



Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий

Н.С. Астафьева ¹, Ю.А. Кибирева ^{2*}, И.Л. Васильева ³

¹⁻³ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

doi: 10.18720/CUBS.59.3

ИСТОРИЯ

Подана в редакцию: 15.04.2017

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ВМ-моделирование;
компьютерные технологии;
информационные технологии;
программное обеспечение;
проектирование;
графика;
3D-моделирование;

АННОТАЦИЯ

Эта статья посвящена новейшей технологии компьютерного проектирования – Информационному моделированию зданий (ВМ). Под термином «ВМ» понимается система создания и использования скоординированной, последовательной информации о проекте, позволяющая визуализировать проекты в контексте и точно спрогнозировать эксплуатационные характеристики. В настоящее время в России возникла проблема внедрения ВМ. В первую очередь, это связано с ограниченным количеством специалистов в этой области. В статье приводится анализ существующих данных о понятии технологий информационного моделирования, а также о возможностях и способах внедрения данной концепции в российское строительство. В результате анализа было выявлено, что путь к повсеместному использованию технологии ВМ в России по сравнению с зарубежными странами имеет свою специфику, которая должна быть грамотно учтена в процессе внедрения Информационного моделирования зданий. Главным выводом становится заметное улучшение рентабельности, снижение затрат и сокращение времени в результате использования ВМ. Однако концепция Информационного моделирования зданий в России лишь начинает набирать обороты и затрагивает только проектные компании.

Содержание

1.	Введение	42
2.	Анализ использования ВМ-технологий в строительстве	44
3.	Выводы	53

Контактная информация:

- ¹ +7(921)9444704, gbeton@mail.ru (Астафьева Наталья Серафимовна, канд. техн. наук, доцент)
^{2*} +7(981)8216267, juljakibireva666@yandex.ru (Кибирева Юлия Алексеевна, студент)
³ +7(909)5863919, iravassilek@mail.ru (Васильева Ирина Леонидовна, студент)

1. Введение

С развитием современных компьютерных технологий происходят одновременно моментальные изменения и в проектно-строительной отрасли. В нынешних условиях при стремительном развитии информационных технологий проектировщикам стало необходимо обрабатывать огромный поток информации и искать новые способы компоновать ее в единое целое. Поток обрабатываемой информации не прекращается даже после того, как здание уже спроектировано и построено, поскольку новый объект вступает в стадию эксплуатации, происходит его контакт с другими объектами и взаимодействие с окружающей средой. [1]

Современное строительство ставит перед проектировщиками новые более сложные задачи для построения зданий и сооружений и предъявляет совсем иные требования, о которых раньше даже не задумывались. Перечислим основные:

- 1) глобальная реконструкция и реставрация прежде возведенных зданий и сооружений;
- 2) необходимость проектирования объектов в кратчайшие сроки;
- 3) увеличение внешнего объема вновь проектируемых сооружений и степени их трудности;
- 4) загруженность новых объектов и окружающей их инфраструктуры инженерными коммуникациями и оборудованием [1];
- 5) потребность в экологичном и энергоэффективном проектировании ввиду растущего уровня загрязнения окружающей среды;
- 6) возрастание количества рабочей документации;
- 7) непереносимость расчёта при проектировании нового сооружения его эксплуатационных показателей;
- 8) потребность обеспечить интернациональную и международную кооперацию в проектировании;
- 9) необходимость сделать проект наименее дорогостоящим и более рентабельным, более гибким, более стабильным в кризисной ситуации в экономике.

Все вышеуказанное ведет к тому, что в настоящее время будет наиболее востребован не столько бумажный проект проектируемых зданий и сооружений, сколько их информационная модель, которая будет актуальна во время всего жизненного цикла объекта. Такая модель должна представлять из себя не только созданный с использованием программного обеспечения аналог обычного картонного макета, отражающего лишь формы объекта, но и полную информационную копию здания со всей его «начинкой», с количественными геометрическими и технологическими характеристиками конструкций, материалов и оборудования. [2] В соответствии с этим данные должны быть объединены в единое целое и изменяться с учетом внесенных в них дополнений, несущих за корректировкой мельчайшей детали автоматически изменение целой модели.

В результате реакции на сложившееся положение возникла концепция информационного моделирования зданий и сооружений.

Принцип проектирования объектов с помощью создания их информационной модели подразумевает прежде всего подготовку и комплексную обработку в процессе моделирования полных архитектурно-конструкторских, технологических, экономических и других данных об объекте со всеми взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект. [3] Эта концепция получила название «Информационное моделирование зданий» или сокращенно BIM (от принятого в английском языке термина Building Information Modeling).

Очень малое количество статей и исследований на русском языке написано по этой теме. Единственная наиболее полная информация содержится в книге Владимира Талапова «Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий» [4,5,6]. В книге описаны перспективы развития технологии BIM, а также уже достигнутые результаты в этой области. Рассмотрены формы получения информации из модели, некоторые примеры использования BIM в мировой практике, а также программы, реализующие технологию информационного моделирования зданий и многое другое.

В России возможны три сценария внедрения BIM:

- собственными силами компании, без изменения состава;

- собственными силами компании, но при этом в состав компании приглашается новый специалист;
- привлечение сторонней организации. [7]

В книге [6] были описаны возможные пути решения по внедрению новых технологий, такие как:

- проведение информативных бизнес-конференций с полным представлением программ для строительных организаций;
- увеличение роли государства в вопросе использования новейших программ и технологий;
- возможность обучения молодых специалистов на бюджетной основе, с возможностью стажировки в одной из компаний для наилучшего освоения навыков BIM-моделирования.

И хотя эффективность новых технологий уже многократно доказана опытом ведущих мировых проектных организаций [7,8], в нашей стране переход на BIM идет медленно, и одна из причин этого – необходимость на первом этапе нести немалые затраты. Однако приведенное в статье [9-13] сравнение прибыли проектной организации при использовании САД-технологий проектирования и после внедрения BIM-технологий показало, что в результате повышения производительности было получено увеличение заработной платы и увеличение прибыли организации. Кроме того, по данным зарубежных источников, внедрение BIM ведет к экономии времени и средств при выполнении проекта в среднем до 20-50%. [7,10,14,15]

Необходимо отметить, что 29 декабря 2014 года Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) подписало приказ №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». Это стало важным толчком к развитию BIM в России. [16]

Западноевропейские пользователи BIM определили следующие факторы в качестве высшей значимости для улучшения проектирования [12,17-21]:

- улучшение коллективного понимания проектного замысла (69%);
- улучшение общего качества проекта (62%);
- уменьшение конфликтов в процессе строительства (59%). [10,13]

К основным преимуществам BIM можно отнести следующее:

- рассматривается весь жизненный цикл проекта от концепции до эксплуатации и утилизации;
- при проектировании используются объекты, обладающие всей необходимой геометрической и технической информацией (стены, двери, окна, трубопроводы, воздуховоды и т.д.);
- использование подобных объектов в значительной мере ускоряет процесс проектирования и сводит к минимуму возможные ошибки;
- возможность совмещения разделов, созданных при использовании различных САПР: совместимость организуется на уровне стандарта;
- проектирование выполняется в трехмерном пространстве с учетом времени (4D);
- открытый стандарт обмена информацией: существует ряд бесплатных приложений, которые могут читать и отображать модели в стандарте IFC. [14,22]

Таким образом, данная тема хорошо изучена специалистами за рубежом, так как рассматривается уже давно и внедряется быстрее, чем в России. Освоение информационного моделирования зданий происходит, но очень медленно и мало, носит в основном очаговый характер. [4,13] Исходя из вышеперечисленных достоинств BIM, его внедрение – это стратегический вопрос, имеющий принципиальное значение для дальнейшего развития целой отрасли, и его своевременное решение – объективная необходимость. [5,12,22-24]

Главные задачи – рассмотреть и объяснить понятие технологий информационного моделирования, а также исследовать их возможности и выявить способы внедрения данной концепции в российское строительство [15,25].

Для выполнения поставленных задач воспользуемся таким методом исследования, как анализ объекта исследования. Основные этапы анализа:

1. История создания термина BIM.
2. Значение термина «Информационная модель здания».
3. Описание.
4. Управление в процессе создания информационных моделей.
5. Недостатки информационной модели здания.
6. Внедрение технологии в России.
7. Пример информационной модели здания.
8. Результаты анализа.

2. Анализ использования BIM-технологий в строительстве

История создания термина BIM

Понятие «Информационная модель здания» было впервые озвучено профессором Технологического института Джорджии Чаком Истманом в 1975 году в журнале Американского Института Архитекторов (AIA), имеющего название «Building Description System» (Система описания здания). Однако сама концепция BIM существует с 1970-х годов. [6,7,26-30] Термин информационной модели здания употребляется в статье 1992 года А.Недервеен и Толмена [31]. Именно под аббревиатурой «BIM» он не был широко использован, пока Autodesk не выпустила официальный документ «Информационное моделирование зданий» [16]. Джерри Лэсрин поспособствовал тому, чтобы популяризировать и стандартизировать этот термин как общее название для процесса цифрового видения здания. Интересно отметить, что свою терминологию предлагали также следующие компании: Graphisoft – «Виртуальное Здание» [13, 17,32-34], Bentley Systems - «Модель комплексного проекта», и Autodesk или Vectorworks – «Информационное моделирование зданий» для упрощения обмена и совместимости информации в цифровом формате [13,18,22,34-36].

Значение термина «Информационная модель здания»

Сформулируем определение, которое в наибольшей степени отвечает сегодняшнему подходу к BIM компании Autodesk и более точно описывает саму суть понятия [37].

Информационная модель здания (BIM - Building Information Model) – это:

- великолепно скоординированная, согласованная и взаимосвязанная,
- отлично поддающаяся расчетам и анализу,
- имеющая геометрическую привязку,
- пригодная к компьютерному использованию,
- допускающая необходимые обновления

числовая информация о проектируемом или уже существующем объекте, которая может использоваться для:

1. принятия конкретных проектных решений,
2. создания высококачественной и точной проектной документации,
3. предвидения эксплуатационных качеств объекта,
4. составления смет на проект и строительных планов,
5. заказа и изготовления необходимых материалов и подходящего оборудования,
6. точного управления возведением здания или сооружения,
7. управления и эксплуатации самого здания и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла,

8. управления зданием как объектом коммерческой деятельности,
9. проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания,
10. сноса и утилизации здания при необходимости,
11. других связанных со зданием целей. [18,22-25,38]

Рассмотрим подробнее архитектуру информационной модели (рис.1).



