

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Трудности поэтапного внедрения BIM

В.В. Шарманов¹, А.Е. Мамаев², А.С. Болейко³, Ю.С. Золотова⁴

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251,
Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

ГК Эталон, 197348, г. Санкт-Петербург, Богатырский пр., 2

Информация о статье

УДК 69.001.5

История

Подана в редакцию 22 июля 2015

Ключевые слова

Информационное моделирование
зданий;
трудности внедрения;
проектирование;
строительство;
САПР;

АННОТАЦИЯ

В настоящее время происходит революция в сфере проектирования зданий и сооружений - во всех развитых странах внедряются BIM-технологии. К сожалению, в сложном многоэтапном процессе проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию есть ряд проблем с внедрением этой технологии. Цель данной работы - провести обзор поэтапного внедрения BIM. Рассмотрены три этапа (при двухстадийном проектировании). В результате сделаны выводы - рекомендации, которые смогут быть полезны профессионалам широкого круга.

Содержание

1.	Введение	109
2.	Обзор литературы	110
3.	Цели и задачи	110
4.	Основная часть	110
5.	Вывод	115

¹ Контактный автор:
+7(911)1747195, sharmanov_v@mail.ru (Шарманов Владимир Владимирович, магистрант)
² 89117642005, maev7@gmail.com (Мамаев Антон Евгеньевич, магистрант)
³ 8(965)0956552, good.kott@ya.ru (Болейко Александр Сергеевич, инженер)
⁴ 89217720251, yszolotova@gmail.com (Золотова Юлия Сергеевна, ассистент)

1. Введение

29 декабря 2014 года Министерство строительства и жилищно-коммунального и гражданского строительства (Минстрой России) с подписанием приказа №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» утвердило план поэтапного внедрения BIM в области промышленного и гражданского строительства [1].

BIM (Building Information Modeling) – Информационное моделирование зданий - процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от планирования до проектирования, выпуска рабочей документации, строительства, эксплуатации и сноса). В основе BIM лежит трехмерная информационная модель, на базе которой организована работа всех участников создания объекта строительства (Рис.1).

