

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Грахов В.П.¹, Мохначев С.А.², Манохин П.Е.¹, Иштряков А.Х.¹

¹ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», Ижевск, Россия (426069, Ижевск, ул. Студенческая, 7), e-mail: pgs@istu.ru;

²НОУ ВПО «Восточно-Европейский институт», (426008, Ижевск, ул. Пушкинская, 268), e-mail: sa195909@yandex.ru

В статье исследованы возможности совершенствования организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий. Авторы отмечают, что в развитии современной строительной индустрии выделяют две основные тенденции: зеленое строительство и применение технологии информационного моделирования здания. Интегрированный проектный процесс (integrated design process, IDP) можно определить как подход к реализации проекта строительства, обеспечивающий достижение заданных показателей производительности объекта: уровня энергетической эффективности, соответствия требованиям рейтинговой системы, исполнения графика строительства, соблюдения бюджета и др. Подход опирается на сотрудничество мультидисциплинарной управляющей команды, члены которой принимают решения совместно, основываясь на целостном восприятии проекта и разностороннем видении проблем. В статье обобщен опыт зарубежных фирм организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий (building information modeling, BIM). В статье определено, что это технология оптимизации процессов проектирования и строительства, в основе которой лежат использование единой модели здания и обмен информацией о любом объекте всеми участниками на протяжении всего жизненного цикла – от замысла владельца и первых набросков архитектора до технического обслуживания готового здания. Инструментарий BIM призван исключить избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании, а его применение в проектировании позволит отечественным организациям обеспечить рост производительности и качества работы.

Ключевые слова: интегрированный проектный процесс, BIM, технология проектирования, строительство, информационное моделирование зданий, «зеленое строительство»

IMPROVING THE ORGANIZATION OF DESIGN WORK BY IMPLEMENTING THE TECHNOLOGY OF BUILDING INFORMATION MODELING

Grakhov V.P.¹, Mokhnachev S.A.², Manokhin P.E.¹, Ishtryakov A.K.¹

¹ Izhevsk state technical University named after M.L. Kalashnikov, Izhevsk, Russia (426069, Izhevsk, street Student's, 7), e-mail: pgs@istu.ru;

²Eastern-European Institute, (426008, Russia, Izhevsk, Pushkinskaya street, 268), e-mail: sa195909@yandex.ru

The article investigates the possibility of improving the organization of design work by implementing the technology of building information modeling. The authors note that the development of the modern construction industry there are two main trends: green construction and technology information modeling building. The integrated design process (integrated design process IDP) can be defined as the approach to the project, ensuring the achievement of specified performance object: levels of energy efficiency, compliance with the rating system, the performance of the construction schedule, compliance with budget and other Approach relies on the cooperation of multidisciplinary management team, whose members make decisions together based on a holistic perception of the project and versatile vision problems. The article summarizes the experience of foreign firms design management by implementing the technology of building information modeling (building information modeling, BIM). The article identifies that this technology optimization of the processes of design and construction, which is based on the use of a single model building and exchange of information about any object by all participants throughout the entire life cycle - from concept owner and the first sketches of the architect to maintenance of the finished building. The BIM tools is designed to remove the redundancy, re-enter and loss of data, errors in transmission and transformation and its application in the design will allow domestic companies to increase productivity and quality of work.

Keywords: the integrated design process, BIM, technology, engineering, construction, building information modeling, green building.

В развитии строительной индустрии за прошедшие полтора десятилетия можно выделить две основные тенденции: «зеленое строительство» и применение технологии информационного моделирования здания [6-8]. Цели «зеленого строительства» достижимы только при условии тесного взаимодействия всех участников не только проектно-строительного процесса, но и эксплуатации здания, что зафиксировано в концепции интегрированного проектного процесса. Реализовать эту концепцию на практике позволяет применение технологии информационного моделирования зданий.

Интегрированный проектный процесс (integrated design process, IDP) можно определить как подход к реализации проекта строительства, обеспечивающий достижение заданных показателей производительности объекта: уровня энергетической эффективности, соответствия требованиям рейтинговой системы, исполнения графика строительства, соблюдения бюджета и др. Подход опирается на сотрудничество мультидисциплинарной управляющей команды, члены которой принимают решения совместно, основываясь на целостном восприятии проекта и разностороннем видении проблем. В состав управляющей команды могут входить представители владельца, архитектурные и инженерные проектировщики, управляющие строительством, эксплуатацией объекта, субподрядчики и поставщики материалов и оборудования, представители будущих пользователей объекта [15].

