

ВМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

2018



ВМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Материалы Всероссийской
научно-практической конференции
29–30 марта 2018 года

Министерство образования и науки
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

**ВМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
29–30 марта 2018 года

Санкт-Петербург
2018

ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 239 с.

ISBN 978-5-9227-0820-3

Представлены статьи участников Всероссийской научно-практической конференции «ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры», проходившей в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете 29–30 марта 2018 года.

Авторами сделан обзор современных достижений и представлены результаты, полученные в области ВМ-моделирования применительно к задачам строительного профиля, касающихся вопросов проектирования, строительства и эксплуатации зданий, а также образования, нормативно-правовой базы и экономических аспектов вопроса.

Редакционная коллегия:
канд. техн. наук А. А. Семенов (председатель),
д-р техн. наук, профессор О. В. Игнатьев,
канд. техн. наук Л. П. Москаленко,
канд. пед. наук, доцент О. В. Тарханова,
канд. техн. наук, доцент Н. П. Кушакова,
А. А. Антонов

ISBN 978-5-9227-0820-3

© Коллектив авторов, 2018
© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2018
© Дизайн обложки И. А. Евсиков

СЕКЦИЯ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

УДК 69.059

Селютина Лариса Григорьевна,
д-р экон. наук, профессор
(Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I)
E-mail: ya.slarisa@ya.ru

Selyutina Larisa Grigorievna,
Dr. of Economics, Professor
(Petersburg State Transport University
Emperor Alexander I)
E-mail: ya.slarisa@ya.ru

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ВМ)

LIFECYCLE MANAGEMENT THE OBJECT OF CAPITAL CONSTRUCTION ON THE BASIS OF MODERN TECHNOLOGY OF INFORMATION MODELING (BIM)

Любой инвестиционно-строительный проект является успешным при условии своей экономической целесообразности на каждом из этапов своего жизненного цикла. Период эксплуатации является самым продолжительным и важным этапом, когда становится очевидной инвестиционная состоятельность проекта. Современные технологии информационного моделирования открывают новые возможности в оценке эффективности управления эксплуатацией объекта. В статье рассмотрены возможности применения ВМ-технологии в управлении недвижимостью. Раскрываются основные проблемы, связанные с внедрением системы информационного моделирования зданий на этапе эксплуатации и дается характеристика процессам управления эксплуатацией объекта на основе информационной модели.

Ключевые слова: информационное моделирование, управление, недвижимость, эксплуатация, здания и сооружения.

Any investment and construction project is successful, provided their economic feasibility at each stage of its life cycle. The operation period is the longest and important stage when it becomes apparent the investment viability of the project. Modern technologies of modeling open new possibilities in the evaluation of the effectiveness of the operational management of the facility. The article considers possibilities of application of BIM technology in real estate management. It reveals the main problems associated with the introduction of building information modeling during the operational phase and provides the characteristic of the processes of the operational management of object-based information model.

Keywords: information modeling, management, realty, operation, buildings and facilities.

Сегодня процессы проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства во всем мире проходят путь серьезных изменений, связанных с цифровизацией экономики. В российской практике многие годы поднимался вопрос, как рационально и эффективно экс-

плуатировать здания. Дебаты на эту тему возобновились с новой силой после того, как была разработана технология информационного моделирования зданий и возникла гипотеза, что *BIM*-информация, получаемая в течение жизненного цикла объекта может помочь повысить эффективность управления недвижимостью (*FM – Facility Management*).

Этап эксплуатации является самым продолжительным в жизненном цикле объекта и может составлять 50 и более лет. Кроме того, именно он вносит основной вклад в стоимость его жизненного цикла. Как свидетельствуют подсчеты, стоимость жизненного цикла от пяти до семи раз выше стоимости исходных инвестиций и в три раза превышает стоимость строительства [1]. Существует колоссальная экономическая и экологическая потребность в том, чтобы управление вновь построенными и уже существующими объектами недвижимости осуществлялось максимально эффективным способом.

Проведенные зарубежные исследования потенциальности *BIM* в направлении повышения эффективности эксплуатации зданий, а также исследование барьеров, препятствующих ее использованию, показали, что потенциал *BIM* возникает благодаря улучшению существующих на данный момент ручных процессов передачи информации, например, исполнительной документации. При этом отмечалось, что технология также повышает точность данных и увеличивает эффективность эксплуатации с точки зрения скорости доступа к данным об объекте [2]. Также была выявлена недостаточность исследований на основе реальных примеров, в особенности применительно к существующим зданиям, несмотря на тот факт, что вновь построенные здания представляют лишь незначительный процент в общем фонде зданий. Полученные результаты стали свидетельством ценности системы *BIM* для повышения эффективности *FM*-заказов на работы, а также для точности геометрических информационных записей.

