

Букалова А.Ю., Авдеева К.В. Постановка задачи разработки методических основ информационного моделирования процесса сметного нормирования для оптимизации проектных работ // *Construction and Geotechnics*. – 2020. – Т. 11, № 4. – С. 81–93. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.07

Bukalova A.Y., Avdeeva K.V. The statement of the problem of developing the methodological bases of information modeling of the cost estimation process for the optimization of design work. *Construction and Geotechnics*. 2020. Vol. 11. No. 4. Pp. 81-93. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.07



CONSTRUCTION AND GEOTECHNICS

Т. 11, № 4, 2020

<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>



DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.07

УДК 69.003.12

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕТНОГО НОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

А.Ю. Букалова, К.В. Авдеева

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 13 августа 2020
Принята: 11 ноября 2020
Опубликована: 30 декабря 2020

Ключевые слова:

информационное моделирование зданий, BIM-технологии, сметная документация, 5D-проектирование, строительство.

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена обоснованию актуальности развития технологий информационного моделирования в строительной отрасли. Рассмотрены вопросы, касающиеся использования BIM-технологий в отечественной и зарубежной практике, представлены примеры объектов, возведенных с использованием BIM-технологий. В результате анализа исследований предметной области информационного моделирования, актуальности вопроса применения BIM-технологий на этапе проектных работ и разработки сметной документации, а также алгоритмов, процессов и методов внедрения информационного моделирования в практику проектных работ сделан вывод об актуальности вопроса применения информационных технологий для оптимизации проектных работ, управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта. Определены преимущества и недостатки разработанных технологий применения BIM-технологий на современном этапе практики разработки строительных проектов. Приведено сравнение традиционного способа составления сметной документации и способа, основанного на использовании BIM-технологий. В результате проведенной работы были сформулированы цель, поставлены задачи дальнейшего исследования в данной предметной области.

В последнее время для увеличения успешности проектов в сфере строительства предлагается внедрение информационного моделирования, или BIM-технологий. Благодаря BIM-технологиям сокращается решение колоссального количества задач, возникающих при осуществлении строительного процесса. Однако данная технология является новой в сфере строительства, что приводит к возникновению большого количества противоречий, связанных с ее внедрением и применением.

© ПНИПУ

© Букалова Алина Юрьевна – кандидат технических наук, доцент, e-mail: alina_bukalova@mail.ru.
Авдеева Ксения Вячеславовна – студент, e-mail: Kseniya97_09@mail.ru.

Alina Y. Bukalova – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: alina_bukalova@mail.ru.
Kseniya V. Avdeeva – Student, e-mail: Kseniya97_09@mail.ru.

THE STATEMENT OF THE PROBLEM OF DEVELOPING THE METHODOLOGICAL BASES OF INFORMATION MODELING OF THE COST ESTIMATION PROCESS FOR THE OPTIMIZATION OF DESIGN WORK

A.Y. Bukalova, K.V. Avdeeva

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 13 August 2020
Accepted: 11 November 2020
Published: 30 December 2020

Keywords:

building information modeling, BIM technologies, estimate documentation, 5D design, construction.

ABSTRACT

The article is devoted to the justification of the relevance of the development of information modeling technologies in the construction industry. The article discusses issues related to the use of BIM technologies in domestic and foreign practice, and presents examples of objects constructed using BIM technologies. The analysis of the research subject area of information modeling, the relevance of the issue of using BIM technologies at the stage of design work and the development of estimate documentation, as well as algorithms, processes and methods for introducing information modeling into the practice of design work, it was concluded that the issue of using information technologies for optimization design work, cost management of construction investment project. The advantages and disadvantages of the developed technologies for applying BIM technologies at the current stage of the practice of developing construction projects are identified. A comparison of the traditional method of estimation documentation and the method based on the use of BIM-technologies is presented. As a result, the purpose and objectives of further research in this subject area have been formulated.

Recently, the introduction of information modeling or BIM technologies (Building Information Modeling) is offered to increase the success of construction projects. Thanks to BIM-technologies, the solution to a huge number of tasks arising during the construction process is reduced. However, this technology is new in the construction industry, which leads to the emergence of a large number of contradictions associated with its implementation and application.

© PNRPU

Введение

Building Information Modeling (BIM) – это информационное моделирование (или модель) здания. Е.В. Соловьева и М.А. Сельвиан в статье «Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования (BIM) в строительных организациях» [1] делают акцент на том, что ключевым словом в названии BIM является «информация». Как отмечают авторы статьи, «это не просто объемная картинка объекта, созданная с помощью программы, это модель, которой можно пользоваться на протяжении всего срока строительства и эксплуатации здания».