Совместная работа управляющей команды осуществляется на протяжении всего жизненного цикла проекта строительства от концепции и до эксплуатации. В задачи управляющей команды на этапах жизненного цикла проекта строительства входят:

- 1) разработка концепции дизайна (pre-schematic design phase): формирование общего видения проекта, его целей; оценка экономического окружения, климата, социального окружения, состояния территории строительства и др.;
- 2) схематический дизайн (schematic design phase): уточнение видения проекта наряду с поиском дополнительных идей, технологий и методов, которые позволят эффективнее достигнуть целей проекта; коллективная оценка проекта; разработка задания на проектирование;
- 3) разработка проектной документации (design development phase): координация дальнейшей оптимизации проекта для соответствия поставленным целям; окончательное утверждение проекта владельцем объекта;
- 4) разработка рабочей документации (construction documents phase): установление регламента проведения строительства; контроль и координация подготовки документации и выбора подрядчиков [5, с. 85];

5) строительство здания (construction phase): контроль и координация хода строительства в определенных критических точках; конечный контроль, тестирование и подтверждение качества выполненных работ;

6) эксплуатация здания (building operation and maintenance phase): контроль и координация передачи объекта пользователям и эксплуатирующему персоналу; проведение оценки эффективности функционирования здания и соответствия поставленным целям.

Анализ научных публикаций позволил выявить следующие принципы IDP:

1) взаимодействие членов управляющей команды на протяжении всего жизненного цикла проекта;

2) учет стоимости жизненного цикла, в том числе стоимости строительства, эксплуатации, технического обслуживания, социальные и экологические выгоды, стоимости демонтажа;

3) целостное рассмотрение здания и его систем;

4) поиск оптимальных решений с учетом взаимозависимости систем здания и порядка его эксплуатации;

5) интерактивность – постоянное изменение и коррекция проекта, основанные на обратной связи за счет непрерывного мониторинга и совместного принятия решений.

Максимальные интеллектуальные усилия сосредотачиваются на этапах разработки концепции и схематического дизайна, когда стоимость внесения изменений минимальна, в соответствии с известной кривой Мак-Лими (MacLeamy Curve).

Информационное моделирование здания (building information modeling, BIM) – это технология оптимизации процессов проектирования и строительства, в основе которой лежат использование единой модели здания и обмен информацией о любом объекте всеми участниками на протяжении всего жизненного цикла – от замысла владельца и первых набросков архитектора до технического обслуживания готового здания. Одно из преимуществ BIM перед системой автоматизированного проектирования CAD (computer-aided design) заключается в поддержке распределенного пользования, что позволяет использовать данную технологию в целях реализации IDA. Инструментарий BIM призван исключить избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании [2, с. 345].

Принципы BIM сформулированы Робертом Эйшем в 1986 г.:

- трехмерное моделирование;
- автоматическое получение чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- наборы проектных данных, соответствующие объектам;
- распределение процесса строительства по временным этапам.

Преимущества применения BIM:

- сокращение сроков проектирования;
- уменьшение расходов на реализацию проекта;
- повышение производительности работы благодаря простоте получения информации;
- повышение согласованности строительной документации;
- доступность конкретной информации о производителях материалов, количественных характеристиках для оценки и проведения тендера.

Согласно справочнику Green BIM наиболее актуальным вопросом развития технологии является совместимость программного обеспечения и форматов данных. BIM прошло развитие от конвертеров форматов до создания специальных форматов хранения данных об объекте строительства, таких как IFC (industry foundation classes – международный стандарт обмена данными между различными CAD-приложениями, который поддерживается программными приложениями многих разработчиков, например Autodesk, ArchiCAD, Tekla, Navis и др.) или XML, и до создания BIM-серверов [10-13]. Перспективным направлением является интеграция программ энергетического моделирования и программ автоматизации управления зданием во время эксплуатации.

Подход BIM реализован несколькими крупными разработчиками программного обеспечения (Autodesk, Graphisoft, Bentley), но нужно отметить, что не все из них стремятся следовать подходу IDA и принципам «зеленого строительства» [3].

Полезность BIM для расчета кредитов по LEED признают 42% работающих с BIM в рамках проектов «зеленого строительства». Стоит отметить, что USGBC планирует обновить функциональность сервиса онлайн-сертификации LEED-online с тем, чтобы позволить ряду BIM напрямую направлять информацию на оценку экспертов. Одним из производителей, работающих в этом направлении, является компания Integrated Environmental Solutions, представляющая линейку инструментов для анализа производительности здания.

На базе платформы Revit от Autodesk созданы САПР Revit Architecture, Revit Structure и Revit MEP, которые позволяют полностью автоматизировать все этапы проектирования и подготовки рабочей документации. Revit базируется на параметрическом ядре, способном автоматически координировать вносимые изменения.

Autodesk Ecotect Analysis – специализированный программный инструмент для анализа факторов, влияющих на экологическую и энергетическую производительность зданий. Возможен импорт данных в формате gbXML из программных сред Autodesk Revit Architecture – 2010 и Revit MEP – 2010, возможен импорт моделей в формате DXF, 3DS, OBJ, DXF. Инструмент работает совместно с веб-сервисом Autodesk Green Building Studio.