Рисунок 1. Подробная архитектура информационной модели

Информационная модель здания - это вся информация об объекте с числовым описанием и нужным образом организованная, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса [18,39]. При этом в качестве изделий могут рассматриваться всевозможные технически сложные и уникальные объекты: самолеты и корабли, автомобили и ракеты, здания и их системы, компьютерные сети и т.п. [19]

Применение информационной модели здания значительно облегчает работу с объектом и имеет массу преимуществ перед прежними формами проектирования [1-10,40-45].

Прежде всего, оно позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по назначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего здания или сооружения, заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность и эксплуатационные качества, а также избежать внутренних нестыковок, предупредить аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации (рис.2). [46]

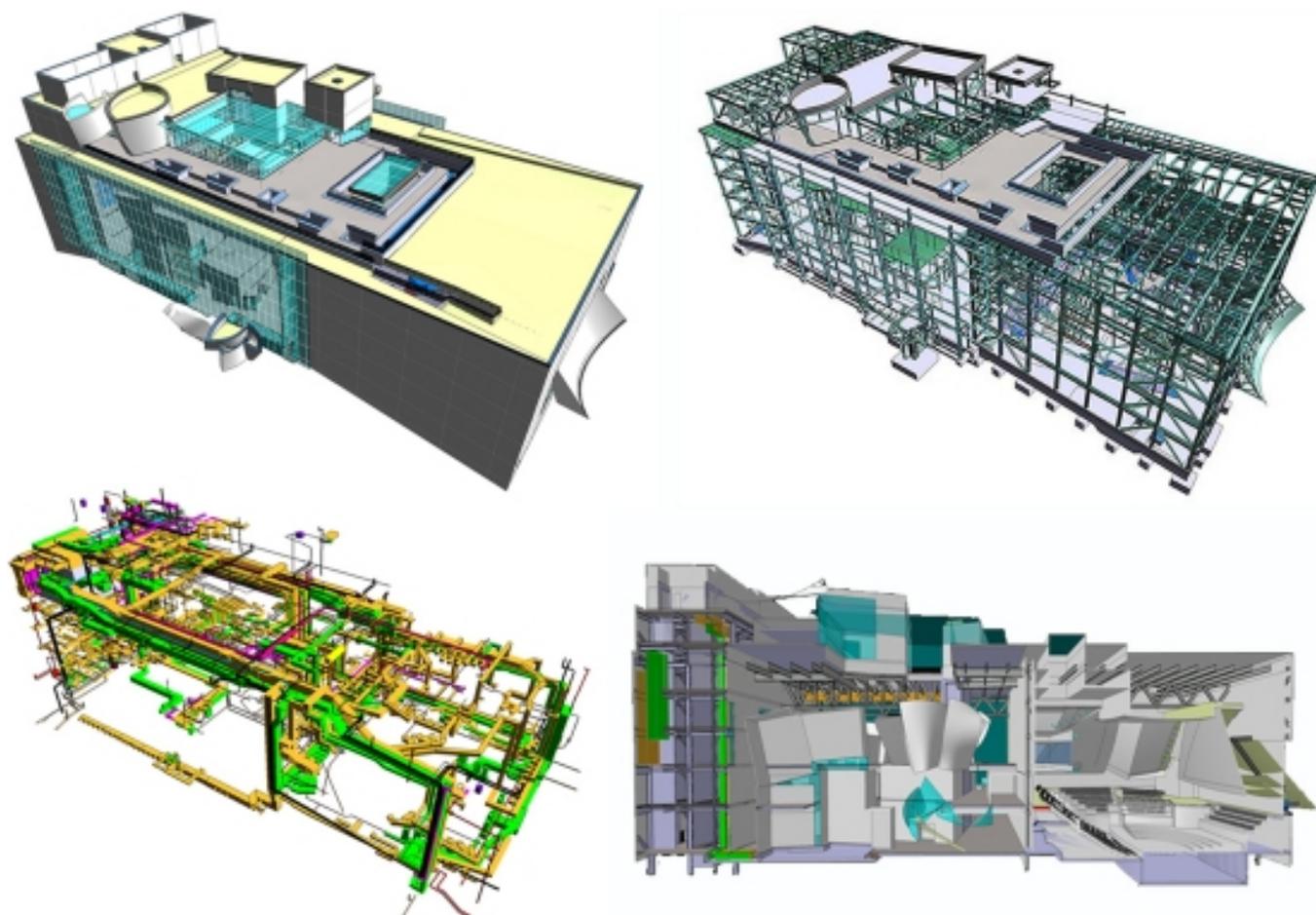


Рисунок 2. Проект нового здания высшей музыкальной школы New World Symphony в Майами (США) архитектора Фрэнка Гери, разработанный по технологии BIM

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, создающих геометрические образы, результатом информационного моделирования здания обычно является объектно-ориентированная цифровая модель, включающая как сам объект, так и процесс его строительства, а далее и утилизации [21,32-35,47-50].

Возможности BIM-технологий

Национальный комитет США по проектам «Информационного моделирования зданий» дал следующее определение: [14,51]

Информационное моделирование зданий (BIM) является цифровым представлением физических и функциональных характеристик объекта. BIM является общедоступным источником для получения информации в ходе всего жизненного цикла здания; само понятие «жизненный цикл здания» определяется как существование его с ранней стадии строительства до полного сноса. [15,34,42-45,52-55]

Традиционный дизайн здания в основном составляется при использовании двумерных чертежей (планы, фасады, разрезы и т.д.).

Информационное моделирование зданий расширяет возможности с 3D, увеличивая три основных пространственных измерения (ширина, высота и глубина) благодаря использованию времени как четвертого измерения (4D) [22,56], стоимости в качестве пятого (5D) и др. BIM охватывает область значительно больше, чем просто геометрия, задействует пространственные решения, легкий анализ, географическую информацию и количества и свойства строительных компонентов (например, описания производителями строительных материалов и их свойства)[23,57-59].

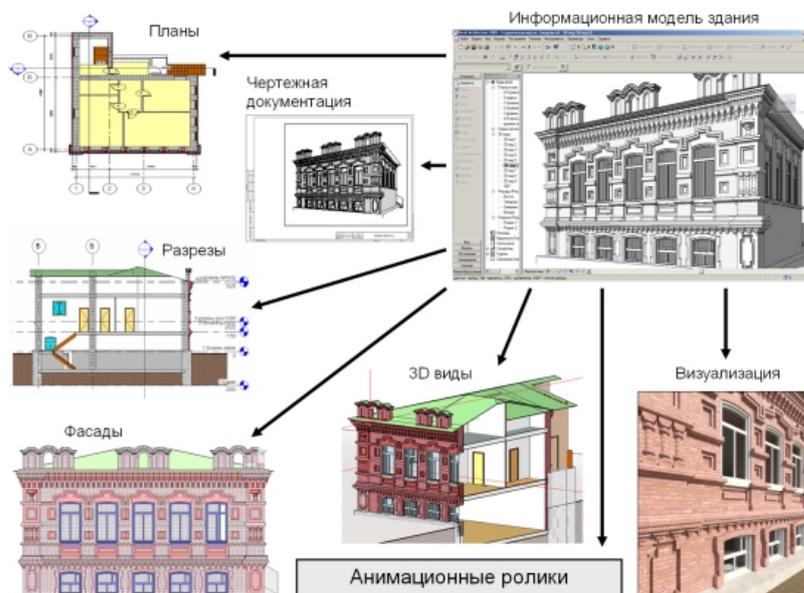


Рисунок 3. Структура необходимой документации информационной модели здания

BIM включает в себя дизайн, как комбинацию «объектов» - смутные и неопределенные, общего или конкретного продукта, твердых форм или ориентированных пустот пространства (таких как форма комнаты), которые несут свою геометрию и атрибуты. Средства проектирования BIM позволяют достать различные объекты из строительной модели для дальнейшего использования в различных сферах строительства, такие как инженерные сети, вентиляция здания и многое другое [24,54,60-62]. Эти разные виды автоматически согласуются, основываясь на одном и единственном определении каждого экземпляра объекта. [15,42,57,63]. Программное обеспечение BIM также описывает объекты параметрически, то есть объекты определяются параметрами и неразрывной связью с другими объектами. Например, если основной объект изменяется, зависимые от него также будут изменяться автоматически. [15,39-41,64] Каждый элемент модели может нести в себе атрибуты для выбора и мгновенного заказа их, обеспечивая смету расходов, а также отслеживание и упорядочение материалов. [10,15,65]

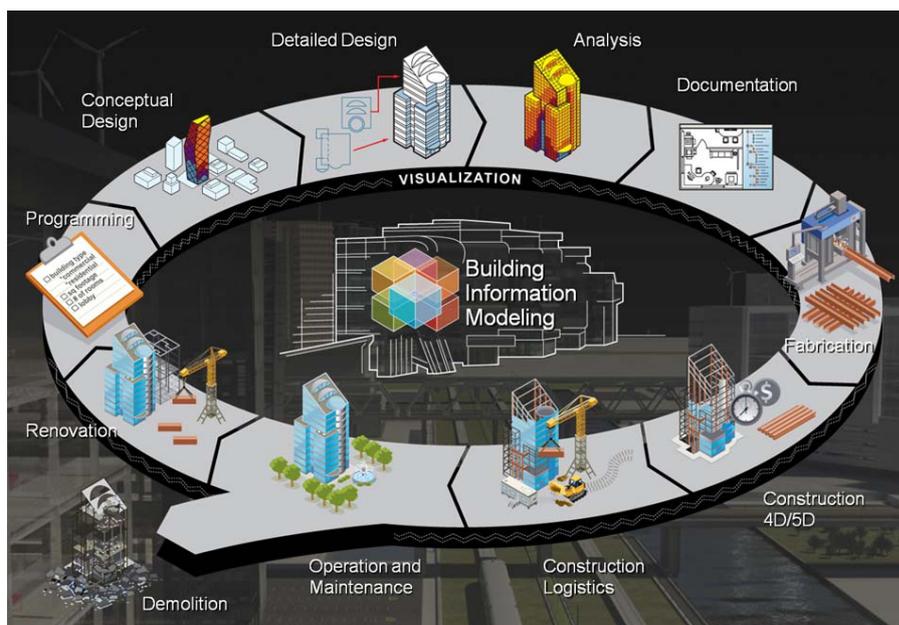


Рисунок 4. Система BIM в инфографике

Для профессионалов, вовлеченных в проект, BIM позволяет передать информацию от проектной группы архитекторов, геодезистов представителям строительных услуг, от инженеров главным подрядчикам и субподрядчикам, а затем владельцу; каждый профессионал добавляет данные из сферы, в которой он компетентен, в одну общую модель. Это снижает потери информации, которые бывают, когда новая команда занимает «принадлежность» проекта, и обеспечивает более подробную информацию владельцам сложных структур [66].