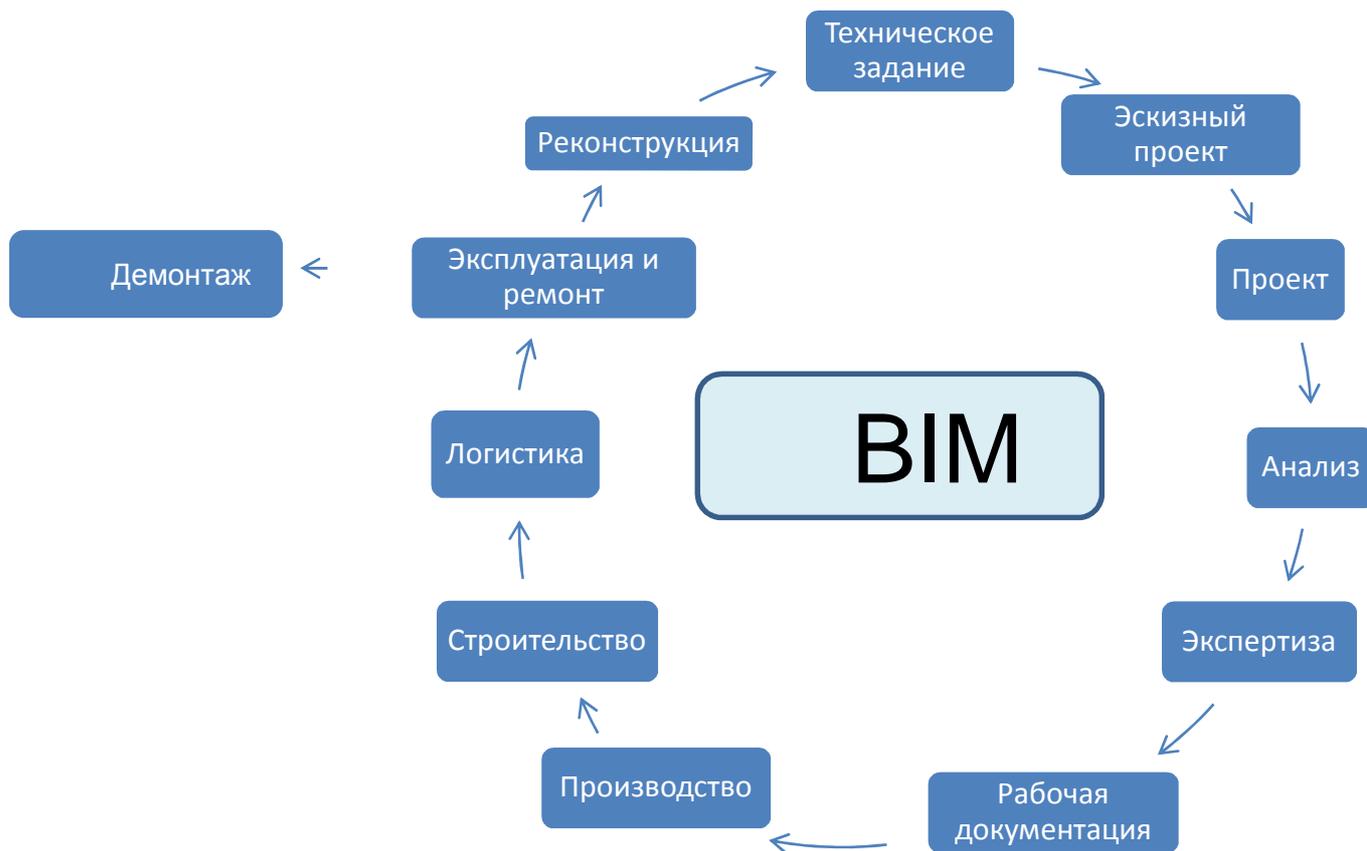


Рис. 1 Типовой процесс создания объекта строительства

В настоящее время в промышленно развитых странах (Великобритания, США, Германия) начали быстрыми темпами внедрять информационные технологии в проектирование. Так в США с 2003 года идет процесс внедрения BIM с созданием национальной BIM программы. В странах Европы и Азии с 2007 года. В 2011 года правительство Великобритании заявило о разработке специальной стратегии в строительстве. Цель стратегии, это уменьшение стоимости при строительстве и эксплуатации здания, а также сокращение выбросов углерода. Средством достижения поставленных целей было обязательное использование BIM технологий. При этом был разработан индекс оценки осуществления «владения» BIM, который условно разделен от 0 до 3 уровня. К 2016 году правительство намерено подойти к уровню 2. Следует пояснить, что подразумевается под уровнями 0,1,2,3.

- *Уровень 0* – это бумажный обмен информацией. Готовые чертежи, в основном, через бумажные носители или электронную форму бумаги передаются смежникам. Текстовая документация тоже, в основном, в бумажном виде циркулирует между участниками процесса, хотя производится она на компьютере.
- *Уровень 1* – это файловый обмен информацией, созданный совместно с несколькими участниками проекта. В компаниях этого уровня создаются двухмерные чертежи и трехмерная модель здания, состоящая из информационных элементов, но при этом не происходит *организованного* обмена информацией между участниками.

- *Уровень 2* – это процесс интеграции информационной модели в весь процесс проектирования. Каждый специалист – архитектор, инженер, конструктор - разрабатывает свою трехмерную информационную модель объекта с дальнейшим объединением в одну *единую*. Делается это для определения коллизий в проекте, также появляется возможность управления строительством согласно календарному графику, а также управлять стоимостью проекта.
- *Уровень 3* – это более детальная проработка уровня 2. 26 февраля в Англии окончательно определили, что такое уровень 3 и сообщили об этом миру. Этим объявлением была официально запущена новая британская программа информационного моделирования третьего уровня (BIM Level 3), которая получила громкое название Digital Built Britain.

Задача Зьего уровня – разработка методологии работы и жизни в цифровом формате на новом качественном уровне, изучение вопросов «информационной экономики», которая занимается высокопроизводительными вычислениями, интернетом вещей, в форме автоматических сенсоров для автоматизации процессов и пр. Этот уровень идет в параллели с разработкой стратегии «Умный» город и «интеллектуальные» системы для транспорта, энергетики.

Все предпринятые шаги со стороны государства дают толчок более быстрому развитию BIM технологий. В 2012 году в США более 70% участников строительного рынка заявили об использовании BIM технологии в своих проектах (данные компании McGraw Hill Construction), в Великобритании в 2013 году – 54% (по данным NBS, National BIM Report 2014). По данным сингапурского государственного агентства по строительству (BCA, Building & Construction Authority), в 2015 году более 80% всех строительных проектов будут выполняться исключительно согласно BIM-технологиям. Наиболее значимый вклад вносят США стандартом NBIMS-US*1 и Великобритания стандартом PAS 1192-2*2. Также ведутся разработки в Норвегии, Финляндии, Австралии, Испании, Дании, на территории Голландии, в Республике Сингапур, САР Гонконг и во многих других странах. В некоторых реализациях BIM-стандарт (является государственным, как PAS 1192-2 в Великобритании, в некоторых случаях носит рекомендательный характер, как NBIMS-US) в США и Singapore BIM Guide в Республике Сингапур. Но во всех случаях мы увидели серьезно проработанные документы, нацеленные как на строительную индустрию в целом, так и на экономию средств. Изучая российскую нормативную базу, мы с удивлением обнаружили утвержденный стандарт (ГОСТ Р ИСО 10303), относящийся к описанию любой информационной модели универсальным языком, независимо от конкретной САПР-системы.

Обзор литературы

С общей информацией о строительных материалах, рассматриваемых в данной статье, их физических характеристиках, свойствах и прочим можно ознакомиться во многих работах, таких как [4, 6, 8]. При более близком рассмотрении свойств материала, полезные сведения представляется возможным найти в следующих статьях и публикациях [7, 10, 11]. О методах лабораторных испытаний листовых отделочных материалов можно узнать из таких изданий, как [10, 13, 16, 19]. Тем не менее, в отечественной и зарубежной литературе нет достаточной информации об испытаниях СМЛ.

2. Обзор литературы

Анализ зарубежной научно-исследовательской литературы показал большое количество публикаций об эффективности внедрения BIM [3-12]. Авторы статьи [10] подчеркивают эффективность BIM при календарном планировании и оценки стоимости строительства зданий и сооружений. Статьи [13-18] посвящены взаимодействию BIM и стратегии «зеленого» строительства.

В отечественной литературе большое количество источников по обучению с инструментами BIM, но, к сожалению, недостаточно публикаций по теме исследования [19].

3. Цели и задачи

Цель данной статьи обзор особенностей создания информационной модели на каждом этапе.