Отчеты, сгенерированные Green Building Studio, могут быть использованы при сертификации по системам LEED и Energystar [14].

В числе показателей, характеризующих эффективность совершенствования организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий, используют показатель возврата инвестиций в технологию BIM. Возврат инвестиций (ROI) – отношение доходов от вложения к расходам на них. Для расчета возврата инвестиций в течение первого года используют стандартную формулу 1:

$$ROI = \frac{(B - \frac{B}{1+E}) (12-C)}{A + BCD}, \quad (1), \text{ где}$$

B – стоимость рабочей силы в месяц;

E – рост производительности после обучения, %;

C – длительность обучения, мес.;

A – стоимость оборудования и программного обеспечения;

D – снижение производительности во время обучения, % .

Согласно онлайн-опросу пользователей Revit Frchitecture (около 100 организаций) средние значения переменных формулы таковы: A – 6000 долл. США; B — 4200 долл. США; C – 3 месяца; D – 50%; E – 25%. Расчет по данным онлайн-опроса показал, что среднее значение возврата инвестиций составляет более 60 % [5]. Формула наиболее чувствительна к процентам снижения и роста производительности. Самым незначительным фактором при расчете возврата инвестиций является стоимость оборудования и программного обеспечения. Если удвоить стоимость системы (с 6000 до 12 000 долл. США), возврат инвестиций сократится на 20% (с 61 до 41%). В качестве примера приведем экономические показатели внедрения линейки программного обеспечения Autodesk (Revit Architecture, Revit MEP, Revit Structure, Ecotect Analysis) в работу зарубежной проектной мастерской численностью 26 человек. Объем инвестиций в новое программное обеспечение и обучение персонала составил 92 887 долл. США. Примерно через 15–16 месяцев после перехода на технологию BIM проектная организация вышла на тот же объем выполненной работы и продолжила работать с большей производительностью, что привело к увеличению заработной платы и повышению прибыли организации. Чистый дисконтированный доход за три года составил 88 095 долл. США при чистой прибыли до внедрения BIM 107 500 долл. США. Отметим, что для инвестора или владельца объекта строительства результатом применения BIM и подхода IDA является снижение инвестиционных рисков в силу предсказуемости хода реализации проекта и гарантии соответствия построенного здания поставленным целям, желаемым техническим и экономическим характеристикам [9].

Внедрение подхода IDA и инструментария BIM требует организационно-структурных изменений компаний, задействованных в проектно-строительном процессе. Опыт зарубежных фирм показывает, что приложенные в этом направлении усилия окупятся ростом производительности и качества работы, а в результате и ростом прибыли.

Список литературы

1. Альхименко А. Информационные технологии как ключевой элемент при подготовке нового поколения инженеров-строителей / А. Альхименко, А. Большев, А. Тучков [и др.] // САПР и графика. 2002. № 12. С. 70–73.
2. Возврат инвестиций в технологию BIM. – Autodesk, 2007.
3. Козлов И.М. Информационное моделирование при создании блоков несъемной опалубки // САПР и графика, 2010, № 4. С.4–10.
4. Козлов И.М. Особенности проектирования автоматизированной парковки в составе многоэтажного жилого здания. // Архитектура и строительство Омской области. 2010, № 4-5(79–80). С. 28–29.
5. Козлов И.М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий. 2010.
6. Козлова Т.И., Талапов В.В. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры. Архитектура и современные информационные технологии // АМІТ: электрон. журн. 2009. № 3(8). URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2009/3kvart09/Talapov/Article.php>
7. Орельяна Урсуа И.О. Как организовать процесс трехмерного проектирования // САПР и графика. 2008. № 7. С. 78 – 86.
8. Паль П.Я. Современное развитие строительной информатики / П.Я. Паль, В.И. Теличенко, Г.Г. Малыха // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2000. № 11. С. 7.
9. Талапов В.В. Информационная модель здания – опыт архитектурного применения. Архитектура и современные информационные технологии // АМІТ: электрон. журн. 2008. №4(5). URL:<http://www.marhi.ru/AMIT/2008/4kvart08/Talapov/article.php>
10. Экспертные системы. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://256bit.ru/Expert/index.html> (дата обращения 24.12.2014).
11. Autodesk Ecotect Analysis. Visualizesustainable design. – Autodesk, 2011.
12. BIM – Building Information Modeling. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.aoorpm.ru/seminars/17-12-2008-bims.html> (дата обращения 15.12.2014).
13. CRC Constraction Innovation. Collaboration Platform. – Research project № 2007-003-EP.

14. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. John Wiley & Sons, 2008.
15. Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. – McGraw-Hill Construction, 2010.

Рецензенты:

Алексеева Н.А., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой экономического анализа и статистики, ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ижевск.

Родимцев С.А., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности на производстве», Орловский государственный аграрный университет, г. Орел.