Использование BIM выходит за рамки планировочной и проектной фазы, расширяет весь жизненный цикл здания, поддерживает процессы, включая управление затратами, управление строительством, управление проектом и эксплуатацию объекта [25,67].

Управление в процессе создания информационных моделей

Построение информационной модели задействует все сферы деятельности. Чтобы обеспечить эффективное управление всеми процессами, назначают так называемого BIM-менеджера, для которого основной задачей является информационно-технологический контроль создания единой модели и согласования действия всех участников проектного процесса. Перечень обязанностей BIM-менеджера варьируется от организации файла проекта до разработки общей стратегии моделирования и обучения сотрудников работе с программой. Его цель обеспечить комфортную и эффективную работу команды специалистов [25,62,68-70].

Основная задача BIM-менеджера — работа над успешностью проекта в целом. [17,71] От BIM-менеджера требуется понимание логики BIM-программы, сути технологии и процесса проектирования, а также достаточный опыт по моделированию, позволяющий принимать в процессе работы наиболее оптимальные и выгодные решения. При этом BIM-менеджер — не отвлеченное лицо, он активно участвует в выполнении проекта [26,71-73].

Основные функции BIM-менеджера [4,20-30,55,71-75]:

- разработка стратегии создания модели;
- создание готовых шаблонов для работы с файлами;
- создание основных рабочих наборов, создание основных и дополнительных видов, листов, настройка вида диспетчера проекта (с сортировкой всех листов и видов);
- организация хранения созданных файлов;
- управление моделью;
- контроль над качеством работы специалистов;
- согласование появившихся в ходе создания проекта ошибок, обмен опытом с другими специалистами в организации;
- обучение всех сотрудников работе с программой;
- решение возникающих в процессе моделирования технических проблем;
- отслеживание появляющихся обновлений программы.

Недостатки информационной модели здания

1. Ограниченность использования информационной модели для конструктивных и инженерных расчетов. BIM-модель здания очень удобна для решения творческих задач, проблем формообразования, использования пространства и представления проекта, так как на это работает широкий спектр инструментов визуализации [27,76]. Однако для проектирования не менее важную роль играет потребность в производстве разного вида расчетов и формирования точных расчетных моделей, специально предназначенных для конкретных видов расчетов и индивидуальных симуляций, в которых учитываются возможные упрощения, специфические условия и многие другие особенности. В большинстве случаев эти модели невозможно получить из базы данных BIM автоматически, и проблемная дисциплина попросту исключается из интегрированного процесса проектирования [1-5, 28,77-80].

2. Потеря существующих рабочих практик при переходе на BIM. Далеко не для всех участников проекта подходят те решения, которые поставщик ПО осуществляет в своём видении BIM. В течение всей истории развития этой технологии наиболее серьёзной претензией к ней была невозможность включения в интегрированный процесс уже существующих методов работы и инструментов. При введении BIM без

учета имеющегося процесса, при начале работы «с чистого листа» новая технология может использоваться успешно в большинстве случаев и независимо от размера коллектива. Однако при необходимости сохранить установившиеся практики внедрение BIM значительно усложняется. Вопрос заключается в том, стоит ли отказываться от имеющихся эффективных методов работы, «заточенных» под выполняемые задачи, ради планируемого повышения производительности за счёт BIM [29, 59].

3. Привязка процесса к единственному поставщику ПО [13,19,23,45-50,81-84]. Данная проблема считается далеко не новой для BIM. При переходе на использование единой интегрированной модели становится возможным, как правило, использование программного обеспечения от единственного производителя, что в ряде случаев неудобно и в разы усложняет работу.

4. Трудоемкость создания BIM-модели и прочие технические проблемы [19,30,31,84]. Насыщенная информацией трехмерная модель – инструмент, без которого не обойтись как отдельному специалисту, так и команде для совместной работы. Но внедрение BIM означает, что первоначальные затраты на создание модели возрастают, и в определенных случаях – очень высоко.

Не следует считать уточнение о недостатках BIM попыткой доказать неэффективность применения BIM в целом. Технология BIM эффективна в определённых условиях, но имеет серьёзные ограничения по использованию сторонних средств проектирования и до сих пор сталкивается с неизбежностью ручной работы в областях, не связанных с визуализацией проекта и организацией пространства и формы [32,42-47, 54,85].

Внедрение технологии в России

Осознание необходимости BIM в российском строительстве происходит очень медленно. На настоящий момент данная концепция лишь начинает набирать обороты и затрагивает только проектные компании. Организации же, занимающиеся непосредственно строительством, BIM пока не доверяют, не говоря уже о службах, отвечающих за техническое обеспечение и обслуживание построенных объектов. Можно сказать, что на сегодняшний день информационное проектирование в рамках проектных организаций сводится к созданию трехмерной модели в пределах одной-двух дисциплин (обычно это архитектура и инженерные сети) и в редчайших случаях – в пределах всех основных дисциплин состава проектно-сметной документации [10-15, 33, 75,85].

Внедрение BIM требует серьезных инициативных усилий и готовности идти на некоторый риск, поскольку современные нормы не обязывают проектные организации передавать 3D-модели ни в экспертизу, ни на строительную площадку. Более того, потребуется приведение новой технологии в соответствие с традиционными для России нормами и стандартами. [23, 34,86-87]

Государство по-прежнему является основным игроком строительного сектора, который отвечает за его развитие. [21, 34, 55-58] И от него в значительной степени зависит создание информационно-правовой базы, вводящей на строительный рынок новые технологии и связанные с ними процедуры по созданию, внедрению и обязательному использованию информационной модели объекта строительства на протяжении всего жизненного цикла. [25,87]. То есть, наиболее благоприятные условия для развития и внедрения BIM могут появиться, только когда ее использование выйдет на федеральный уровень. [35, 47-52, 60-64,88]



Рисунок 5. Инженерная подготовка участка для строительства

Пример информационной модели здания

В 2002 году правительство России приняло решение о строительстве нового здания Государственного академического Мариинского театра (Вторая сцена) в Санкт-Петербурге. Территорию для строительства выделили около старого здания театра – для нового комплекса был предоставлен участок снесенного для этой цели так называемого Литовского квартала (рис.6).

Создание проекта театра выполнялось непросто и заняло длительное время, оно проходило через большое число периодически повторяющихся конкурсов, обсуждений и дискуссий. В различное время к нему имели отношение многие именитые российские и зарубежные архитекторы. Например, исходный вариант здания создавался под руководством француза Доминика Перро (рис.6), а впоследствии его доработкой и усовершенствованием занимался канадец Джек Даймонд (рис.7) [36,42,50-53].

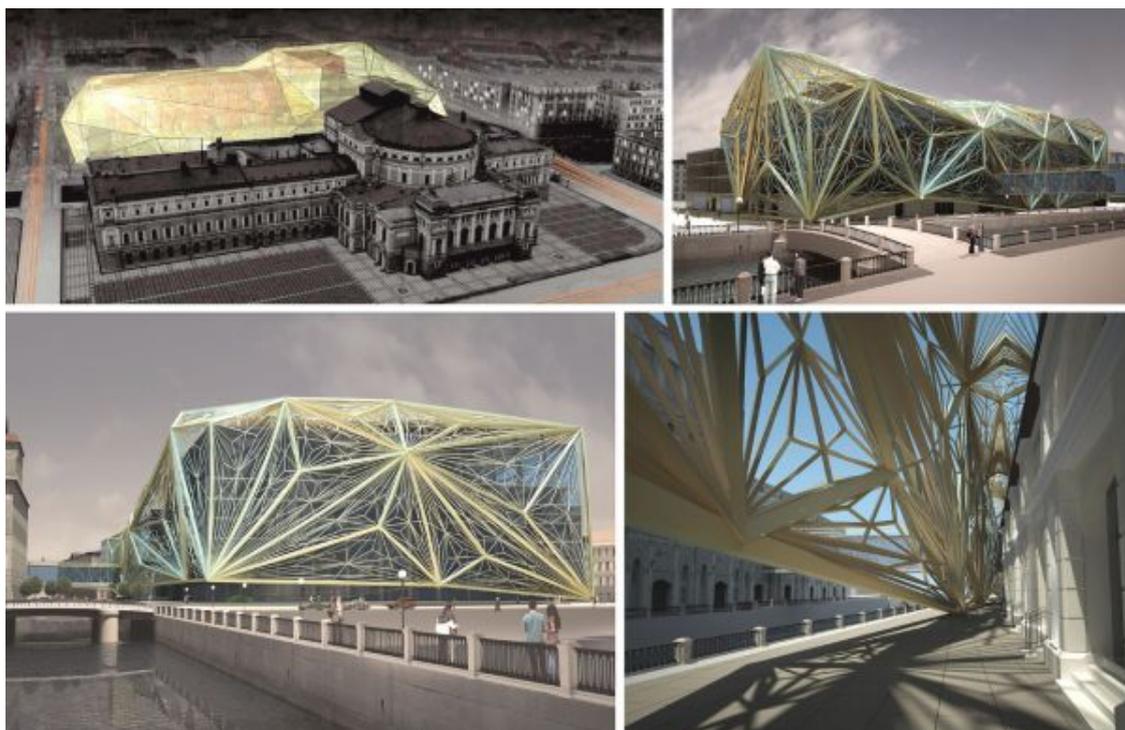


Рисунок 6. Различные виды одной из начальных модификаций здания Второй сцены Мариинского театра. Архитектор Доминик Перро

Выбор был сделан в пользу комплекса программ Autodesk Revit как главного инструмента, реализующего BIM. В работе использовали: Revit Architecture - для архитектурного проектирования, Revit Structure - для строительных конструкций, Revit MEP – для инженерного оборудования объекта, Navisworks – для координации и имитации разных условий, а также и другие программные комплексы компании Autodesk, в том числе AutoCAD для доработки окончательных чертежей и Civil 3D для моделирования имеющегося рельефа и генплана. Кроме того, использовалась программа MagiCAD и широко применяемые в России расчетные программные комплексы SCAD, Plaxis, ЛИРА и SOFiSTiK. Для визуализации архитектурных идей, а также проработки и анимационной проверки взаимодействия механизмов управления сценой и монтажом внушительных декораций была применена программа Autodesk 3ds MAX [36].