4. Основная часть

BIM подразумевает получение в итоге модели наполненной информацией таких разделов как АР, КР, ПОС, ОВ и ВК и т.д. На сегодняшний день уже имеются лидеры в России которые активно применяют BIM технологии в своей практике, такие как «ГК» Эталон» Санкт –Петербург, «Легион-проект» г. Челябинск, НПФ «Металлипресс» г. Нижний Новгород, Бамстроймеханизация» в г. Сочи, и АЕСОМ г. Москва. Но и к сожалению большинство компаний находятся на начальном этапе внедрения BIM технологий и максимально чем ограничиваются это разработкой раздела АР. При этом надо сказать что сегодняшний

BIM появился не вчера, а намного раньше, где одним из первых программных комплексов для решения трехмерной визуализации и информативности модели компанией Autodesk был представлен программный комплекс ArchiCAD, и он существует на рынке аж с 1984 года. А причин медленного внедрения можно назвать несколько:

1. **Несовершенное программное обеспечение.** Сегодня BIM программы не приспособлены к выпуску проектной и иной документации к Российским стандартам. При работе в программе Revit компанией Autodesk возникают различные ошибки (в большинстве при использовании не лицензионного продукта) в пересечении криволинейных плоскостей и т.п.
2. **Достаточно дорогостоящее программное обеспечение BIM.** Если рассматривать программные продукты Autodesk которые позволяют работать в BIM пространстве такие как Revit, Navisworks то стоимость их варьируется от двухсот тысяч рублей до четырехсот тысяч рублей за одну лицензию, а программные продукты компании Tekla и того доходит до миллиона рублей на оформление одного рабочего места. Порою не все компании могут позволить себе такое.
3. **Проблема в освоении BIM.** Практически все проектные организации применяют в той или иной степени программные продукты для черчения в своей работе и переход на BIM им кажется более чем обычная процедура установки новой программы, где тот же проектировщик сядет за свое рабочее место и будет дальше работать без изменения своего ритма. Это как раз и приводит к недооценки возникающей проблемы. Переход на BIM заключается в изменении самого мышления самого проектировщика и подхода к проектированию, а не смена программных продуктов. Порою проектировщику проще прочертить какой-нибудь сложный узел в 2D формате со всех сторон с высокой степенью детальности используя простые инструменты (долго и муторно, но возможно), а в BIM программе он испытает небольшую сложность, опять возвращаясь к несовершенству программных продуктов.
4. **Однополярность проектировщиков.** Уже сегодня можно увидеть, как многие из выше представленных компании применяют активно BIM технологии, то это скорее исключение, чем правило. Все же имеется достаточное количество проектировщиков, которые разделяют мнение что от 2D проектирования нам никуда не деться, и что AutoCAD является единственной программой, которая в полной мере может воплотить задуманное в жизнь. Опять же ссылаясь на несовершенство программ и отсутствие каких-либо программ для разработки каких-либо чертежей.
5. **Медленное внедрение BIM программ в учебные заведения.** Сегодняшнее образование очень медленно поспевает за развитием новых технологий, проходя через машину бюрократических проволочек. Да и многие преподаватели сами до сих пор не понимают, что такое BIM –технология. Происходит отрыв образования от реальности.
6. **Слабая озабоченность государства к данным технологиям.** Хотя мы видим, что Министерство строительства и жилищно-коммунального и гражданского строительства (Минстрой России) приняло концепцию развития BIM технологий в России до 2017г., но все же медленно начало реагировать на развитие данного направления при том что проектные организации за несколько лет до этого уже использовали эти технологии.

Если смотреть всю структуру строительства, то её можно разделить на 3 этапа (при двухстадийном проектировании).

1. **Предпроектная (Эскизный проект)** - где формируется эскизная трехмерная модель будущего строительного объекта с показанием основных характеристик. На этом этапе возможность получения вариантов технико-экономических показателей объекта позволяет нам сделать вывод об оптимальных архитектурных, объемно-планировочных, конструктивных, инженерных решениях. В последствии это становится одним из решающих факторов экономии от внедрения BIM.

2. **Проектная-** продолжается работа проектной организации с эскизной моделью где формируется проектная модель для придания ей точных границ с привязкой всех необходимых параметров конструкций, входящих в проектную модель. На этом этапе и происходит согласование будущего проекта с государственными структурами с получением разрешения на строительство.

3. **Разработка рабочей документации,** на основе утвержденного и согласованного проекта, как раз на этом этапе происходит формирование рабочей модели, которая и позволяет формировать необходимые чертежи для строительства.

Рассмотрим каждый этап по отдельности и проследим трансформацию будущей модели из «Эскизной» до «Рабочей».

Рассмотрим Этап 1. На данном этапе создается упрощенную модель объекта строительства в течении довольно короткого времени и представляет собой, несущая в себе информацию о внешнем облике будущего здания, основные технико-экономические показатели. Большое значение отводится на психологическое воздействие на будущего инвестора. Модель создается архитекторами, инженерами, конструкторами. Архитектор может предусмотреть технические, художественные, экономические, экологические, социальные и другие требования, предъявляемые к будущему объекту, объемно-планировочные решения согласно спецификам региональных и местных норм. На данном этапе рекомендуется предусмотреть вариантность видов строительных материалов, а также вариантность конструктивных решений при проектировании объекта. Это позволит более четко рассчитать стоимость будущего объекта, сократить сроки на переделки проекта на более поздних стадиях проектирования.

Рассмотрим этап 2. На этом этапе происходит трансформация модели от «Эскизной» до «Проектной». Происходит формирование BIM –модели или другими словами процесс коллективного создания модели всеми участниками инвестиционно-строительного процесса. Как раз на этом этапе каждый специалист (инженер – проектировщик) работает в своей области и формирует модель своего раздела. При разработке Конструктивных и объемно-планировочных решений, а также инженерного обеспечения инженеры-проектировщики уже работает с эскизной моделью максимально приближенной к концепции заказчика. При этом инженеры-проектировщики увязывают принимаемые проектные решения с проектными решениями по другим разделам (частям) проекта, обеспечивают соответствие разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам по проектированию и строительству, а также заданию на их разработку. Осуществляет авторский надзор за строительством проектируемых объектов, консультирует по вопросам, входящим в его компетенцию. Участвует в анализе и обобщении опыта разработки проектов и их реализации в строительстве и на этой основе готовит предложения о целесообразности корректировки принятых общих и принципиальных проектных решений и т.д. На этом этапе начинают создаваться следующие разделы проектной документации в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" (16 февраля 2008 г.):