Стив Кук в журнале *Midwest Construction* за 2008 г. писал: «[BIM] кажется наиболее эффективным и действенным способом собрать все стороны за столом переговоров и принять решения по любым возникающим вопросам. На самом деле мы не создаем мастер-модель. Каждый владеет своей собственной информацией и делает свою собственную [модель]. Это просто способ кратко свести их вместе, определить необходимые изменения, а затем позволить каждой стороне вернуться и внести свои изменения до следующей встречи».

Термин *Building Information Modeling* впервые ввел ученый из Америки Роберт Эйш в 1986 г. В это же время он сформулировал основные принципы BIM-технологий. Роберт Эйш доказал, что его теория работает на практике, используя ее при восстановлении «Терминала 3» аэропорта Heathrow в Лондоне. Этот объект является первым случаем использования BIM-технологий в мировой проектно-строительной практике.

Авторы статьи «Использование BIM-технологий в строительной отрасли России» [2] отмечают, что на практике много раз подтверждалось то, что чем дальше ушел процесс проектирования конкретного объекта от своей начальной стадии, тем труднее специалистам вносить в него корректировки. После завершения проекта, когда дело дошло до строительства, внести изменения без нанесения существенного вреда практически невозможно.

На рис. 1 кривой 3 обозначен график наиболее эффективных усилий по разработке проекта здания – предпочтительный процесс проектирования, когда затраты на внесение изменений минимальны, а результат таких изменений наиболее значим.

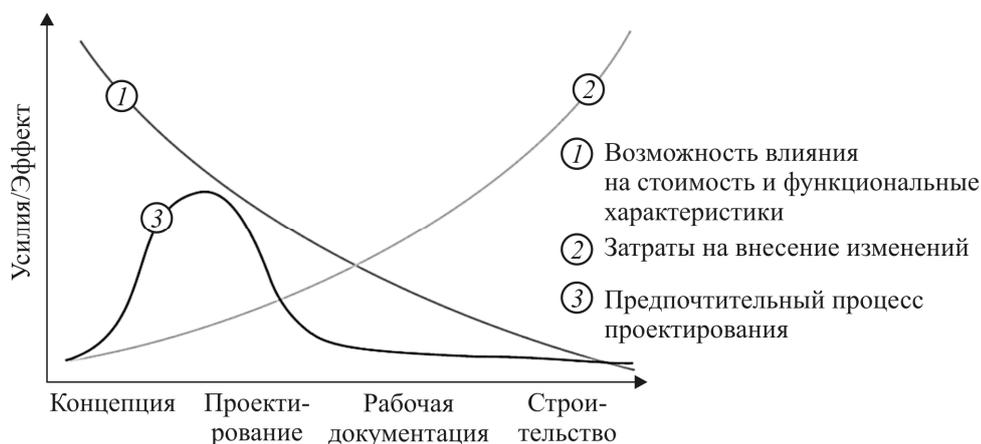


Рис. 1. Кривая наибольшей эффективности усилий при проектировании здания
Fig. 1. The curve of the greatest effort efficiency in building design

Одной из причин появления BIM стало стремление создать технологию, при которой процесс проектирования максимально шел бы по предпочтительному пути графика 3.

Актуальность исследования

Многие застройщики до недавнего времени сомневались, что внедрение информационных технологий и, в частности, BIM-технологий может сильно повлиять на судьбу проекта и на снижение расходов.

В Российской Федерации существенный всплеск интереса к технологиям информационного моделирования связан с вынесением вопроса применения BIM на государственный уровень. 29 декабря 2014 г. глава Минстроя М.А. Минь подписал Приказ «Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» [3].

В качестве доказательства необходимости внедрения BIM-технологий на территории РФ консалтинговая компания McGraw Hill Construction провела опрос среди компаний строительной отрасли и узнала, какие преимущества они получили с внедрением BIM. Так, исследование показало следующие результаты: 41 % опрошенных компаний отметили сокращение количества ошибок после внедрения технологии. В свою очередь, 35 % и 32 % обратили внимание на улучшение коммуникации между руководителями и проектировщиками и улучшение имиджа предприятия соответственно [4]. В целом каждый пример внедрения BIM указывает на определенные сложности перехода к информационному моделированию, но при этом результаты полностью стоят того.

Важно отметить, что информационное моделирование зданий является не заменой классических методов проектирования, а их развитием. Е.С. Рахматуллина в статье «BIM-моделирование как элемент современного строительства» [5] стремится донести мысль о том, что «BIM не идеальна, она не работает автоматически, не заменяет человека. Более того, технология BIM требует от проектировщика большого профессионализма, комплексного понимания процесса проектирования. Но при этом BIM вносит в работу творческую составляющую, делает работу человека более эффективной».