В итоге была получена 3D модель, отражающая местонахождение нового здания на участке, границы зоны благоустройства, подъезды и подходы к зданию, площадки для погрузки-разгрузки декораций, площадки содержания мусорных баков, въезд на подземную автостоянку, входы в здание и т.п. [37,67,69-73,85,89,90]. Такая модель, например, делала возможной для дальнейшего проектирования оценку осуществимости идеи обустройства пешеходной зоны вокруг театра, кругового объезда для пожарных машин и увеличения проезжей части для разворота трейлеров с декорациями. Кроме того, 3D модель позволяла решить вопросы отвода поверхностных вод, благоустройства территории.

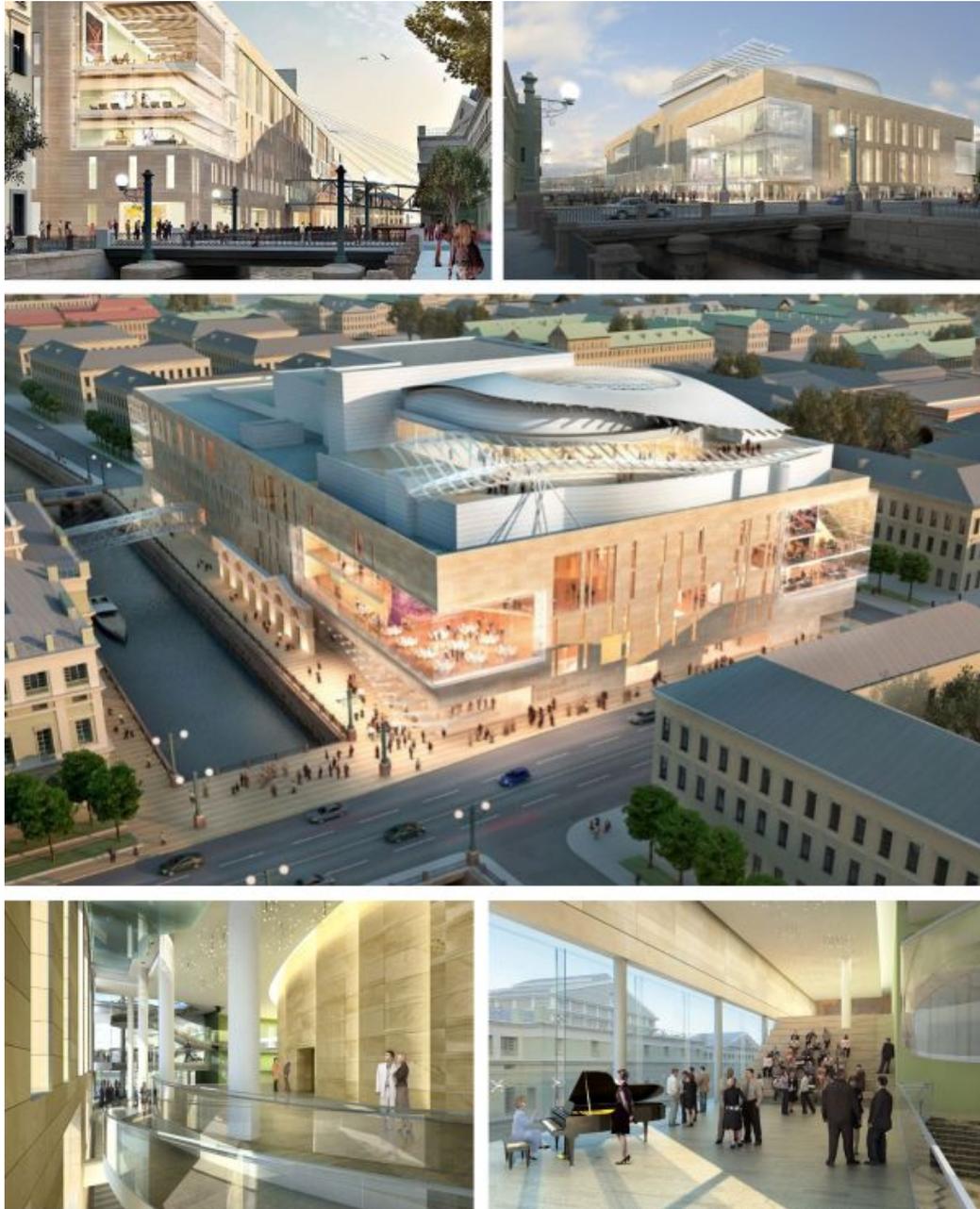


Рисунок 7. Окончательный вариант здания

Касаемо самого здания театра программы комплекса Autodesk Revit (такие как Revit Architecture, Revit Structure и Revit MEP) предоставили возможность в кратчайшие сроки создать саму модель здания со всеми конструкциями, системами и коммуникациями, а впоследствии беспрепятственно ее корректировать, детализировать, совершенствовать, доводить до идеала [38,90]. До самой стадии рабочего проектирования модель была для всех членов проекта общей основой для коллективной единой проработки, а также взаимобмена данными между ними (рис.8).

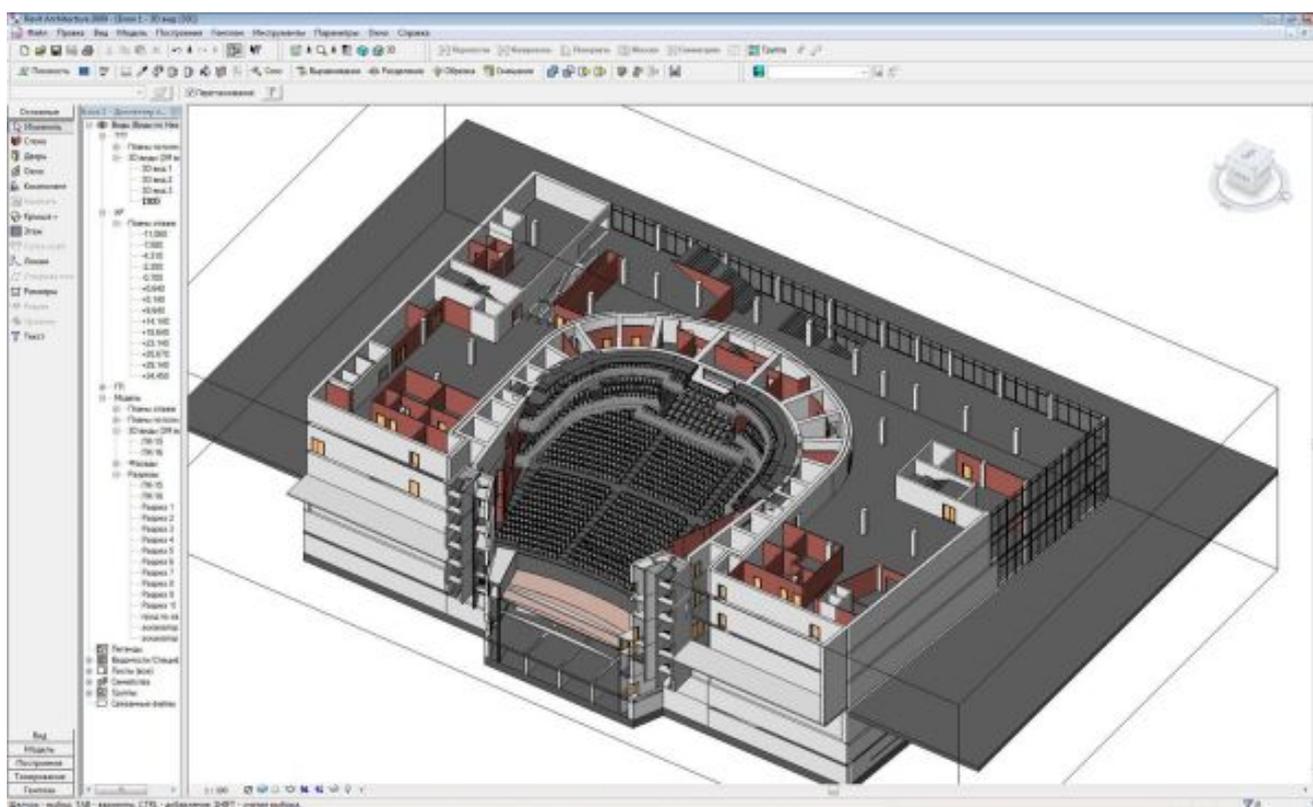


Рисунок 8. Один из рабочих этапов создания театра в программе Revit Architecture

Пространственное проектирование зрительного зала, вестибюля, холлов и прочих общественных и подсобных помещений, в том числе технического управления и подготовки сцены, намного ускорило процесс принятия решений при окончании создания архитектурного образа театра.

В ходе работы над проектом было необходимо регулярно исправлять, модифицировать, согласовывать и вновь утверждать большое количество проектной документации. [27] Так как здание театра является уникальным общественным объектом и строилось за счет средств федерального бюджета, проект постоянно проходил обязательную государственную экспертизу. Разовая партия проектной документации, отправляемой в Москву в органы проверки (непреренно на бумажном носителе), могла включать в себя до 200 томов, для перевозки которых требовался небольшой микроавтобус. И здесь значительную помощь также оказали незамедлительная реакция на все изменения, осуществимые в технологии Информационного моделирования зданий, и неоднократно испытанный в деле AutoCAD, применявшийся для «доработки» чертежной документации до неукоснительных и жестких (иногда, вероятно, избыточных) условий государственной экспертизы по ее оформлению. [27, 36-40,53-57,80-90]

Сейчас уже можно сказать, что в целом технология Информационного моделирования зданий при проектировании настолько трудного здания себя всецело оправдала, это было верное решение. А опыт и методика, наработанные членами проекта при моделировании здания Второй сцены Мариинского театра, будут необходимы на последующих объектах. [41, 50-53,77]

Ключевые положения использования BIM-технологий в строительстве

1. Применение информационной модели здания значительно облегчает работу с объектом.
2. BIM охватывает пространственные решения, легкий анализ, географическую и геодезическую информацию, а также количество и свойства строительных компонентов.
3. Построение информационной модели задействует все сферы деятельности.
4. Ограниченность использования BIM для расчетов.
5. Процесс внедрения BIM в российском строительстве происходит очень медленно.