- Раздел 2 Схема планировочной организации земельного участка
- Раздел 3 Архитектурные решения
- Раздел 4 Конструктивные и объемно-планировочные решения
- Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений" должен состоять из следующих подразделов:
 - а) подраздел Система электроснабжения
 - б) подраздел Система водоснабжения
 - в) подраздел Система водоотведения
 - г) подраздел Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети
 - д) подраздел Сети связи
 - е) подраздел Система газоснабжения
 - ж) подраздел Технологические решения
- Раздел 6 Проект организации строительства
- Раздел 8 Перечень мероприятий по охране окружающей среды
- Раздел 9 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности
- Раздел 10 Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов
- Раздел 11 Смета на строительство объектов капитального строительства
- Раздел 12 Иная документация

На второй стадии формируется полное представление о будущем объекте. Здесь необходима слаженная работа BIM координатора или BIM- менеджера которые будут управлять процессом моделирования будущего объекта. По сути BIM- менеджер существует параллельно с руководителем проекта. Иными словами, это заместитель ГИПов и ГАПов. Его обязанности варьируются от управления данными модели проекта до разработки стратегии моделирования с возможностью варианности будущих проектных решений, проверка модели на коллизии, обеспечение работников необходимыми семейными элементами, обучение по программным продуктам. На данный момент лидером среди большого количества программного обеспечения разработанного для BIM является Autodesk Revit ([35], рис.2).

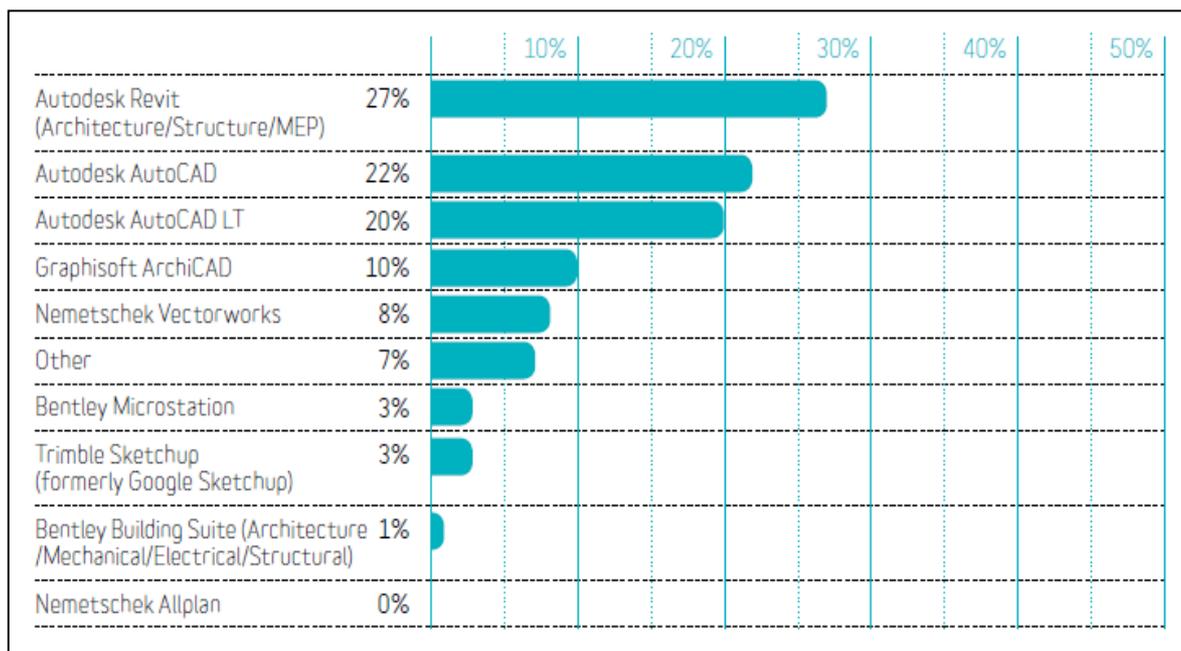


Рис.2 Мировая статистика по платформам

Можно определить несколько важных моментов в работе BIM- менеджера:

- Стратегия при создании модели (от эскизной модели к проектной, наиболее вероятную работу с моделью),
- Возможность предусмотреть вариантность модели (в зависимости от конструктивных особенностей и использованных материалов)
- Контроль создания рабочих наборов,
- Разработка правил работы с моделью (количество и время создания резервных копий ит.п.),
- Создание единой базы типовых элементов,
- Отслеживание наполнение модели информацией,
- Координация работы архитекторов, инженеров, конструкторов
- Анализ выполненных работ и т.д.

В итоге если сравнивать BIM- менеджера с руководителем проекта, который поэтапно воплощает проект в жизнь, то BIM –менеджер обеспечивает запуск работы с информационной моделью проекта.