Проанализировав данные, предоставленные Минстроем РФ [6], и материал статьи «Развитие информационных технологий в строительстве» [7], можно сформулировать основные преимущества информационных технологий. Благодаря внедрению BIM-технологий возможно достичь и улучшить следующие показатели эффективности:

- 1) сокращение затрат на строительство и эксплуатационные расходы на 30 %;
- 2) снижение погрешности и ошибок в проектной документации до 40 %;
- 3) сокращение сроков реализации проекта до 50 %;
- 4) сокращение времени на проверку модели в 6 раз;
- 5) снижение показателя погрешности при планировании возможного бюджета будущего объекта в 4 раза;
- 6) сокращение времени и сроков на координацию и согласование до 90 %;
- 7) сокращение сроков строительства на 10 %;
- 8) сокращение времени, потраченного на ведение строительных работ от 20 до 50 %;
- 9) автоматизация трудоемких процессов по вычислению конструктивных показателей, определению применяемого материала и оборудования;
- 10) автоматическое внесение корректировок в чертежи, расчеты, при наличии изменений в проекте (любые изменения, внесенные на одном из этапов проектирования, будут видны сразу всем участникам строительства, использующим данную технологию, в этом и заключается принципиальное отличие BIM от 3D-визуализации).

Все вышесказанные преимущества информационного моделирования достигаются исключительно за счет грамотной организации работы с BIM-технологиями на всех этапах строительства.

Внедрение и применение BIM-технологий значительно упрощает и облегчает строительные процессы, однако процесс освоения таких технологий в нашей стране не быстрый, поскольку возникают трудности на начальных этапах внедрения.

На основании магистерской диссертации [8] С.В. Бобкова, статьи [9] А.С. Лушниковой и статьи Я.А. Алексеевской [10] выделены основные причины, замедляющие распространение технологий информационного моделирования в России: высокая стоимость первоначальных вложений (цена программного обеспечения и закупка оборудования), необходимость переподготовки персонала/необходимость поиска специалистов (BIM-менеджеров), создания новых рабочих мест, стандартов и принципов работы с создаваемыми и имеющимися моделями на конкретном производстве, нормативного обоснования использования и стандартизации. Так, процесс внедрения информационного моделирования и полной замены двухмерного САД-проектирования является трудоемким и дорогостоящим.

Как отмечают авторы статьи [11], для успешного развития отрасли информационного проектирования необходима поддержка государства путем выделения денежных средств, а также введения обязательных требований по созданию моделей для новых проектов и существующих зданий и сооружений.

Анализ данных исследований показывает, что интерес к информационному моделированию неуклонно растет, хотя в настоящее время нет единых стандартов, которые позволили бы правильно сформировать, передать и использовать информацию, возникающую при информационном моделировании, что, в свою очередь, подтверждает актуальность исследования существующих и разработки новых методик автоматизированного проектирования.

Задача данной статьи – анализ современного состояния BIM-технологий в строительной отрасли и постановка задач для дальнейшего исследования.

Существующие решения в данной области

С 2017 г. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации планирует строительство объектов, финансируемых из госбюджета, с обязательным применением BIM-технологий.

Согласно поручению президента РФ В.В. Путина от 19 июля 2018 г. председателю Правительства РФ Д.А. Медведеву необходимо внедрять технологии информационного моделирования в строительную отрасль для повышения качества строительства [12]. В первую очередь это будет касаться объектов социального назначения.

Данная технология, по мнению главы государства, должна повысить культуру строительства и улучшить ответственность заинтересованных лиц.

В России в настоящее время BIM-технологии используют 20 % строительных организаций и компаний. Сравним с Европой: например, в Великобритании эти технологии применяют 39 % организаций, а в Северной Америке – 79 %.

BIM-технологии находят применение и в других странах, таких как Япония, Южная Корея и Австралия, что отражает заинтересованность проектно-строительных организаций в использовании информационного моделирования [4].

Масштаб внедрения BIM-технологий в упомянутых выше странах в первую очередь объясняется выгодами от применения данной технологии на различных этапах и уровнях реализации проекта (как на уровне отдельного предприятия, отрасли, так и государства в целом) [10].

Также можно процитировать М.Г. Король (Генеральный директор компании «Конкуратор», зам. председателя комитета по конкурсным процедурам инновациям и ценообразованию НОПРИЗ, профессор МААМ): «Путь, проделанный Великобританией, и накопленный там опыт, несомненно, представляют для нас большой интерес в связи с тем, что и мы с нашим планом поэтапного перехода на технологии BIM, как раз сейчас проходим очередной этап становления, подготовки, формируем свои организационные структуры, которые могли бы «поднять» эту работу, но уже в масштабах Российской Федерации. Ведь в планах Минстроя – начать постепенно заказывать строительство в системе BIM...».