3. Выводы

В результате проведенного анализа можно заключить следующее:

1. Технология информационного моделирования изменила способ проектирования, строительства и эксплуатации здания. Использование BIM привело к улучшению рентабельности, снижению затрат и сокращению затрат времени.
2. Внедрение BIM в российском строительстве происходит очень медленно. На настоящий момент данная концепция лишь начинает набирать обороты и затрагивает только проектные компании.
3. Для оптимизации производительности BIM российским компаниям придется столкнуться с проблемой обучения сотрудников с нуля.
4. Тем не менее, внедрение BIM прогрессирует, и не за горами то, что BIM полностью заменит САПР.

Литература

- [1]. Перепелица Ф.А., Петухова Е.А. BIM стандарты в мировой практике // Электронный научный журнал. 2015. №1(1). С. 561-566.
- [2]. Манухина Л.А., Яценко А.А. Интеграция организационно-технологических решений в BIM // Инновационные технологии в науке и образовании. 2015. №2(2). С. 246-249.
- [3]. Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – современное понимание // CADmaster. 2010. №4. С.114-121.
- [4]. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: Изд-во ДМК Пресс, 2011. 392 с.
- [5]. Чиковская И.И. Внедрение BIM — опыт, сценарии, ошибки, выводы // САПР и Графика. 2013. №8. С. 18-22.
- [6]. Мелихов Н. С., Костюченко А. Ю., Яценко А. А., Нарезная Т. К. Преимущества BIM при проведении экспертизы проектной документации // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5-3. С. 143-145.
- [7]. Лушников А. С. Проблемы и преимущества внедрения BIM-технологий в строительных компаниях // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6. С. 252-256.
- [8]. Игнатова Е. В. Решение задач на основе информационной модели здания // Вестник МГСУ. 2012. №9. С. 241-246.
- [9]. Талапов В.В. BIM в России: новое здание Мариинского театра [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14257 (дата обращения: 20.02.2016).
- [10]. Митрофанова Н. О., Чернов А. В., Березина Е. В. Возможности использования BIM-технологий // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. № 2. С. 177-182.
- [11]. Игнатова Е. В., Игнатов В.П. Эффективное использование информационной модели строительного объекта // Вестник МГСУ. 2011. №1-1. С. 321-324.
- [12]. Криницкий Е.В., Якубсон В.М., Ватин Н.И. Информационная модель здания (BIM) // Инженерно-строительный журнал. 2010. №2(12). С.16-18.
- [13]. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: Изд-во ДМК Пресс, 2011. 392 с.
- [14]. Елтышев Ю.В., Кириллов А.И., Талапов В. В. BIM и металлоконструкции: некоторые примеры // CAD-мастер. 2010. №4. С. 109-110.
- [15]. Лустина О. В., Бикбаева Н. А., Купечков А. М. Использование BIM-технологий в современном строительстве // Молодой ученый. 2016. № 15 (119). С. 187-190.
- [16]. Барабаш А. Д. BIM проектирование коттеджной застройки // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 9. С. 43-46.
- [17]. Ямпольский А. А. Как вырастить дерево. Общие принципы построения систем проектирования // Системный администратор. 2010. № 9 (94). С. 74-81.
- [18]. Воробьев А., Данилова Л., Игнатов Б., Рындин А., Тучков А., Уткин А., Фертман И., Щеглов Д. Сценарий и механизмы создания единого информационного пространства // CADmaster. 2010. № 5. С. 48-51.

- [19]. Бауск А. Менее оптимистичный взгляд на BIM [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14092 (дата обращения: 20.02.2016).
- [20]. Васюта Н. Опровержение анти-BIM [Электронный ресурс]. URL: <http://revit-robot.blogspot.ru/2012/03/bim-1.html> (дата обращения: 20.02.2016).
- [21]. Антонов А., Емельянов А., Храпкин П. Использование САПР различных конфигураций // САПР и графика. 2015. № 6. С. 10-13.
- [22]. Козлов И. М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // АМІТ. 2010. № 1 (10). С. 1-9.
- [23]. Деменев А. В., Артаманов А. С. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений // Науковедение. 2015. № 3. С. 1-9.
- [24]. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: Изд-во ДМК Пресс, 2015. 410 с.
- [25]. Морозов В. С., Орт А. И. Проектирование: от призвания к самообразованию // Санкт-Петербург: Строительство, Технологии, Организация. 2014. № 4. С. 14-15.
- [26]. Талапов В. В. В основании BIM // CADmaster. 2010. № 4. С. 13.
- [27]. Шарманов В. В., Мамаев А. Е., Болейко А. С., Золотова Ю. С. Трудности поэтапного внедрения BIM // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 10 (37). С. 108-120.
- [28]. Грахов В. П., Мохначев С. А., Иштряков А. Х. Развитие систем BIM проектирования как элемент конкурентоспособности. П.: Изд-во Издательский Дом "Академия Естествознания", 2015. 500 с.
- [29]. Мустафин Н. Ш., Барышников А. А., Спрыжков А. М. Анализ возможности внедрения в строительство технологии информационного моделирования зданий программами вида "BIM" // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. 2015. № 8 (12). С. 1-4.
- [30]. Якубсон В. М., Ватин Н. И. Автоматизированное проектирование зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 3 (13). С. 2.
- [31]. Болотин С. А. Оценка энергоэффективности архитектурно-строительных решений начального этапа проектирования в программе Revit Architecture // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 8. С. 64-91.
- [32]. Пантелеев А. С. Обоснование влияния инвестиций на экономический рост предприятий строительной отрасли Северо-Западного Федерального округа РФ [Место защиты: СПбПУ Петра Великого]: дис. студент: 38.04.01: защищена 13.09.16: утв. 13.09.16 / Пантелеев Александр Сергеевич; СПбПУ Петра Великого – СПб, 2016. 113 с.
- [33]. Постнов К. В. Применение BIM-технологий в процессах управления проектными организациями // Научное обозрение. 2015. № 18. С. 367-371.
- [34]. Бачурина С. С., Голосова Т. С. Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM-технологий // Вестник МГСУ. 2016. № 2. С. 126-134.
- [35]. Дельцова Т. Д., Афанасьева Т. В., Слепкова Т.И. Эффективность применения BIM-технологий при реконструкции объектов // Экономика и предпринимательство. 2015. № 6-3. С. 741-744.
- [36]. Полуэктов В. В. Технологии информационного моделирования (BIM) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. 2016. № 1. С. 46-55.
- [37]. Заматаев Д. В. Исследование подходов к построению виртуальной модели // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 9. С. 312-316.
- [38]. Грехнева Е. А., Воловник Н. С., Репина В. И. Проектирование зданий и сооружений: современные технологии // Молодежь и XXI век. К.: Изд-во «Университетская книга», 2016. С. 219-223.
- [39]. Селютина Л. Г., Тимофеев С.В. Анализ зарубежного опыта развития и использования технологий информационного моделирования в строительстве // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития. Томск: Изд-во Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. С. 324-329.
- [40]. Грахов В. П., Мохначев С. А., Манохин П. Е., Иштряков А. Х. Совершенствование организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1-1. С. 615.
- [41]. Эльшейх А. М. Информационное моделирование интегрированной автоматизации проектирования и календарного планирования в строительстве [Место защиты: Моск. гос. строит. ун-т]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.12, 05.02.22 / А. М. Эльшейх. М., 2015. 21 с.

- [42]. Пайлеванян Б. С. Повышение уровня экологической безопасности и энергоэффективности зданий на основе интеллектуальных технологий [Место защиты: Моск. гос. строит. ун-т]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.16 / Б. С. Пайлеванян. М., 2009. 23 с.
- [43]. Волынский В. Э. Информационно-технологические методы проектирования в архитектурном формообразовании [Место защиты: Моск. архитектур. ин-т]: автореф. дис. ... канд. архитектуры : 05.23.20 / В. Э. Волынский. – М., 2012. – 25 с.
- [44]. Малиновский М. Е. Технологии информационного моделирования в проектных организациях // Альманах мировой науки. 2016. №4-1(7). С. 121-122.
- [45]. Алексеев С. А., Тышкевич А. В., Алексеева А. С., Черныховский Б. А. Актуальность внедрения информационного моделирования зданий в строительство // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2016. №1(31). С. 7-11.
- [46]. Гинзбург А.В. BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. №5(153). С.28-31.
- [47]. Румянцева Е.В., Манухина Л.А. BIM-технологии: подход к проектированию строительного объекта как единого целого // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. №5(18). С.33-36.
- [48]. Четверик Н.П. Поэтапное внедрение технологий информационного моделирования (BIM) в строительной сфере // Вестник. 2014. №12(191). С.44-47.
- [49]. Черных М.А., Якушев Н.М. BIM-технология и программные продукты на его основе в России // Вестник. 2014. №1(61). С.119-121.
- [50]. Талапов В.В. Что влияет на внедрение BIM в России // САПР и графика. 2010. №11(169). С.12-16.
- [51]. Чиковская И.И., Новоженина И.Н. Тенденция развития BIM в России. САПР и графика. 2014. №8(214). С.8-11.
- [52]. Игнатова Е.В., Эльшейх А.М. Составление 4D графика строительства на основе BIM // Естественные и технические науки. 2014. №9-10(77). С. 265-267.
- [53]. Петров М.П. Переход на BIM-технологии в проектировании на примере Autodesk Revit // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2015. №1. С. 447-449.
- [54]. Ильин В.В. BIM-информационное моделирование зданий // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2011. №3. С.72-75.
- [55]. Голубин К.С. BIM-революционная технология в сфере проектирования // Сборник Россия молодая. Кемерово: Изд-во Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, 2015. 574с.
- [56]. Черныховский Б.А., Будко А.А., Потехин А.А. Использование BIM-технологий в строительстве // Новые технологии и проблемы технических наук. Новочеркасск: Изд-во Инновационный центр развития образования и науки, 2015. С.133-136.
- [57]. Астраханцев В. Д., Золотарев И. И. О возможности интеграции развития геосистем и BIM-технологий // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. №1. С. 73-75.
- [58]. Мустафин Н.Ш., Барышников А.А., Горелов С.А. Повышение ресурсной производительности на всех этапах проектирования и строительства с помощью программных технологий «BIM» // Региональное развитие. 2016. №3. С. 6.
- [59]. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Намиот Д.Е., Бубнов П.М., Куприяновская Ю.В. Новая пятилетка BIM – инфраструктура и умные города // International journal of open information technologies. 2016. №8. С. 20-35.
- [60]. Антипанов А.И. Концепция BIM в архитектурном проектировании, строительстве и профессиональном образовании // Труды ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (Архитектура, строительство, образование). Магнитогорск: Изд-во Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2013. С. 66-71.
- [61]. Оолакай З.Х. О применении BIM технологий в проектировании зданий // Вестник Тувинского государственного университета. 2014. №3(22). С. 58-62.
- [62]. Талапов В. В. Технология BIM и ее связующая роль для архитектуры разных эпох // Баландинские чтения. 2015. №2. С. 325-328.
- [63]. Козлова Т.И., Куликова С.О., Талапов В.В., Гуаньин Ч. BIM и памятники деревянной архитектуры // Историческая информатика. Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. 2014. №2-3(8-9). С. 50-73.
- [64]. Игнатова Е.В. BIM-актуальная тенденция в автоматизации проектирования // Вестник МГСУ. 2009. №1. С. 225-226.