- В результате слаженной работы всех участников, задействованных при создании модели можно получить
- поэтажные планы зданий и сооружений с указанием размеров и экспликации помещений;
 - чертежи характерных разрезов зданий и сооружений с изображением несущих и ограждающих конструкций, указанием относительных высотных отметок уровней конструкций, полов, низа балок, ферм, покрытий с описанием конструкций кровель и других элементов конструкций;
 - чертежи фрагментов планов и разрезов, требующих детального изображения;
 - схемы каркасов и узлов строительных конструкций;
 - планы перекрытий, покрытий, кровли; схемы расположения ограждающих конструкций и перегородок;
 - план и сечения фундаментов.
 - принципиальные схемы электроснабжения электроприемников от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения, сети освещения, в том числе промышленной площадки и транспортных коммуникаций, - для объектов производственного назначения
 - принципиальную схему сети аварийного освещения;
 - схемы заземлений (занулений) и молниезащиты
 - план сетей электроснабжения
 - принципиальные схемы систем водоснабжения объекта капитального строительства
 - план сетей водоснабжения.
 - принципиальные схемы систем канализации и водоотведения объекта капитального строительства

- принципиальные схемы прокладки наружных сетей водоотведения, ливнестоков и дренажных вод
 - план сетей водоотведения
 - принципиальные схемы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
 - схему паропроводов (при наличии)
 - схему холодоснабжения (при наличии)
 - план сетей теплоснабжения
 - принципиальные схемы сетей связи, локальных вычислительных сетей (при наличии) и иных слаботочных сетей на объекте капитального строительства
 - планы размещения оконечного оборудования, иных технических, радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств (при наличии)
 - план сетей связи, схему маршрута прохождения газопровода с указанием границ его охранной зоны и сооружений на газопроводе
 - план расположения производственных объектов и газоиспользующего оборудования с указанием планируемых объемов использования газа - для объектов производственного назначения
 - план расположения объектов капитального строительства и газоиспользующего оборудования с указанием планируемых объемов использования газа - для объектов непроизводственного назначения
- план сетей газоснабжения

На этом этапе преимуществом использования BIM станут:

- выполнение качественной проектно-сметной документации,
- отсутствие срывов сроков при проектировании,
- подготовка вариантов проектных решений,
- окончательное формирование проектной информационной модели.

При этом уже здесь можно получить всю необходимую рабочую документацию.

Согласно исследованиям американского ученого Патрика Маклими - при BIM проектировании происходит перераспределение рабочего времени (Рис.3).

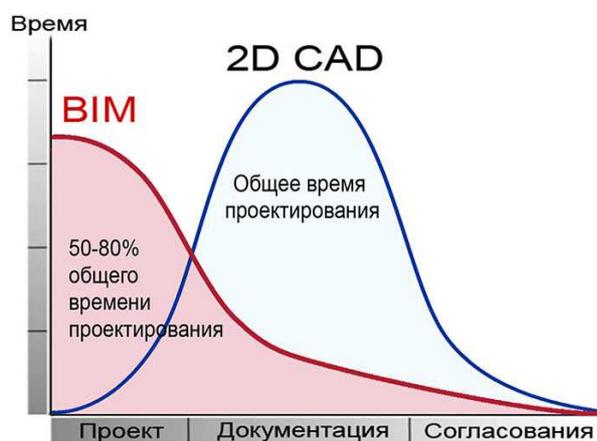


Рис.3 Перераспределение рабочего времени

В целом в сравнении с 2D проектированием основное время тратится как раз на этапе проектирования с привлечением всех специалистов задействованных в работе с моделью, в том числе экономистов. В связи с этим имеется возможность раньше подготовить проектно-сметную документацию для согласования и экспертизы.

Рассмотрим более подробно третий этап. После согласования окончательного варианта проектно-сметной документации будущего объекта с государственными структурами происходит формирование рабочей модели и комплектование рабочих чертежей.

Из информационной модели можно получить:

- рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, объединенные по комплектам;
- рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, объединенные по комплектам

- рабочую документацию на строительные изделия
- эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий
- спецификации оборудования, изделий и материалов
- другую прилагаемую документацию, предусмотренную соответствующими стандартами Системы проектной документации для строительства (СПДС);

Рассмотрим более подробно. Переход от эскизной до проектной модели занимает довольно короткие временные рамки, но если на этом этапе более детально и качественно формировать модель, то в дальнейшем она уже сможет перенести из стадии «предпроект» до 30% информации в стадию «проект» в свою очередь сократив сроки при дальнейшем проектировании, а вот для перехода от проектной к рабочей документации характерны длительные временные рамки. Порою согласование проекта может длиться не один год. В связи с этим может меняться актуальность согласованного проекта и соответственно стоимость проекта. После успешного согласования проекта происходит формирование рабочей документации с разработкой рабочей модели. Рабочая модель отличается от проектной, так как она содержит гораздо большее количество деталей и адаптирована к современным условиям реализации инвестиционно-строительного проекта. По сути, происходит замена строительных материалов, отклонения от проектного положения, может коснуться и изменения конструктива, т.е. всего, на что не требуется согласование, и тут начинается «свобода мысли менеджеров» каким образом произвести удешевление проекта? И как быстро этот проект реализовать? В обоих случаях страдает качество.

Арсентий Сидоров, генеральный директор ООО «НТЦ»Эталон» («ГК» Эталон»), отметил: *«Прозрачность BIM-модели становится хорошим аргументом при поиске финансирования. С помощью модели инвестор может видеть, как именно работают его деньги, может правильно планировать денежные потоки, увязывая их с календарным графиком проекта. В нашей отрасли нередки случаи, когда инвестор, профинансировав 30% стоимости проекта, приезжал на объект и видел лишь фундаментную плиту. Применение BIM может значительно сократить подобные риски».*

Анализируя комментарий А. Сидорова можно сказать, что BIM-это отличный инструмент для финансового планирования проекта, а в последствие контроля строительства.