В России в 2017 г. были изданы первые нормативные документы, регламентирующие информационное моделирование в строительстве. Согласно [13] в настоящий момент утверждено 12, разработано (на стадии подготовки к утверждению) 6 и запланировано к разработке 9 нормативных документов, касающихся информационного моделирования. Также создана специальная рабочая группа, база, включающая 23 пилотных проекта.

В ближайшие несколько лет проектные и строительные организации будут поставлены перед выбором – либо работать в технологии BIM, либо оставаться без объемов. Те

компании, которые внедрили в сферу своей деятельности технологии, отмечают повышение эффективности работы и работу не в BIM уже не представляют и считают отсталой. Здесь хотелось бы процитировать Билла Гейтса: «В будущем останется два вида проектных организаций – те, которые перешли на BIM, и те, которые закончили заниматься бизнесом». Государственная поддержка позволит большей части из тех, кто пока не перешел на BIM, эффективно применять технологии информационного моделирования в архитектурно-строительной отрасли.

В настоящее время чаще всего BIM-технологии применяются при реализации технологически сложных строительных проектов, таких как атомные электростанции, гидроэлектростанции, уникальные здания – небоскребы, стадионы, ТЦ и др. Применение BIM-технологий в этих случаях целесообразно в связи со сложностью возведения объекта, продолжительностью, большой стоимостью и сложной технологией строительства (например, стесненные условия).

За рубежом с применением BIM-технологий построены: небоскреб One Island East в Гонконге, музей искусств в Денвере (США), «Бакинский олимпийский стадион» в г. Баку (Азербайджан), Олимпийские стадионы в Рио-де-Жанейро и другие. В России объектами, построенными с помощью информационного моделирования, являются: многофункциональный комплекс «Лахта Центр» в г. Санкт-Петербурге, многофункциональный комплекс «Ахмат Тауэр», г. Грозный, Керченский (или Крымский) мост, стадионы для Чемпионата мира по футболу 2018. С применением информационного моделирования также проектируются и строятся терминалы аэропортов, дворцы спорта, станции метро, больницы и заводы.

Как правило, BIM-технологии использовались во многих случаях только для решения архитектурно-конструктивных задач, а сметы составлялись традиционным способом. Информационное моделирование нашло применение и в сметном деле, хотя 5D-моделирование является относительно новым видом информационных технологий, в котором существует достаточно широкий спектр проблем. Таким образом, возникает необходимость проанализировать современное состояние BIM-технологий для выпуска проектно-сметной документации с целью выявления проблем и дальнейшего их решения.

BIM-технологии как инструмент составления сметной документации

На своем базовом уровне BIM представляет собой эволюцию от традиционного 2D-проекта к динамической 3D-модели, построенной на основе базы данных физических и функциональных характеристик проекта. Чем больше данных пользователи добавляют в модель, тем больше преимуществ можно извлечь из нее. После 3D-визуализации проекта информация о конкретных объектах внутри модели может быть использована для оценки производительности, составления графика строительства и затрат [14].

На сегодняшний день 3D-моделирование является самым популярным использованием BIM, как отмечают архитекторы. Другие пользователи информационных технологий, такие как инженеры и подрядчики, отмечают удобство использования BIM в планировании строительства (4D) и в оценке затрат (5D), хотя их использование еще широко не распространено. 5D-модель объекта состоит из трехмерной пространственной модели объекта (3D-модель) с учетом временного планирования и финансовых затрат.

В статье [15] авторы дают следующее определение 5D: «5D проектирование – это автоматизированный расчета объемов работ и назначение сметных норм элементам BIM-модели с возможностью выгрузки информации в любые сметные программы для составления сметных расчетов».

Как отмечают А.В. Минеева и М.Е. Кочнева в работе [16], «совершенно очевидно, что технология BIM способна принципиально помочь в процессе автоматизации формирования смет».

Следует отметить, что в настоящее время в Российской Федерации данная технология пока не получила широкого распространения, так как многие программы не протестированы на реальных объектах либо являются наработками конкретных компаний, создающих программные комплексы «под себя». Благодаря применению BIM-технологий в Российской Федерации возможно достичь более обоснованной и более точной стоимости строительства (устранить проблему «непрозрачных» смет), что приведет к решению задач своевременного и точного планирования, а гибкая привязка ценовых показателей к любому из параметров элемента модели позволяет автоматизировать процесс расчета.