- [65]. Казусь А.И. Опыт использования BIM технологий при проектировании 12-14-этажного двухсекционного жилого дома в Казани // Жилищное строительство. 2015. №5. С. 56-61.
- [66]. Чубрик Д. Как правильно начать внедрение BIM, чтобы успешно его закончить // САПР и графика. 2014. №12 (218). С. 26-27.
- [67]. Козликина Ю.А., Видяев И.Г. BIM модели как современные информационные технологии проектирования производственных предприятий // Труды Национального исследовательского Томского политехнического университета (Информационные технологии в науке, управлении, в социальной сфере и медицине). Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2014. С. 34-36.
- [68]. Чубрик Д. Информационное моделирование. Внедрение BIM: мифы и реальность // САПР и графика. 2014. №9(215). С. 64-65.
- [69]. Письмеров К. Внедрение BIM от Autodesk: как это сделать грамотно САПР и графика. 2012. №4(186). С. 61-64.
- [70]. Козлова Т.И. Технология BIM как основа будущего реставрационного производства // Региональные архитектурно-художественные школы. 2011. №1. С. 194-198.
- [71]. Игнатова Е.В., Игнатов В.П. Анализ направлений исследований, основанных на концепции информационного моделирования строительных объектов // Вестник МГСУ. 2011. №1-1. С. 325-330.
- [72]. Сусоев И.С. Плюсы и минусы внедрения BIM технологий в строительстве // Вестник науки и образования. 2016. №6(18). С. 116-117.
- [73]. Кострова Л.А. Применение BIM-технологий в архитектурном образовании // Научные труды SWorld. 2016. №1(42). С. 42-45.
- [74]. Малиновский М.Е. BIM-регламент проектной организации. Альманах мировой науки. 2016. №4-1(7). С. 123-124.
- [75]. Красковский Д. Внедрение BIM-технологий – минимизация цены при улучшении качества и снижении временных рамок // САПР и графика. 2015. №11(229). С. 28-30.
- [76]. Красковский Д. BIM-технологии являются следующим уровнем эффективности использования САПР-решений // САПР и графика. 2015. №12(230). С. 60-61.
- [77]. Красковский Д. Преимущества BIM-технологии в единстве источника информации об объекте // САПР и графика. 2015. №12(230). С. 62-63.
- [78]. Митин Р. Реконструкция промышленного объекта по технологии BIMСАПР и графика. 2015. №6(224). С. 34-35.
- [79]. Литвиненко Е.В., Устюжанина И.А. Применение информационного моделирования зданий (BIM-технологий) в России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2015. №10. С. 64-66.
- [80]. Касаткина К.А., Тарасова Е.В., Иванникова Н.А., Цитман Т.О., Иванникова А.А. Использование BIM-технологий как средство проектирования на примере эскизного проекта духовно-просветительского центра в городе Ахтубинск // Известия Ростовского государственного строительного университета. 2015. №19(19). С. 122-128.
- [81]. Талапов В. Технология BIM: стандарты, классификаторы и уровни зрелости // САПР и графика. 2015. №2(220). С. 6-10.
- [82]. Eastman C., Teicholz P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 648 p.
- [83]. Van Nederveen G.A., Tolman, F.P. Modelling multiple views on buildings // Automation in Construction. 1992. № 1 (3). P. 215-224.
- [84]. Nawari N. BIM Standard in Off-Site Construction // Journal of Architectural Engineering. 2012. № 18(2). pp. 107-113.
- [85]. Peterson F., Hartmann T., Fruchter R., Fischer M Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned // Automation in Construction. 2010. № 20 (2). pp. 115-125.
- [86]. Hardin B. BIM and Construction Management: proven tools, methods, and workflows. Indianapolis: Wiley Publishing, 2009. 364 p.
- [87]. Birchall S. BIM classification // Delta T. 2014. № 1. P. 27.
- [88]. Azhar, S et al. Building information modeling (BIM): now and beyond // Australasian Journal of Construction Economics and Building. 2012. № 12 (4). pp. 15-28.
- [89]. Eroshkin S. Y., Kallaur G. Y., Papikian L. M. Lean construction and BIM: complementing each other for better project management // Review of business and economics studies. 2016. № 4. С. 17-22.
- [90]. Jordani M. BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management // Journal for Building Information Modeling. 2010. P. 13-16.

Advantages of using and difficulties in implementing of building information modeling

A.N. Astafieva¹, J.A. Kibireva^{2*}, I.L. Vasileva³

¹⁻³ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

scientific article

doi: 10.18720/CUBS.59.3

Article history

Received 15.04.2017

Keywords

Building Information modeling;
information technology;
software;
engineering;
graphic;
3D-modeling;

ABSTRACT

This article focuses on the latest technology computer-aided design, building information modeling (BIM). BIM is a process involving the generation and management of digital representations of physical and functional characteristics of places. It examines the current situation in the field of information technology, discusses the role of 2D and 3D in the design. The problem of implementing BIM in Russia associated with the limited number of experts in this field. BIM technology originated relatively recently, but in recent years actively becomes dominant in the world of design and construction practice, replacing all previously used methods of design. In our country, it only began to take, but already well known to those working with the programs Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan, Bentley Architecture, Tekla Structures and some others.

Contact information:

- ¹ +7(921)9444704, gbeton@mail.ru (Astafieva Natalia, Ph.D., Associate Professor)
^{2 *} +7(981)8216267, juljakibireva666@yandex.ru (Kibireva Julia, Student)
³ +7(909)5863919, iravassilek@mail.ru (Vasileva Irina, Student)

References

- [1]. Perepelica F.A., Petuhova E.A. BIM standarty v mirovoj praktike [BIM standards in the world practice]. Electronic scientific journal. 2015. No. 1(1). Pp. 561-566.(rus)
- [2]. Manuhina L.A., Yashchenko A.A. Integraciya organizacionno-tekhnologicheskikh reshenij v BIM [Integration of organizational and technological solutions in BIM]. Innovative technologies in science and education. 2015. No. 2(2). Pp. 246-249.(rus)
- [3]. Talapov V.V. Informacionnoe modelirovanie zdaniy – sovremennoe ponimanie [Information modeling of buildings - modern understanding]. CADmaster. 2010. No. 4. Pp.114-121.(rus)
- [4]. Talapov V.V. Osnovy BIM: vvedenie v informacionnoe modelirovanie zdaniy. [Fundamentals of BIM: an introduction to the information modeling of buildings]. Moscow: DMK Press, 2011. 392 p. (rus)
- [5]. Chikovskaya I.I. Vnedrenie BIM — opyt, scenarii, oshibki, vyvody [Implementation of BIM - experience, scenarios, errors, conclusions]. CAD and Graphics. 2013. No. 8. Pp. 18-22. (rus)
- [6]. Melihov N. S., Kostyuchenko A. YU., Yashchenko A. A., Narezhnaya T. K. Preimushchestva BIM pri provedenii ehkspertizy proektnoj dokumentacii [Advantages of BIM in the examination of project documentation]. International Scientific and Research Journal. 2016. No. 5-3. Pp. 143-145. (rus)
- [7]. Lushnikov A. S. Problemy i preimushchestva vnedreniya BIM-tekhnologij v stroitel'nyh kompaniyah [Problems and advantages of BIM-technologies introduction in construction companies]. Herald of civil engineers. 2015. No. 6. Pp. 252-256. (rus)
- [8]. Ignatova E. V. Reshenie zadach na osnove informacionnoj modeli zdaniya [Solution of problems on the basis of the information model of a building]. Vestnik MGSU. 2012. No.9. Pp. 241-246. (rus)
- [9]. Talapov V.V. BIM v Rossii: novoe zdanie Mariinskogo teatra [BIM in Russia: the new building of the Mariinsky Theatre]. [Electronic resource]. URL: http://isicad.ru/en/articles.php?article_num=14257 (date of circulation: February 20, 2016). (rus)
- [10]. Mitrofanova N. O., Chernov A. V., Berezina E. V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya BIM-tekhnologij [Possibilities of using BIM-technologies]. Interexpo Geo-Sibir. 2016. No. 2. Pp. 177-182. (rus)
- [11]. Ignatova E. V., Ignatov V.P. EHffektivnoe ispol'zovanie informacionnoj modeli stroitel'nogo ob'ekta [Effective use of the information model of the building object]. Vestnik MSSU. 2011. No. 1-1. Pp. 321-324. (rus)
- [12]. Krinickij E.V., Yakubson V.M., Vatin N.I. Informacionnaya model' zdaniya (BIM) [Information model of the building (BIM)]. Engineering and construction magazine. 2010. No. 2(12). Pp.16-18. (rus)
- [13]. Talapov V.V. Osnovy BIM: vvedenie v informacionnoe modelirovanie zdaniy. [Fundamentals of BIM: an introduction to the information modeling of buildings]. Moscow: DMK Press, 2011. 392 p. (rus)
- [14]. Eltyshv Y.V., Kirillov A.I., Talapov V. V. BIM i metallokonstrukcii: nekotorye primery [BIM and metal structures: some examples.] CAD-master. 2010. No. 4. Pp. 109-110. (rus)
- [15]. Lustina O. V., Bikbaeva N. A., Kupchekov A. M. Ispol'zovanie BIM-tekhnologij v sovremennom stroitel'stve[Use of BIM-technologies in modern construction]. Young Scientist. 2016. No. 15 (119). Pp. 187-190. (rus)
- [16]. Barabash A. D. BIM proektirovanie kottedzhnoj zastroyki [BIM design of cottage development]. Scientific herald of the Voronezh State Architectural and Construction University. 2016. No. 9. Pp. 43-46. (rus)
- [17]. Yampol'skij A. A. Kak vyrastit' derevo. Obshchie principy postroyeniya sistem proektirovaniya [How to grow a tree. General principles of building design systems]. System administrator. 2010. No. 9 (94). Pp. 74-81. (rus)
- [18]. Vorob'ev A., Danilova L., Ignatov B., Ryndin A., Tuchkov A., Utkin A., Fertman I., SHCHeglov D. Scenarij i mekhanizmy sozdaniya edinogo informacionnogo prostranstva [Script and mechanisms for creating a single information space]. CADmaster. 2010. No. 5. Pp. 48-51. (rus)
- [19]. Bausk A. Menee optimistichnyj vzglyad na BIM [Less optimistic view of BIM] [EHlektronnyj resurs]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14092 (data obrashcheniya: 20.02.2016). (rus)
- [20]. Vasyuta N. Oproverzhenie anti-BIM. [Refutation of anti-BIM]. [EHlektronnyj resurs]. URL: <http://revit-robot.blogspot.ru/2012/03/bim-1.html> (data obrashcheniya: 20.02.2016). (rus)
- [21]. Antonov A., Emel'yanov A., Hrapkin P. Ispol'zovanie SAPR razlichnyh konfiguracij [Using CAD of various configurations]. CAD and graphics. 2015. No. 6. Pp. 10-13. (rus)
- [22]. Kozlov I. M. Ocenka ehkonomicheskoy ehffektivnosti vnedreniya informacionnogo modelirovaniya zdaniy [Estimation of economic efficiency of introduction of information modeling of buildings]. AMIT. 2010. No. 1 (10). Pp. 1-9. (rus)