Как раз на этом ключевом месте необходимо поставить для себя такие задачи, чтобы на выходе с проектной стадии проектирования «Проектная модель» максимально соответствовала «Рабочей модели» в связи с чем также будут достигнуты вопросы стоимости, качества и времени реализации проекта. Решением такой проблемы может применение интегрированного подхода к инвестиционно-строительному проекту всех участников, т.е. вовлечение владельцев объекта, архитектурных мастерских и инженерных проектировщиков, руководителей строительства, эксплуатирующей организации, субподрядчиков и поставщиков материалов и оборудования, а также инициативные группы, которые формируются из числа будущих пользователей объекта. Так же необходимо предусмотреть вариативность «Рабочей модели» с теми или иными материалами и просчитать их экономический эффект с учетом экономической ситуации в стране. Это позволит более четко понять, что мы будем иметь во времени, а также непосредственно участникам проекта оперативно работать с «Рабочей моделью» не теряя время на её переработку. В свою очередь это ведет к сокращению погрешности стоимости строительства, позволит оптимизировать календарные графики с привязкой по значимости выполняемых работ, а соответственно и затрат на них, и более оперативно контролировать план-факт работ всех участников строительного процесса.

5. Вывод

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо повышать уровень образования в BIM технологиях, среди нынешнего профессионально сообщества проектировщиков и будущих специалистов.
2. Необходимо проработать вопросы этапности создания BIM модели и определить требования к наполняемости модели по разделам проектной документации в соответствии с 87 Постановлением РФ «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
3. В существующей ситуации пока что государством не предприняты шаги решительные шаги по урегулированию взаимодействия среди пользователей BIM технологий. В связи с чем, профессиональным сообществам сформировать необходимые методики для создания BIM модели и вынести их на рассмотрение в соответствующие министерства РФ.

Литература

- [1] Интернет-ресурс URL:<http://minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/> (Дата обращения: 14.02.15)
- [2] NBS National BIM report 2014 (2013)
- [3] Fernando, G., Blanco, B., Chen, H. The Implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry (2014) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 138, pp. 510-520.
- [4] Kristianto, M.A., Utama, N.A., Fathoni, A.M. Analyzing Indoor Environment of Minahasa Traditional House Using CFD (2014) *Procedia Environmental Sciences*, 20, pp. 172-179.
- [5] Cambeiro, F.P., Barbeito, F. P., Castaño, I. G., Bolívar, M. F., Rodríguez, J.R. Integration of Agents in the Construction of a Single-family House through Use of BIM Technology (2014) *Procedia Engineering*, 69, pp. 584-593.
- [6] Asojo, A.O. Connecting Academia with Industry: Pedagogical Experiences from a Collaborative Design Project (2013) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 105, pp. 304-313.
- [7] Romanov, N.P., Averyanova, O.V., Mkhitarian, A.G. Architectural visualization in Lumion (2014) *Construction of Unique Buildings and Structures*, 7(22), pp.239-252.
- [8] Chalfoun, N. Greening University Campus Buildings to Reduce Consumption and Emission while Fostering Hands-on Inquiry-based Education (2014) *Procedia Environmental Sciences*, 20, pp. 288-297.
- [9] Porter, S., Tan, T., West, G. Breaking into BIM: Performing static and dynamic security analysis with the aid of BIM (2014) *Automation in Construction*, 40, pp.84-95.
- [10] Reizgevičius, M., Ustinovičius, L., Rasiulis, R. Efficiency Evaluation of 4D CAD Model (2013) *Procedia Engineering*, 57, pp. 945-951.
- [11] Ramesh, K. M., Santhi, H.M. Constructability Assessment of Climbing Formwork Systems Using Building Information Modeling (2014) *Procedia Engineering*, 643, pp.1129-1138.
- [12] Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., Ustinovichius, L. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation (2013) *Procedia Engineering*, 57, pp.767-774.
- [13] Horvat, M., Dubois, M.-C. Tools and Methods for Solar Design—An Overview of IEA SHC Task 41, Subtask B (2012) *Energy Procedia*, 30, pp. 1120-1130.
- [14] Colucci, A., Horvat, M. Making Toronto Solar Ready: Proposing Urban Forms for the Integration of Solar Strategies (2012) *Energy Procedia*, 30, pp. 1090-1098.
- [15] Shaaban, W.A., Neama, A. Protect our Environment through Developing Architectural Design towards Sustainability by Applying its Principles into Design Tools (2012) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, pp. 735-751.
- [16] Caldwell, G.A., Woodward, S. First Year Design “Visualisation II”: The Hybridisation of Analogue and Digital Tools (2012) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, pp.989-994.
- [17] Chen, D., Li, J., Liang, S., Wang, G. Macroeconomic control, political costs and earnings management: Evidence from Chinese listed real estate companies (2011) *China Journal of Accounting Research*, 4(3), pp. 91-106.
- [18] Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. – McGraw-Hill Construction, 2010.
- [19] Арсеньев Д.Г., Ватин Н.И. Международное сотрудничество в строительном образовании и науке *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012. № 2. С. 1-5.
- [20] Речинский А.В., Ватин Н.И., Гамаюнова О.С., Усанова К.Ю. Фундаментальность и политехничность строительного образования при использовании moodle *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012. № 2. С. 6-17.
- [21] Арсеньев Д.Г., Ватин Н.И., Высоцкий А.Е. Международная политехническая летняя школа “civil engineering and design” в СПбГПУ *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012. № 5. С. 1-5.
- [22] Арсеньев Д.Г., Речинский А.В., Швецов К.В., Ватин Н.И., Гамаюнова О.С. Программа «5-100-2020»: привлечение иностранных студентов в спбпу на обучение по инженерно-строительным направлениям. *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2014. № 8 (23). С. 21-35.
- [23] Arseniev D.G., Rechinsky A.V., Shvetsov K.V., Vatin N.I., Gamayunova O.S. Activities of civil engineering institute to attract foreign students for training in civil engineering programs *Applied Mechanics and Materials*. 2014. T. 635-637. С. 2076-2080.
- [24] Vatin N., Nemova D., Khazieva L., Chernik D. Distant learning course “energy efficient refurbishment management” *Applied Mechanics and Materials*. 2014. T. 635-637. С. 2057-2062.