Управление недвижимостью (*FM*) – это обобщающий термин, сводящий вместе широкий круг функций, относящихся к недвижимости и ее пользователю, и приносящих выгоду организации и ее сотрудникам в целом. *FM* глобально по своей природе, охватывает все – от управления недвижимостью и финансами до технического обслуживания и санитарного содержания здания. Правительства многих стран мира признали неэффективность применяемых процессов, которые оказывают влияние на строительную индустрию в целом, рекомендовав использование информационного моделирования зданий в качестве стратегии, направленной на решение вопросов снижающейся продуктивности в данной сфере [3].

Информационное моделирование зданий в управлении недвижимостью – это процесс генерирования и управления информацией о здании в течение всего его жизненного цикла. Например, правительство Великобритании, как одной из ведущих стран по использованию *BIM*-технологий, санкционировало использование *BIM*-моделей применительно ко всем объ-

ектам общественного строительства, начиная с 2016г., с включением передачи цифровых данных, требуемых для этапа эксплуатации здания. В последнем обзоре по *BIM*-технологиям, представленном в *NBS National BIMreport* [4], опубликованы результаты исследований, в основном направленных на нахождение решений по различным аспектам, относящимся к внедрению *BIM* в процессы планирования, проектирования и строительства. *BIM* для *FM* – это вновь возникающая сфера деятельности, и потому имеющиеся знания по сути данного предмета пока еще ограничены. Кроме того, усилия, направленные на исследование информационного моделирования в *FM*, главным образом фокусировались на вновь построенных зданиях, несмотря на тот факт, что новое строительство составляет обычно незначительную величину от общего фонда зданий. В мировой практике реальный опыт применения *BIM* в *FM* также недостаточен.

Одной из основных проблем в сфере эксплуатации зданий на основе *BIM*, на наш взгляд, является отсутствие реально действующих процессов для совершенствования построенной модели с учетом исполнительной документации. Также неясно, кто наилучшим образом подходит для того, чтобы вести загрузку данных в модель и сопровождать эту модель. Традиционно, управленцы недвижимостью подключаются к процессам жизненного цикла здания в очень ограниченной степени и уже на поздних этапах передачи сооружений заказчикам [5]. Кроме того, проектные решения, как правило, не проверяются с точки зрения их влияния на эксплуатационную стоимость или обслуживание. Как результат такого рода упущений, данные для процесса эксплуатации либо недостаточны, либо неадекватны. Часто необходимые данные на самом деле отсутствуют или они неточны, так как модель не подвергалась доработке на основе проектных изменений, произведенных после завершения этапа проектирования, и, таким образом, она является неточной моделью сооружения, которая должна была бы соответствовать тому, что построено.

Индустрия управления недвижимостью довольна негибка в своих подходах к новым технологиям. Нехватка в *FM*-индустрии информационных моделей и отсутствие понимания системы препятствует принятию *BIM*. И это особенно важно, так как *BIM*-модель для использования в *FM* считается отдельным ресурсом здания, который требует постоянного обслуживания для того, чтобы он оставался ценным для самого здания и его владельцев [6]. Кроме того, операционная совместимость *BIM*-технологий и *FM*-технологий продолжает оставаться проблемным моментом, суть которого заключается в передаче информации и данных тем, кто работает на этапе эксплуатации. И на самом деле, в существующих зданиях, например, унаследованная документация может применяться в течение последующего десятилетия или даже двух. Отсутствие контрактных и юридических рамок для практического применения *BIM* применительно к *FM* представляет собой еще одну проблемную зону, где имеются затруднения. На сегодняшний день, большин-

ство контрактов требует передачи бумажных документов, содержащих перечни оборудования, листки данных на продукцию, гарантии, перечни запасных частей, графики профилактического обслуживания и т. д. Данная информация является существенной для поддержки управления со стороны владельца и управленца недвижимостью. Существующий на данный момент процесс передачи информации на этап *FM* осуществляется, как правило, вручную. В результате, переданная информация оказывается неполной и неточной.

Совершенствование процессов передачи данных является одним из основных побудительных мотивов для использования *BIM* в *FM*. Несмотря на существующие, на данный момент, сложности операционной совместимости, *BIM*-данные и информация, собранные в течение жизненного цикла здания, уменьшают стоимость и время, требуемые для сбора и построения *FM*-систем. Так, например, данные, касающиеся помещений, систем, отделки, могут быть получены в виде подготовленных в цифровом формате *BIM*-моделей, и при этом они не требуют повторного ввода в следующие по порядку *FM*-системы. Более того, важно, что качество и надежность данных улучшаются, а это, в свою очередь, ведет к повышению эффективности деятельности *FM*-организаций [7].