Благодаря взаимосвязи 3D-моделирования и сметных программ увеличивается конкурентоспособность участников строительного рынка, которая будет заключаться в снижении трудозатрат и повышении качества выпускаемой проектно-сметной документации.

Сравнение инструментов составления сметной документации традиционным способом и инструментов, основанных на использовании BIM-технологий

Проведем сравнение проверки сметы объемом на тысячи позиций традиционным способом и в электронном виде с применением BIM-технологий. При проверке сметы первым способом необходимо вручную пересчитывать все объемы работ, затем проверять правильность применения расценок, коэффициентов и индексации. С использованием 5D-моделирования есть возможность устранить эти особенности, а также исключить практически все ошибки, связанные с человеческим фактором, поскольку все данные загружаются в сметную программу из BIM-модели и в дальнейшем только дополняются инженером-сметчиком.

Обычно окончательная стоимость проекта рассчитывается только после завершения процесса проектирования, когда проект на расценку передается сметному отделу. Использование BIM-технологий позволяет определить стоимость еще в процессе проектирования при взаимодействии с инженерами-проектировщиками.

Если рассматривать традиционную схему проектирования, то инженер-сметчик приступает к определению стоимости лишь на последних этапах по уже готовой документации (рис. 2). Иногда для расчетов предоставляется вся информация: ведомости, спецификации с уже подсчитанными объемами работ и т.д., однако инженерам-сметчикам часто приходится определять все значения самостоятельно по чертежам или обращаться за разъяснениями к проектировщикам. Такой подход неизбежно ведет к ошибкам, неточностям и накоплению погрешностей.

С помощью 5D-модели объекта формирование сметной документации можно автоматизировать, интегрировав инженеров-сметчиков в проектный процесс на правах полноценных BIM-участников (рис. 3).

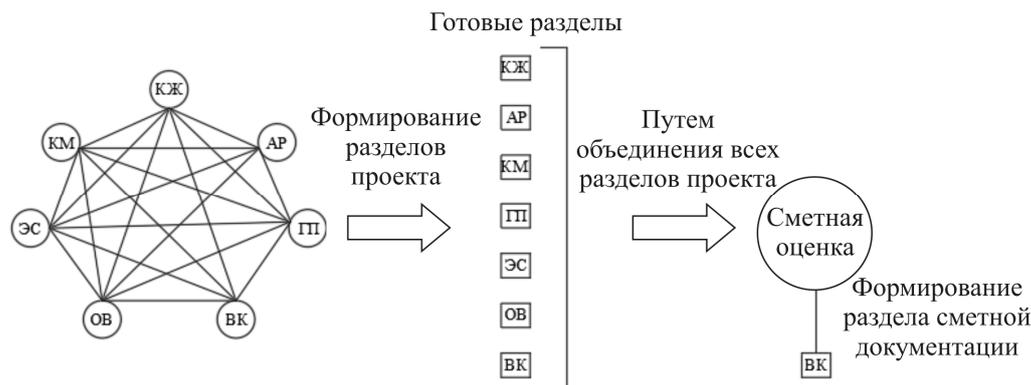


Рис. 2. Традиционная схема проектирования, при которой инженеры-сметчики выключены из проектного процесса

Fig. 2. The traditional design scheme, in which the engineers-estimators are excluded from the design process

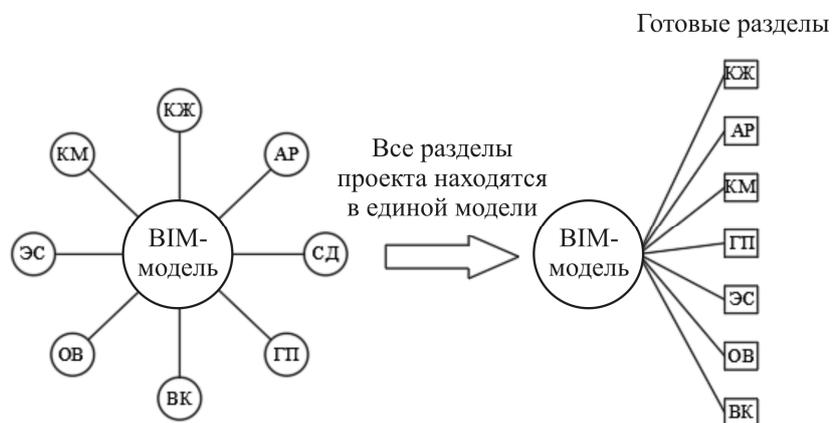


Рис. 3. Схема проектирования с использованием BIM-технологий, при которой инженеры-сметчики участвуют в процессе проектирования с самого начала

Fig. 3. Design scheme using BIM-technology, in which the engineers-estimators are involved in the design process from the very beginning

Возможности BIM-технологий позволяют принимать более быстрые и простые решения задач, касающиеся управления строительством. Нельзя не согласиться с автором статьи [17], отмечающим, что «учитывая наглядность и скорость, с которой в данной технологии исключаются обнаруженные ошибки, преимущества BIM-технологий очевидны».