- [25] Usanova K., Rechinsky A., Vatin N. Academy of construction for university applicants as a tool of university online marketing. Applied Mechanics and Materials. 2014. T. 635-637. C. 2090-2094.
- [26] Relevance of education in construction safety area Nikolay Vatin, Olga Gamayunova and Daria Petrosova Applied Mechanics and Materials Vols. 635-637 (2014) pp 2085-2089 Submitted: 21.07.2014
doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.635-637.2085
- [27] Arsenyev, D.G., Vatin, N.I. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v stroitelnom obrazovanii i nauke [International cooperation in construction education and research] (2012) Construction of Unique Buildings and Structures, (2), pp. 1-5.
- [28] Rechinskiy, A.V., Vatin, N.I., Gamayunova, O.S., Usanova, K.Yu. Fundamentalnost i politekhnichnost stroitel'nogo obrazovaniya pri ispolzovanii moodle [Fundamentalism and "politekhnichnost" of construction education using moodle] (2012) Construction of Unique Buildings and Structures, (2), pp. 6-17.
- [29] Arsenyev, D.G., Vatin, N.I., Vysotskiy, A.Ye. Mezhdunarodnaya politekhnicheskaya letnyaya shkola "Civil Engineering and Design" v SPbPU [International polytechnical summer school "Civil Engineering and Design" in SPbSPU] (2012) Construction of Unique Buildings and Structures, (5), pp. 1-5.
- [30] Arsenyev, D.G., Rechinskiy, A.V., Shvetsov, K.V., Vatin, N.I., Gamayunova, O.S. Programma «5-100-2020»: privlechenie inostrannykh studentov v SPbPU na obuchenie po inzhenerno-stroitel'nykh napravleniyam [The program "5-100-2020": engagement of foreign students in SPbSPU for studying engineering and construction areas] (2014) Construction of Unique Buildings and Structures, 8(23), pp. 21-35.
- [31] Arseniev, D.G., Rechinskiy, A.V., Shvetsov, K.V., Vatin, N.I., Gamayunova, O.S. Activities of civil engineering institute to attract foreign students for training in civil engineering programs (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2076-2080.
- [32] Vatin, N., Nemova, D., Khazieva, L., Chernik, D. Distant learning course "Energy efficient refurbishment management" (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2057-2062.
- [33] Usanova, K., Rechinsky, A., Vatin, N. Academy of construction for university applicants as a tool of university online marketing (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2090-2094.
- [34] Vatin, N., Gamayunova, O., Petrosova, D. Relevance of education in construction safety area (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2085-2089
- [35] NBS National BIM report 2014 (2013)

Difficulties of incremental BIM implementation

V.V. Sharmanov¹, A.E. Mamaev², A.S. Boleiko³, J.S. Zolotova⁴.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

Etalon Group,2, Bogatyrsky prospect, St. Peterburg, Russia, 197348.

ARTICLE INFO	Article history	Keywords
scientific article	Received 22 July 2015	BIM; building information modeling; implementation; building design; operation and maintenance;
doi:		

ABSTRACT

A revolution in the building design is currently undergoing - all developed countries are implementing BIM. Unfortunately, in the complex multistep process of design, building, operation and maintenance there is a number of difficulties with the introduction of this technology. The aim of this paper is to review the phased implementation of BIM. Three stages are considered. As a result of the findings authors propose recommendations that can be useful to different professionals.

Corresponding author:

1. +7(911)1747195, sharmanov_v@mail.ru (Vladimir Vladimirovich Sharmanov, Master Student)
2. 89117642005, mamaev7@gmail.com (Anton Evgenyevich Mamaev, Master Student)
3. 8(965)0956552, good.kott@ya.ru (Aleksandr Sergeevich Boleiko, Engineer)
4. 89217720251, yszolotova@gmail.com (Julia Sergeevna Zolotova, Assistant)