Анализируя сложности, связанные с переходом отныне существующих *FM*-процессов к основанным на *BIM* процессам важно выделить несколько ключевых проблем, связанных с практической реализацией технологии. Так, необходима разработка краткой и четкой спецификации *BIM* для *FM* с целью определения информации, нужной для того, чтобы она соответствовала особым требованиям данной сферы бизнеса и *FM*-функциям. Другой проблемой является ограниченная совместимость между *BIM*-технологиями и *FM*-технологиями, которая осложняется огромной разницей между жизненными циклами *BIM*-технологий, *FM*-технологий и сроком службы зданий. Это означает, что стандарты данных и оперативная совместимость будут оставаться критически важным фактором для принятия *BIM* с целью использования в *FM*-технологиях.

Проведенный анализ вопроса целесообразности применения *BIM* в *FM* показал, что ценность и потенциал современной информационной технологии моделирования с позиции эксплуатации объекта заключается главным образом в следующем:

- усовершенствование имеющихся на данный момент ручных процессов передачи информации; повышении точности *FM*-данных;
- увеличение эффективности исполнения заказов на работы, с точки зрения скорости их исполнения, доступа к данным и локализации производимых вмешательств. Такая ценность извлекается из способности *BIM* обеспечивать обширно обеспеченную данными визуальную среду и представленную интегрированными данными среду.

Тем не менее, есть и сложности, препятствующие применению *BIM* в *FM*. К ним относятся: недостаточно четкое определение ролей, обязанностей, а также контрактных рамок и рамок ответственности; трудности в обеспечении оперативной совместимости *BIM* и *FM*-технологий; недостаточная четкость требований в отношении практического применения *BIM* в *FM*. Помимо этих трудностей, современная практика эксплуатации зданий на основе *BIM* выявила дополнительную проблему, которая связана с существенной разницей в продолжительности жизненных циклов *BIM*-технологий, *FM*-технологий и срока службы зданий [8]. Это означает, что в среднесрочной и долгосрочной перспективе *FM*-организации должны быть готовы вести работу с различными информационными стандартами и стандартами данных, вместо того, чтобы идти путем адаптации своих бизнес-процессов к специфическим технологиям. Таким образом, разработка спецификации *BIM* для *FM*, соответствующей потребностям *FM*-процессов, проводимых организацией, должна стать на данный момент ключом к использованию преимуществ *FM* с *BIM*-основой и создать возможность для ее организации и использования.

Обобщая вышеизложенное, необходимо подчеркнуть, что в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28 августа 2017 г. № 1030 «О системе управления реализацией программы «Цифровая экономика Российской Федерации»» задается новый вектор развития и расставляются приоритеты в инвестиционно-строительной сфере на долгосрочный период, что дает новый виток в развитии системы информационных технологий. Поэтому для эффективной отдачи инвестиций в цифровую экономику и получения от нее дивидендов необходимо развивать не только институты, компетенции и инфраструктуру информационной среды, но и кадровый потенциал. Безусловно, разработка и использование новых технологий может осуществляться только специалистами, владеющими стройной системой знаний по таким технологиям. Важно подчеркнуть, что сейчас пришло время готовить в соответствии с требованиями цифровой экономики компетентные кадры в том числе и в *FM*-среде с акцентом на *BIM*-технологии.

Литература

1. Селютина Л.Г. Системный подход к решению задач в сфере проектирования и управления строительством // *Kant*. 2015. № 2 (15). С. 71-72.
2. Тимофеев С.В., Селютина Л.Г. Анализ зарубежного опыта развития и использования технологий информационного моделирования в строительстве // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Томск. 2015. С. 324-329.
3. Вечелковский Б.Е. Анализ ключевых факторов внедрения технологии информационного моделирования зданий в современном строительстве // Современная техника и технологии. 2015. № 1. С. 114-117.

4. Национальный отчет по BIM-технологиям в Великобритании. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2017> (дата обращения: 29.01.2018).

5. Селютина Л.Г. Методологические основы формирования и развития системы правления процессом преобразования жилого фонда крупного города // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2009. № 2. С. 212-218.

6. Системы для надёжной, безопасной и эффективной эксплуатации зданий. URL: <http://www.sodislab.com/rus/about/> (дата обращения 29.01.2018).

7. Арбузова Е.К. Роль и значение информационных систем в строительстве // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы. Материалы II Международной научно-практической конференции. Нижний Новгород. 2016. С. 5-9.

8. Официальный сайт компании «Интеграл». URL.: <http://www.integral-russia.ru> (дата обращения: 29.01.2018).