Проблемы и преимущества 5D-моделирования

Преимущества 5D-технологий при расчете смет:

- оценка объема материалов и работ, а также стоимость строительства на начальных этапах строительного процесса;
- создание точных планов-графиков возведения объекта, которые позволяют спланировать время поступления денежных средств;
- сокращение погрешности расчетов потенциальной стоимости строительства на основе BIM-модели с погрешностью 5–10 %;

- автоматическое формирование смет, а также проверка номенклатуры включенных в нее ресурсов;
- возможность в реальном времени оценить необходимость в ресурсах и материалах, увидеть стоимость элемента здания и оценить бюджет проекта в целом или на любом отрезке времени;
- сокращение времени, затрачиваемого на создание смет;
- отражение любых изменений в модели в сметном расчете, нет необходимости переделывать сметы;
- возможность подавать документы на электронную экспертизу, непосредственно через программу;
- исключение вероятности возникновения ошибок при передаче данных в сметную программу;
- сокращение трудозатрат на внесение изменений и уточнение исходных данных;
- возможность принятия решений с учетом модели реальной ситуации на строительной площадке (происходит реализация принципа *design-to-cost*, когда не инвестиции адаптируются под строительство, а строительство (еще на этапе проектирования) адаптируется под инвестиции);
- унифицирование процесса составления сметной документации;
- сравнение стоимости и объема работ для разных вариантов проекта.

По итогам опроса, проведенного агентством McGraw-Hill Construction [14], пользователи BIM-технологий определили преимущества (рис. 4), которые дает им внедрение информационного моделирования зданий.

На основании вышесказанного очевидно, что с помощью BIM-технологий возможна автоматизация формирования смет, но для этого необходимо решить важный вопрос, связанный с кодированием и наименованием конструктивных элементов, которые используются в BIM-модели, а затем принимаются для выбора конкретного норматива.

Главной проблемой кодирования является тот факт, что именно инженерам-сметчикам необходимо присваивать элементам модели коды классификатора. Для этого необходимо время для обучения таких специалистов, которые смогут работать в новых программах, что затягивает процесс перехода на технологии информационного моделирования и увеличивает список обязанностей инженеров-сметчиков. Идеальным решением данного вопроса является создание национального, адаптированного к BIM классификатора строительных элементов.

В журнале [14] отражены вопросы о потенциальных рисках, которые могут возникнуть при внедрении и использовании BIM. К ним относят:

1. Ответственность и юридические вопросы. Поскольку BIM позволяет обмениваться данными для общего использования в проектах между всеми участниками строительного процесса, то возникает вопрос по поводу надежности этих данных.

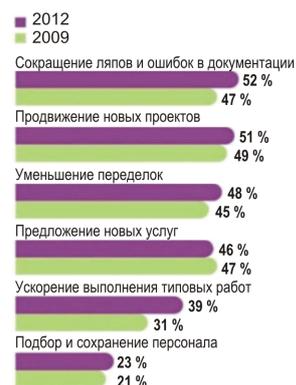
2. Неопытность пользователей. Поскольку BIM – это развивающаяся технология, уровень владения у каждого участника строительства разный. Отмечается, что архитекторы имеют больше опыта работы с информационными технологиями, чем их коллеги.

3. Право собственности на модель. Дебаты о том, кому «принадлежит» модель проекта, были особенно распространены в последние годы.

Долговременная польза от BIM



Быстрая польза от BIM



Наиболее важные факторы роста пользы от внедрения BIM

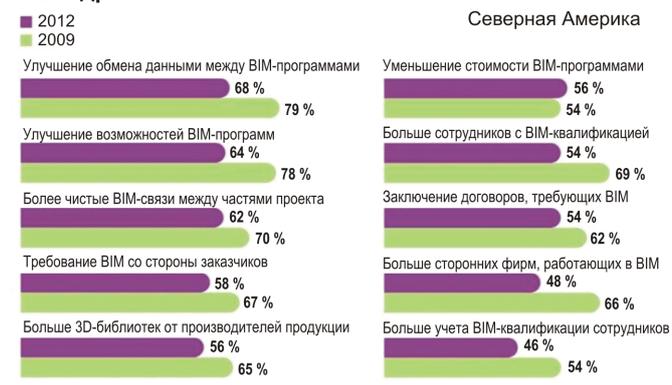


Рис. 4. Преимущества, которые дает внедрение информационного моделирования зданий

Рис. 5. Факторы, которые являются значимыми для успеха внедрения BIM-технологий для владельцев фирм

На рис. 5 представлены внешние факторы, которые, по мнению владельцев фирм, являются значимыми для успеха внедрения таких технологий у себя в фирме. Из диаграммы видно, что все факторы стали менее значимыми в период с 2009 по 2012 г., кроме одного – уменьшения стоимости BIM-программ.