- [23]. Demenev A. V., Artamanov A. S. Informacionnoe modelirovanie pri ehkspluatacii zdaniy i sooruzhenij [Information modeling in the operation of buildings and structures]. Naukovedenie. 2015. No. 3. Pp.1-9. (rus)
- [24]. Talapov V.V. Tekhnologiya BIM. Sut' i osobennosti vnedreniya informacionnogo modelirovaniya zdaniy[he essence and features of the introduction of information modeling of buildings]. Moscow: DMK Press, 2015. 410 p. (rus)
- [25]. Morozov V. S., Ort A. I. Proektirovanie: ot prizvaniya k samoobrazovaniyu [Designing: from vocation to self-education]. St. Petersburg: Building, Technology, Organization. 2014. No. 4. Pp. 14-15. (rus)
- [26]. Talapov V. V. V osnovanii BIM [In the basis of BIM]. CADmaster. 2010. No. 4. P. 13. (rus)
- [27]. Sharmanov V. V., Mamaev A. E., Bolejko A. S., Zolotova YU. S. Trudnosti poehtapnogo vnedreniya BIM [Difficulties of phased implementation of BIM]. Construction of unique buildings and structures. 2015. No. 10 (37). Pp. 108-120. (rus)
- [28]. Grahov V. P., Mohnachev S. A., Ishtryakov A. H. Razvitie sistem BIM proektirovaniya kak ehlement konkurentosposobnosti [Development of BIM design systems as an element of competitiveness]. Publishing House Publishing House "Academy of Natural History", 2015. 500 p. (rus)
- [29]. Mustafin N. SH., Baryshnikov A. A., Spryzhkov A. M. Analiz vozmozhnosti vnedreniya v stroitel'stvo tekhnologii informacionnogo modelirovaniya zdaniy programmami vida "BIM"[Analysis of the possibility of introducing into the construction of information modeling technology of buildings by programs of the "BIM" type]. Regional development: an electronic scientific and practical journal. 2015. No. 8 (12). Pp. 1-4. (rus)
- [30]. Yakubson V. M., Vatin N. I. Avtomatizirovannoe proektirovanie zdaniy i sooruzhenij [Automated design of buildings and structures]. Engineering and construction magazine. 2010. No. 3 (13). P. 2. (rus)
- [31]. Bolotin S. A. Ocenka ehnergoehffektivnosti arhitekturno-stroitel'nyh reshenij nachal'nogo eh etapa proektirovaniya v programme Revit Architecture [Evaluation of energy efficiency of architectural and construction solutions of the initial design phase in the Revit Architecture program]. Engineering and construction magazine. 2013. No.8. Pp. 64-91. (rus)
- [32]. Panteleev A. S. Obosnovanie vliyaniya investitsij na ehkonomicheskij rost predpriyatij stroitel'noj otrasli Severo-Zapadnogo Federal'nogo okruga RF [Substantiation of the influence of investments on the economic growth of enterprises of the construction industry of the North-West Federal District of the Russian Federation]. [Place of protection: SPbPU Peter the Great]: dis. Student: 38.04.01: it is protected 13.09.16: ut. 13.09.16 / Panteleev Alexander Sergeevich; SPbPU Peter the Great - St. Petersburg, 2016. 113 p. (rus)
- [33]. Postnov K. V. Primenenie BIM-tekhnologij v processah upravleniya proektnymi organizatsiyami [Application of BIM-technologies in the processes of management of project organizations]. Scientific review. 2015. No. 18. Pp. 367-371. (rus)
- [34]. Bachurina S. S., Golosova T. S. Investicionnaya sostavlyayushchaya v proektah vnedreniya BIM-tekhnologij [Investment component in the projects of introduction of BIM-technologies]. Vestnik MGSU. . 2016. No. 2. Pp. 126-134. (rus)
- [35]. Del'cova T. D., Afanas'eva T. V., Slepko T.I. EHffektivnost' primeneniya BIM-tekhnologij pri rekonstrukcii ob"ektov [Efficiency of application of BIM-technologies in the reconstruction of objects]. Economics and Entrepreneurship. 2015. No. 6-3. Pp. 741-744. (rus)
- [36]. Poluehtkov V. V. Tekhnologii informacionnogo modelirovaniya (BIM) pri arhitekturnom i gradostroitel'nom proektirovanii [Information modeling technologies (BIM) for architectural and urban planning]. Architectural studies. 2016. No. 1. Pp. 46-55. (rus)
- [37]. Zamataev D. V. Issledovanie podhodov k postroeniyu virtual'noj modeli [Investigation of approaches to the virtual model building]. Mountain information-analytical bulletin (scientific and technical journal. 2014. No. 9. Pp. 312-316. (rus)
- [38]. Grekhneva E. A., Volovnik N. S., Repina V. I. Proektirovanie zdaniy i sooruzhenij: sovremennye tekhnologii [Design of buildings and structures: modern technologies]. Youth and the XXI century. K .: Publishing House "University Book". 2016. Pp. 219-223. (rus)
- [39]. Selyutina L. G., Timofeev S.V. Analiz zarubezhnogo opyta razvitiya i ispol'zovaniya tekhnologij informacionnogo modelirovaniya v stroitel'stve [Analysis of foreign experience in the development and use of information modeling technologies in construction]. Problems of economics and construction management in an environmentally oriented development. Tomsk: Izdatelstvo Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2015. Pp. 324-329. (rus)
- [40]. Grahov V. P., Mohnachev S. A., Manohin P. E., Ishtryakov A. H. Sovershenstvovanie organizatsii proektnyh работ putem vnedreniya tekhnologij informacionnogo modelirovaniya zdaniy [Improvement of the organization of design works by introducing the technologies of building information modeling]. Modern problems of science and education. 2015. No. 1-1. P. 615. (rus)

- [41]. Ehl'shejh A. M. Informacionnoe modelirovanie integrirovannoj avtomatizacii proektirovaniya i kalendarного планиrovaniya v stroitel'stve [Information modeling of integrated automation of design and scheduling in construction]. [Place of protection: Moscow State Building. University. 2015. 21 p. (rus)]
- [42]. Pajlevanyan B. S. Povyshenie urovnya ehkologicheskoy bezopasnosti i ehnergoehffektivnosti zdaniy na osnove intellektual'nyh tekhnologij [Increase of the level of ecological safety and energy efficiency of buildings on the basis of intellectual technologie]. [Place of protection: Moscow State Building University]. 2009. 23 p. (rus)
- [43]. Volynskov, V. EH. Informacionno-tekhnologicheskie metody proektirovaniya v arhitekturnom formoobrazovanii [Information and technological design methods in architectural shaping]. [Place of protection: Moscow Architectures Institute. 2012. 25 p. (rus)]
- [44]. Malinovskij M. E. Tekhnologii informacionnogo modelirovaniya v proektnyh organizacijah [Technologies of Information Modeling in Design Organizations]. Almanac of World Science. 2016. No.4-1(7). Pp. 121-122. (rus)
- [45]. Alekseev S. A., Tyshkevich A. V., Alekseeva A. S., CHernyhovskij B. A. Aktual'nost' vnedreniya informacionnogo modelirovaniya zdaniy v stroitel'stvo [Actuality of introduction of information modeling of buildings in construction // Scientific discussion: questions of engineering sciences]. 2016. No. 1 (31). Pp. 7-11. (rus)
- [46]. Ginzburg A.V. BIM-tekhnologii na protyazhenii zhiznennogo cikla stroitel'nogo ob"ekta [BIM-technologies during the life cycle of the construction site]. Information Resources of Russia. 2016. No. 5(153). Pp.28-31. (rus)
- [47]. Rumyanceva E.V., Manuhina L.A. BIM-tekhnologii: podhod k proektirovaniyu stroitel'nogo ob"ekta kak edinogo celogo [BIM-technologies: an approach to the design of a building object as a whole]. Modern science: actual problems and ways to solve them. 2015. No. 5(18). Pp. 33-36. (rus)
- [48]. Chetverik N.P. Poehtapnoe vnedrenie tekhnologij informacionnogo modelirovaniya (BIM) v stroitel'noj sfere [Step-by-step introduction of information modeling technologies (BIM) in the construction sector]. Vestnik. 2014. No. 12(191). Pp. 44-47. (rus)
- [49]. Chernyh M.A., YAKushev N.M. BIM-tekhnologiya i programmnye produkty na ego osnove v Rossii [BIM-technology and software products based on it in Russia]. Vestnik. 2014. No. 1 (61). Pp.119-121. (rus)
- [50]. Talapov V.V. CHto vliyaet na vnedrenie BIM v Rossii [What influences the implementation of BIM in Russia]. CAD and graphics. 2010. No. 11 (169). Pp.12-16. (rus)
- [51]. Chikovskaya I.I., Novozhenina I.N. Tendenciya razvitiya BIM v Rossii [The trend of BIM development in Russia]. CAD and graphics. 2014. No. 8 (214). Pp. 8-11. (rus)
- [52]. Ignatova E.V., Ehl'shejh A.M. Sostavlenie 4D grafika stroitel'stva na osnove BIM [Drawing up a 4D construction schedule based on BIM]. Natural and technical sciences. 2014. No. 9-10 (77). Pp. 265-267. (rus)
- [53]. Petrov M.P. Perekhod na BIM-tekhnologii v proektirovanii na primere Autodesk Revit [Transition to BIM-technologies in the design using the example of Autodesk Revit]. Modernization and research in the transport complex. 2015. No. 1. Pp. 447-449. (rus)
- [54]. Il'in V.V. BIM-informacionnoe modelirovanie zdaniy [BIM-information modeling of buildings]. ABOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and construction thermal physics. 2011. No. 3. Pp. 72-75. (rus)
- [55]. Golubin K.S. BIM-revolucionnaya tekhnologiya v sfere proektirovaniya [BIM-revolutionary technology in the field of design]. Collection of young Russia. Kemerovo: Publishing house Kuzbass State Technical University. 2015. 574p. (rus)
- [56]. Chernyhovskij B.A., Budko A.A., Potekhin A.A. Ispol'zovanie BIM-tekhnologij v stroitel'stve [Use of BIM-technologies in construction]. New technologies and problems of technical sciences. Novocherkassk: Publishing house Innovation Center for the Development of Education and Science. 2015. Pp.133-136. (rus)
- [57]. Astrahancev V. D., Zolotarev I. I. O vozmozhnosti integracii razvitiya geosistem i BIM-tekhnologij [On the possibility of integrating the development of geosystems and BIM-technologies]. Interexpo Geo-Sibir. 2016.No.1. Pp. 73-75. (rus)
- [58]. Mustafin N.SH., Baryshnikov A.A., Gorelov S.A. Povyshenie resursnoj proizvoditel'nosti na vsexh ehtahap proektirovaniya i stroitel'stva s pomoshch'yu programmnyh tekhnologij «BIM»[Increase of resource productivity at all stages of design and construction with the help of software technologies «BIM»].Regional development. 2016. No. 3. P. 6. (rus)
- [59]. Kupriyanovskij V.P., Sinyagov S.A., Namiot D.E., Bubnov P.M., Kupriyanovskaya YU.V. Novaya pyatiletka BIM – infrastruktura i umnye goroda [The new five-year plan BIM - infrastructure and smart cities]. International journal of open information technologies. 2016. No. 8. Pp. 20-35. (rus)
- [60]. Antipanov A.I. Konceptiya BIM v arhitekturnom proektirovanii, stroitel'stve i professional'nom obrazovanii [The concept of BIM in architectural design, construction and professional education]. Proceedings of the Magnitogorsk State