References

- [1] Internet-resource URL:<http://minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/> (Data obrashcheniya: 14.02.15)
- [2] NBS National BIM report 2014 (2013)
- [3] Fernando, G., Blanco, B., Chen, H. The Implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry (2014) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 138, pp. 510-520.
- [4] Kristianto, M.A., Utama, N.A., Fathoni, A.M. Analyzing Indoor Environment of Minahasa Traditional House Using CFD (2014) *Procedia Environmental Sciences*, 20, pp. 172-179.
- [5] Cambeiro, F.P., Barbeito, F. P., Castaño, I. G., Bolívar, M. F., Rodríguez, J.R. Integration of Agents in the Construction of a Single-family House through Use of BIM Technology (2014) *Procedia Engineering*, 69, pp. 584-593.
- [6] Asojo, A.O. Connecting Academia with Industry: Pedagogical Experiences from a Collaborative Design Project (2013) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 105, pp. 304-313.
- [7] Romanov, N.P., Averyanova, O.V., Mkhitarian, A.G. Architectural visualization in Lumion (2014) *Construction of Unique Buildings and Structures*, 7(22), pp.239-252.
- [8] Chalfoun, N. Greening University Campus Buildings to Reduce Consumption and Emission while Fostering Hands-on Inquiry-based Education (2014) *Procedia Environmental Sciences*, 20, pp. 288-297.
- [9] Porter, S., Tan, T., West, G. Breaking into BIM: Performing static and dynamic security analysis with the aid of BIM (2014) *Automation in Construction*, 40, pp.84-95.
- [10] Reizgevičius, M., Ustinovičius, L., Rasiulis, R. Efficiency Evaluation of 4D CAD Model (2013) *Procedia Engineering*, 57, pp. 945-951.
- [11] Ramesh, K. M., Santhi, H.M. Constructability Assessment of Climbing Formwork Systems Using Building Information Modeling (2014) *Procedia Engineering*, 643, pp.1129-1138.
- [12] Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., Ustinovichius, L. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation (2013) *Procedia Engineering*, 57, pp.767-774.
- [13] Horvat, M., Dubois, M.-C. Tools and Methods for Solar Design—An Overview of IEA SHC Task 41, Subtask B (2012) *Energy Procedia*, 30, pp. 1120-1130.
- [14] Colucci, A., Horvat, M. Making Toronto Solar Ready: Proposing Urban Forms for the Integration of Solar Strategies (2012) *Energy Procedia*, 30, pp. 1090-1098.
- [15] Shaaban, W.A., Neama, A. Protect our Environment through Developing Architectural Design towards Sustainability by Applying its Principles into Design Tools (2012) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, pp. 735-751.
- [16] Caldwell, G.A., Woodward, S. First Year Design “Visualisation II”: The Hybridisation of Analogue and Digital Tools (2012) *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, pp.989-994.
- [17] Chen, D., Li, J., Liang, S., Wang, G. Macroeconomic control, political costs and earnings management: Evidence from Chinese listed real estate companies (2011) *China Journal of Accounting Research*, 4(3), pp. 91-106.
- [18] Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. – McGraw-Hill Construction, 2010.
- [19] Arsenyev D.G., Vatin N.I. Mezhdunarodnoye sotrudnichestvo v stroitelnom obrazovanii i nauke Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2012. № 2. S. 1-5.
- [20] Rechinskiy A.V., Vatin N.I., Gamayunova O.S., Usanova K.Yu. Fundamentalnost i politekhnichnost stroitel'nogo obrazovaniya pri ispolzovanii moodle Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2012. № 2. S. 6-17.
- [21] Arsenyev D.G., Vatin N.I., Vysotskiy A.Ye. Mezhdunarodnaya politekhnicheskaya letnyaya shkola “civil engineering and design” v SPbGPU Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2012. № 5. S. 1-5.
- [22] Arsenyev D.G., Rechinskiy A.V., Shvetsov K.V., Vatin N.I., Gamayunova O.S. Programma «5-100-2020»: privlecheniye inostrannykh studentov v spbpu na obucheniye po inzhenerno-stroitel'nym napravleniyam. Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2014. № 8 (23). S. 21-35.
- [23] Arseniev D.G., Rechinskiy A.V., Shvetsov K.V., Vatin N.I., Gamayunova O.S. Activities of civil engineering institute to attract foreign students for training in civil engineering programs *Applied Mechanics and Materials*. 2014. T. 635-637. S. 2076-2080.
- [24] Vatin N., Nemova D., Khazieva L., Chernik D. Distant learning course “energy efficient refurbishment management” *Applied Mechanics and Materials*. 2014. T. 635-637. S. 2057-2062.

- [25] Usanova K., Rechinsky A., Vatin N. Academy of construction for university applicants as a tool of university online marketing. Applied Mechanics and Materials. 2014. Т. 635-637. S. 2090-2094.
- [26] Relevance of education in construction safety area Nikolay Vatin, Olga Gamayunova and Daria Petrosova Applied Mechanics and Materials Vols. 635-637 (2014) pp 2085-2089 Submitted: 21.07.2014 doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.635-637.2085
- [27] Arsenyev, D.G., Vatin, N.I. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v stroitel'nom obrazovanii i nauke [International cooperation in construction education and research] (2012) Construction of Unique Buildings and Structures, (2), pp. 1-5.
- [28] Rechinskiy, A.V., Vatin, N.I., Gamayunova, O.S., Usanova, K.Yu. Fundamentalnost i politekhnichnost stroitel'nogo obrazovaniya pri ispolzovanii moodle [Fundamentalism and "politekhnichnost" of construction education using moodle] (2012) Construction of Unique Buildings and Structures, (2), pp. 6-17.
- [29] Arsenyev, D.G., Vatin, N.I., Vysotskiy, A.Ye. Mezhdunarodnaya politekhnicheskaya letnyaya shkola "Civil Engineering and Design" v SPbPU [International polytechnical summer school "Civil Engineering and Design" in SPbSPU] (2012) Construction of Unique Buildings and Structures, (5), pp. 1-5.
- [30] Arsenyev, D.G., Rechinskiy, A.V., Shvetsov, K.V., Vatin, N.I., Gamayunova, O.S. Programma «5-100-2020»: privlechenie inostrannykh studentov v SPbPU na obuchenie po inzhenerno-stroitel'nykh napravleniyam [The program "5-100-2020": engagement of foreign students in SPbSPU for studying engineering and construction areas] (2014) Construction of Unique Buildings and Structures, 8(23), pp. 21-35.
- [31] Arseniev, D.G., Rechinskiy, A.V., Shvetsov, K.V., Vatin, N.I., Gamayunova, O.S. Activities of civil engineering institute to attract foreign students for training in civil engineering programs (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2076-2080.
- [32] Vatin, N., Nemova, D., Khazieva, L., Chernik, D. Distant learning course "Energy efficient refurbishment management" (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2057-2062.
- [33] Usanova, K., Rechinsky, A., Vatin, N. Academy of construction for university applicants as a tool of university online marketing (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2090-2094.
- [34] Vatin, N., Gamayunova, O., Petrosova, D. Relevance of education in construction safety area (2014) Applied Mechanics and Materials, 635-637, pp. 2085-2089
- [35] NBS National BIM report 2014 (2013)
- Шарманов В.В., Мамаев А.Е., Болейко А.Е., Золотова Ю.С., Трудности поэтапного внедрения BIM // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №10 (37). С. 108-120.*
- Sharmanov V.V., Mamaev A.E., Boleiko A.S., Zolotova J.S., Difficulties of incremental BIM implementation. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 10 (37), Pp. 108-120. (rus)*