Заключение

BIM-моделирование – это технология, позволяющая добиться больших конкурентных преимуществ в строительной отрасли. В связи с тем что информационная модель объединяет в себе всю информацию по проекту, возможна оптимизация всех процессов строительства объекта, получение актуальной информации об элементах здания, наглядная визуализация, а также контроль объекта на всех этапах жизненного цикла. Благодаря систематизации данных существует возможность учета типовых ошибок и недочетов при планировании и строительстве последующих объектов-аналогов.

Однако данные технологии сложно внедрить в каждый уровень бизнеса, в частности, для малого и среднего бизнеса внедрение BIM-технологий является дорогостоящим в плане ведения каждого этапа, т.е. типовые проекты могут выполняться классическим 2D-способом, но для сложных и масштабных проектов целесообразнее использовать данную технологию информационного моделирования.

Также использование BIM-технологии обеспечивает достижение высокой скорости формирования смет, оценку с целью отображения изменений в проекте и анализ различий между расчетными и фактическими затратами, а также значительную экономию финансовых средств. Несмотря на все достоинства 5D-моделирования, существует ряд проблем, связанных с внедрением и использованием этой технологии. Для их устранения необходимо дальнейшее изучение существующих международных и отечественных практик использования BIM-технологий в строительной отрасли. Таким образом, можно сформулировать цель и задачи для дальнейшего исследования.

Цель исследования: разработка методических основ информационного моделирования в сметном деле для оптимизации и систематизации процесса проектирования.

Задачи исследования:

- 1) разработать системы кодирования конструктивных элементов информационной модели с целью их последующего осмечивания в информационной модели;
- 2) разработать методику автоматизированного проектирования и стоимостного планирования с учетом ранее полученных данных;
- 3) разработать предложения по алгоритму передачи данных из электронного документооборота при составлении смет посредством информационного моделирования.

Библиографический список

1. Соловьева Е.В., Сельвиан М.А. Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования (BIM) в строительных организациях // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КУБГТУ». – 2016. – С. 110–119.
2. Анахин Н.Ю., Грошев Н.Г., Оноприйчук Д.А. Использование BIM-технологий в строительной отрасли России // Поколение будущего ГНИИ «Нацразвитие». – 2018. – С. 5–9.
3. MinstroyRF.ru: сайт. – URL: <https://www.minstroyrf.ru/docs/2663/> (дата обращения: 12.04.2020).
4. INC-solutions.nl: сайт. – URL: https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf (дата обращения: 18.04.2020).
5. Рахматуллина Е.С. BIM-моделирование как элемент современного строительства // Российское предпринимательство. – 2017. – С. 2849–2866.
6. MinstroyRF.ru: сайт. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/preimushchestva-bim-v-odnoy-infografike> (дата обращения: 12.04.2020).
7. Астафьев С.А., Рослякова В.А. Развитие информационных технологий в строительстве // Global and regional research. – 2019. – С. 16–23.
8. Бобков С.В. BIM-технологии как составляющая инновационного развития строительной отрасли // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. – 2018. – С. 30–36.
9. Лушников А.С. Проблемы и преимущества внедрения BIM-технологий в строительных компаниях // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – С. 252–256.
10. Алексеевская Я.А. Разработка концепции ресурсно-информационной BIM модели и ее взаимодействие системой ценообразования и сметного нормирования // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2018. – С. 40.
11. Применение BIM-технологий при ремонте и эксплуатации зданий / К.С. Петров, В.В. Середина, Ю.С. Швец, А.А. Аль-Мсари // Постулат. – 2018. – С. 28.
12. Docs.cntd.ru: сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/550966183> (дата обращения: 19.04.2020).
13. Unpro.ru: сайт. – URL: http://www.unpro.ru/upload-files/RosBuild2019_str.pdf (дата обращения: 22.04.2020).
14. BIMformasonry.org: сайт. – URL: <https://www.bimformasonry.org/pdf/the-business-value-of-bim-in-north-america.pdf> (дата обращения: 19.04.2020).
15. Давыдов Н.С., Придвижкин С.В., Белькевич А.В. Внедрение BIM-технологий в части ценообразования посредством использования систем автоматизации выпуска сметной документации // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2018. – С. 8–13.