- Technical University named after. G.I. Nosov (Architecture, construction, education). Magnitogorsk: Publishing house Magnitogorsk State Technical University. G.I. Nosova. 2013. Pp. 66-71. (rus)
- [61]. Oolakaj Z.H. O primenenii BIM tekhnologij v proektirovanii zdaniy [On the application of BIM technologies in the design of buildings]. Bulletin of the Tuva State University. 2014. No. 3 (22). Pp. 58-62. (rus)
- [62]. Talapov V. V. Tekhnologiya BIM i ee svyazuyushchaya rol' dlya arhitektury raznykh ehpor [BIM technology and its connecting role for architecture of different epoch]. Balandinsky readings. 2015.No. 2. Pp. 325-328. (rus)
- [63]. Kozlova T.I., Kulikova S.O., Talapov V.V., Guan'in CH. BIM i pamyatniki derevyannoy arhitektury [BIM and monuments of wooden architecture]. Historical Informatics. Information technologies and mathematical methods in historical research and education. 2014. No. 2-3 (8-9). Pp. 50-73. (rus)
- [64]. Ignatova E.V. BIM-aktual'naya tendenciya v avtomatizacii proektirovaniya [BIM-actual trend in the automation of design]. Vestnik MGSU. 2009. No.1. Pp. 225-226. (rus)
- [65]. Kazus' A.I. Opyt ispol'zovaniya BIM tekhnologij pri proektirovanii 12-14-ehfazhnogo dvuhsekcionnogo zhilogo doma v Kazani [Experience of using BIM technologies in designing a 12-14-storey two-section apartment building in Kazan]. Housing construction. 2015. No.5. Pp. 56-61. (rus)
- [66]. Chubrik D. Kak pravil'no nachat' vnedrenie BIM, chtoby uspeshno ego zakonchit' [How to start the implementation of BIM to successfully finish it]. CAD and graphics. 2014. No. 12 (218). Pp. 26-27. (rus)
- [67]. Kozlikina YU.A., Vidyayev I.G. BIM modeli kak sovremennye informacionnye tekhnologii proektirovaniya proizvodstvennykh predpriyatij [BIM models as modern information technologies for designing manufacturing enterprises]. Proceedings of the National Research Tomsk Polytechnic University, 2014. Pp. 34-36. (rus)
- [68]. Chubrik D. Informacionnoe modelirovanie. Vnedrenie BIM: mify i real'nost' [Information modeling. The introduction of BIM: myths and reality]. CAD and graphics. 2014. No. 9 (215). Pp. 64-65. (rus)
- [69]. Pis'merov K. Vnedrenie BIM ot Autodesk: kak ehto sdelat' gramotno [Implementation of BIM from Autodesk: how to do it competently]. CAD and graphics. 2012. No. 4 (186). Pp. 61-64. (rus)
- [70]. Kozlova T.I. Tekhnologiya BIM kak osnova budushchego restavracionnogo proizvodstva [BIM technology as the basis for future restoration production]. Regional architectural and art schools. 2011. No. 1. Pp. 194-198. (rus)
- [71]. Ignatova E.V., Ignatov V.P. Analiz napravlenij issledovaniy, osnovannykh na koncepcii informacionnogo modelirovaniya stroitel'nykh ob'ektov [Analysis of directions of research based on the concept of information modeling of construction objects]. Vestnik MGSU. 2011. No. 1-1. Pp. 325-330. (rus)
- [72]. Susoev I.S. Plyusy i minusy vnedreniya BIM tekhnologij v stroitel'stve [Pros and cons of introducing BIM technologies in construction]. Bulletin of Science and Education. 2016. No. 6 (18). Pp. 116-117. (rus)
- [73]. Kostrova L.A. Primenenie BIM-tekhnologij v arhitekturnom obrazovanii [Application of BIM-technologies in architectural education]. Scientific works of SWorld. 2016.No. 1 (42). Pp. 42-45. (rus)
- [74]. Malinovskij M.E. BIM-reglament proektnoj organizacii [BIM-regulations of the project organization]. Almanac of world science. 2016. No. 4-1 (7). Pp. 123-124. (rus)
- [75]. Kraskovskij D. Vnedrenie BIM-tekhnologij – minimizaciya ceny pri uluchshenii kachestva i snizhenii vremennykh ramok [Introduction of BIM-technologies - price minimization with quality improvement and reduction of time frames]. CAD and graphics. 2015. No. 11 (229). Pp. 28-30. (rus)
- [76]. Kraskovskij D. BIM-tekhnologii yavlyayutsya sleduyushchim urovnem ehffektivnosti ispol'zovaniya SAPR-reshenij [BIM-technologies are the next level of efficiency of using CAD-solutions]. CAD and graphics. 2015. No. 12 (230). Pp. 60-61. (rus)
- [77]. Kraskovskij D. Preimushchestva BIM-tekhnologii v edinstve istochnika informacii ob ob'ekte [Advantages of BIM-technology in the unity of the source of information about the object]. CAD and graphics. 2015. No. 12 (230). Pp. 62-63. (rus)
- [78]. Mitin R. Rekonstrukciya promyshlennogo ob'ekta po tekhnologii BIM [Reconstruction of an industrial facility using BIM technology]. CAD and graphics. 2015. No. 6 (224). Pp. 34-35. (rus)
- [79]. Litvinenko E.V., Ustyuzhanina I.A. Primenenie informacionnogo modelirovaniya zdaniy (BIM-tekhnologij) v Rossii [Application of information modeling of buildings (BIM-technologies) in Russia]. Economics and business: theory and practice. 2015. No. 10. Pp. 64-66. (rus)
- [80]. Kasatkina K.A., Tarasova E.V., Ivannikova N.A., Citman T.O., Ivannikova A.A. Ispol'zovanie BIM-tekhnologij kak sredstvo proektirovaniya na primere ehskiznogo proekta duhovno-prosvetitel'skogo centra v gorode Ahtubinsk [Use of

BIM-technologies as a design tool on the example of a draft project of a spiritual and educational center in the city of Akhtubinsk]. Izvestiya of the Rostov State Building University. 2015. No. 19 (19). Pp. 122-128. (rus)

- [81]. Talapov V. Tekhnologiya BIM: standarty, klassifikatory i urovni zrelosti [BIM technology: standards, classifiers and maturity levels]. CAD and graphics. 2015. No. 2 (220). Pp. 6-10. (rus)
- [82]. Eastman C., Teicholz P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 648 p.
- [83]. Van Nederveen G.A., Tolman, F.P. Modelling multiple views on buildings // Automation in Construction. 1992. № 1 (3). Pp. 215–224.
- [84]. Nawari N. BIM Standard in Off-Site Construction // Journal of Architectural Engineering. 2012. № 18(2). Pp. 107–113.
- [85]. Peterson F., Hartmann T., Fruchter R., Fischer M Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned // Automation in Construction. 2010. № 20 (2). Pp. 115–125.
- [86]. Hardin B. BIM and Construction Management: proven tools, methods, and workflows. Indianapolis: Wiley Publishing, 2009. 364 p.
- [87]. Birchall S. BIM classification // Delta T. 2014. № 1. P. 27.
- [88]. Azhar, S et al. Building information modeling (BIM): now and beyond // Australasian Journal of Construction. Economics and Building. 2012. № 12 (4). Pp. 15-28.
- [89]. Eroshkin S. Y., Kallaur G. Y., Papikian L. M. Lean construction and BIM: complementing each other for better project management // Review of business and economics studies. 2016. № 4. Pp. 17-22.
- [90]. Jordani M. BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management // Journal for Building Information Modeling. 2010. Pp. 13-16.

Астафьева Н.С., Кибирева Ю.А., Васильева И.Л., Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий, Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, №8 (59). С. 41-62.

Astafieva A.N., Kibireva J.A., Vasileva I.L. Advantages of using and difficulties in implementing of building information modeling. Construction of Unique Buildings and Structures. 2017. 8(59). Pp. 41-62. (rus)