются сложной геометрией и обилием декоративных элементов, что обычно требует больше времени для их моделирования в деталях по сравнению со зданиями новых архитектурных стилей. Это влияет на сбор данных (технология, время, бюджет), так как сложная геометрия здания обычно требует большего количества измерений и детального изучения в высоком разрешении, чтобы зафиксировать все на уровне, который позволяет их правильно интерпретировать и представлять в виде 3D цифровых моделей.

Фрагменты исторических зданий часто отличаются неопределенными формами в результате климатического фактора или деформации конструкции, что делает невозможным (или очень затруднительным) их точное отображение с помощью параметрических объектов BIM. Более того, в архитектуре зданий таких исторических стилей, как народный и средневековый, часто используются органические формы, которые тоже могут представлять затруднения для моделирования и занимают больше времени для точного моделирования с использованием простой геометрии.

Эти наблюдения напрямую влияют на ИМ исторического здания. Несмотря на достижения в области инструментов сканирования для ИМ и рабочих процессов (таких, как автоматическое извлечение геометрии), процесс моделирования – это по-прежнему трудный и времязатратный процесс. Временные аспекты и сложность работы увеличиваются в зависимости от степени геометрической детализации модели. Точное детальное представление сложной 3D геометрии обычно приводит к увеличению размера файлов, что затрудняет работу с ними и увеличивает требования к ИТ. Ограничения программного обеспечения BIM также затрудняют или делают невозможными использование родных параметрических предметов неправильной геометрической формы без ограничения функциональности модели. Ниже представлены две полезные концепции, которые позволяют профессионалам и заказчикам, имея дело с ИМ исторических зданий, соблюдать соответствующие требования и определить решения: допустимое значение моделирования и степень детализации (СД).

Допустимое значение моделирования относится к тому, насколько точно модель соответствует существующему обследованию (обычно набору данных облака точек). Требования к допустимому значению моделирования должны быть определены в начале проекта. Они образуют часть любой спецификации сканирования для BIM. Допустимые значения могут варьироваться для различных сегментов объекта или для определенных строительных систем/компонентов, и могут принимать форму рисунка с погрешностью $\pm$ мм. Допустимые значения моделирования определяют максимально возможное отклонение модели от того, что считается основным источником существующей геометрической информации, например, облако точек.

Акроним СД [в ориг. LOD – Level of Development – прим. переводчика] обычно используется для описания степени детализации, т. е. того, сколько геометрических деталей входит в компоненты BIM. Объект BIM может быть смоделирован на различных уровнях детализации, в зависимости от требований к проекту. СД относится только к внешнему виду объекта (геометрии), а не к объему связанной с ним информации [иногда называемой уровнем информации. Термин «определение уровня модели» используется в PAS 1192 – 2:2013 (Стандарт BSI 2013b) и обозначает совокупность уровня детализации и уровня информации в BIM].

Например, компонент, смоделированный в самой низкой (символической) СД может включать полную спецификацию продукта. С точки зрения сбора метрических данных, необходимая СД для ВІМ существующего объекта напрямую зависит от спецификации разрешения (плотности точек для лазерного сканирования).

В случае геометрически сложных объектов, что свойственно для объектов наследия, высокая степень детализации и допустимое значение моделирования возможны, но это часто непродуктивно с точки зрения размеров файлов и их производительности, а также с точки зрения требуемых временных затрат. Во избежание чрезмерного моделирования для СД требуется четкая спецификация. Предполагаемые преимущества (с точки зрения качества и полноты информации, требований к визуализации и т.д.) должны быть тщательно обдуманы с учетом функциональности модели, ограничений файлов, времени и прилагаемых усилий.

См.: Для того чтобы сохранить рентабельность, необходимо определить минимальный уровень графической детализации, достаточный для цели моделирования конкретного объекта.

В настоящее время ведется работа в направлении стандартизации СД. Например, разработана система классификации, предложенная в Технологическом протоколе ВІМ АИС (Великобритания) в версии 2.1.1 (АИС Великобритании, 2015 г.) и структура СД, предложенная в Спецификациях метрических обследований для культурного наследия (Andrews et al 2015).

Система СД, предложенная АИС Великобритании в 2015 г., приведена в соответствие с рекомендациями PAS 1192—2: 2013 (BSI 2013b) и предлагает шесть уровней детализации для компонентов ВІМ (Рис. 7). Система разработана не только для исторических зданий; ее можно использовать для того чтобы определить и предоставить уровень геометрической детализации, необходимый для моделей, систем, сборок или отдельных компонентов.

Степень детализации 1	Степень детализации 2	Степень детализации 3	Степень детализации 4	Степень детализации 5	Степень детализации 6
Символическая	Концептуальная	Обобщенная	Конкретная	Строительство	В виде построенного объекта
					

Рис. 7. Степени детализации (СД) определены в Технологическом протоколе по ИМ АИС в версии 2.1.1 (АИС (Великобритания) 2015 г.)

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.