16. Esa-conference.ru: сайт. – URL: <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Mineeva-Kochneva-Marina-Evgenevna.pdf> (дата обращения: 13.04.2020).

17. Палкин О.П. Определение стоимости работ с использованием BIM технологий // Энерго- и ресурсноэффективность малоэтажных жилых зданий. – 2017. – С. 30–31.

References

1. Soloviev EV, Selvian M.A. Osnovnye etapy vnedreniia tekhnologii informatsionnogo modelirovaniia (BIM) v stroitel'nykh organizatsiiakh [The main stages of the implementation of information modeling technology (BIM) in construction organizations]. *Electronic Network Polythematic Journal "Scientific Works of KUBSTU"*, 2016, pp. 110–119.

2. Anakhin N.Yu., Groshev N.G., Onopriyuchuk D.A. Ispol'zovanie BIM-tekhnologii v stroitel'noi otrasli Rossii [The use of BIM-technologies in the construction industry of Russia]. *Generation of the future GNII "National Development"*, 2018, pp. 5–9.

3. MinstroyRF.ru, available at: <https://www.minstroyrf.ru/docs/2663/> (accessed 12 April 2020).

4. INC-solutions.nl, available at: https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf (accessed 18 April 2020).

5. Rakhmatullina E.S. BIM-modelirovanie kak element sovremennogo stroitel'stva [BIM modeling as an element of modern construction]. *Russian Journal of Entrepreneurship*, 2017, pp. 2849–2866.

6. MinstroyRF.ru, available at: <http://www.minstroyrf.ru/press/preimushchestva-bim-v-odnoy-infografike/> (accessed 12 April 2020).

7. Astafiev S.A., Roslyakova V.A. Razvitie informatsionnykh tekhnologii v stroitel'stve [The development of information technology in construction]. *Global and regional research*, 2019, pp. 16–23.

8. Bobkov S.V. BIM-tekhnologii kak sostavliaiushchaia innovatsionnogo razvitiia stroitel'noi otrasli [BIM-technologies as a component of the innovative development of the construction industry]. *Theory and practice of technical, organizational, technological and economic solutions*, 2018, pp. 30–36.

9. Lushnikov A.S. Problemy i preimushchestva vnedreniia BIM-tekhnologii v stroitel'nykh kompaniiakh [Problems and advantages of implementing BIM technologies in construction companies]. *Bulletin of civil engineers*, 2015, pp. 252–256.

10. Alekseevskaya Ya.A. Razrabotka kontseptsii resursno-informatsionnoi BIM modeli i ee vzaimodeistvie sistemoi tsenoobrazovaniia i smetnogo normirovaniia [The development of the concept of the resource-information BIM model and its interaction with the pricing and budgeting system]. *BIM-modeling in the problems of construction and architecture: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*, Saint Petersburg, 2018, p. 40.

11. Petrov KS, Seredina VV, Shvets Yu.S., Al-Msari A.A. Primenenie BIM-tekhnologii pri remonte i ekspluatatsii zdaniy [The use of BIM-technology in the repair and maintenance of buildings]. *Postulate*, 2018, p. 28.

12. Docs.cntd.ru, available at: <http://docs.cntd.ru/document/550966183> (accessed 19 April 2020).

13. Unpro.ru, available at: http://www.unpro.ru/upload-files/RosBuild2019_str.pdf (accessed 22 April 2020).

14. BIMformasonry.org, available at: <https://www.bimformasonry.org/pdf/the-business-value-of-bim-in-north-america.pdf> (accessed 19 April 2020).

15. Davydov N.S., Pridvizhkin S.V., Belkevich A.V. Vnedrenie BIM-tehnologii v chasti tsenoobrazovaniia posredstvom ispol'zovaniia sistem avtomatizatsii vypuska smetnoi dokumentatsii [The introduction of BIM-technologies in terms of pricing through the use of automation systems for the production of cost estimates]. *BIM-modeling in the problems of construction and architecture: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*, Saint Petersburg, 2018, pp. 8–13.

16. Esa-conference.ru, available at: <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Minee-va-Kochneva-Marina-Evgenevna.pdf> (accessed 13 April 2020).

17. Palkin O.P. Opredelenie stoimosti rabot s ispol'zovaniem BIM tehnologii [Determining the cost of work using BIM technologies]. *Energy and Resource Efficiency of Low-Rise Residential Buildings*, 2017, pp. 30–31.