УДК 69.003.12

Давыдов Никита Сергеевич,
студент магистратуры,
Придвижкин Станислав Викторович,
д-р экон. наук, зав. кафедрой
(Уральский Федеральный Университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина)
E-mail: nikitadavydov14@icloud.com,
28argo11@mail.ru
Белькевич Андрей Владимирович,
заместитель генерального директора
(ООО «АМКАД»)
E-mail: abelkevich@amcad.ru

Davydov Nikita Sergeevich,
Master's Degree student,
Pridvizhkin Stanislav Viktorovich,
Dr. of Economics., Head of Chair
(Ural Federal University named after
the first President of Russia B.N.Yeltsin)
E-mail: nikitadavydov14@icloud.com,
28argo11@mail.ru
Belkevich Andrei Vladimirovich,
Deputy General Director
(LLC "AMKAD")
E-mail: abelkevich@amcad.ru

ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ЧАСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПУСКА СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE PART OF PRICING BY MEANS OF USING AUTOMATION SYSTEMS OF ISSUE ESTIMATE DOCUMENTATION

В условиях значительного снижения маржинальности работы предприятий инвестиционно-строительной отрасли России необходимо сокращение издержек, в частности через внедрение BIM-технологий. Это обусловлено резким сокращением платежеспособного спроса на недвижимость и единовременным скачком издержек на возведение зданий и сооружений. В данной работе авторы рассматривают процесс перехода строительной отрасли России к BIM-технологиям для повышения конкурентоспособности в условиях постоянного ускорения мировых темпов развития девелопмента и проектирования. Особое внимание в данной работе уделено системам автоматизации выпуска сметной документации по BIM-модели. Внедрение 5D-проектирования для России будет важным инструментом, способствующим увеличению экономической эффективности инвестиционно-строительного проекта (ИСП), прозрачности финансирования и снижению инвестиционных рисков в строительном производстве.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект (ИСП), BIM-технологии, ценообразование, календарное планирование, 5D-проектирование.

In conditions of a significant reduction in the margins of the enterprises of the investment and construction industry in Russia, costs must be reduced, in particular through the introduction of BIM technologies. This is due to a sharp reduction in solvent demand for real estate and a one-time jump in costs for the erection of buildings and structures. In this paper, the authors consider the process of transition of Russia's construction industry to BIM-technologies for increasing competitiveness in the conditions of constant acceleration of the world development and design development rates. Particular attention in this work is given to automation systems for the release of budget documentation for the BIM-model. The introduction of 5D-design for Russia will be an important tool that contributes to increasing the economic efficiency of the investment and construction project, transparency of financing and reducing investment risks in construction.

Keywords: investment-building project, BIM-technologies, pricing, scheduling, 5D-design.

На сегодняшний день интерес к информационному моделированию зданий неуклонно растет, хотя процесс внедрения BIM-технологий в России происходит не так быстро. Тем не менее, данный вопрос является актуальным и для строительной отрасли, и для органов государственной власти, ведь метод мониторинга ИСП с использованием BIM-модели способен стать эффективным инструментом для плодотворной совместной работы. У таких технологий достаточно много преимуществ, но процесс перехода в нашей стране не быстрый, и возникают трудности на начальных этапах внедрения.

BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания или информационная модель здания или сооружения. Это современный подход к проектированию, возведению, эксплуатации зданий и сооружений, который способен контролировать все этапы проекта [1].

Информационная модель строительного проекта включает в себя пространственную (3D) модель строящегося объекта, связанную с календарно-сетевым графиком проекта (4D). Следующий этап включает наглядную детализацию стоимости проекта или любой другой исчисляемой характеристики (5D).

Эффект от применения таких технологий в российской строительной отрасли в части ценообразования будет заключаться в первую очередь в более обоснованной стоимости строительства. Любое изменение в проекте будет отражаться в смете (5D-проектирование).

На формирование сметного результата по BIM-модели не требуется много времени, причём вне зависимости от количества обрабатываемых однотипных элементов. Достаточно понимать, каким образом будет формироваться конечная стоимость для потребителя или для исполнителя работ, чтобы быстро оценить стоимость реализации проекта. Расчёт стоимости может производиться в условиях отсутствия привязки к государственной

сметно-нормативной базе (использование корпоративных расценок), так и согласно принципам российской системы ценообразования. Использование текущих рыночных цен на материалы и работы, гибкая привязка ценовых показателей к любому из параметров элемента модели позволяет приблизить стоимостную оценку, полученную автоматизированным путём, к реалиям рынка строительных услуг [2].

Стоит отметить, что процесс полноценной автоматизации составления сметной документации, а также динамического графика календарного планирования пока не внедрен. Проблема заключается в недостаточно наполненных информационных моделях и недоработанных средствах автоматизации программных комплексов или плагинов, встроенных в среду проектирования. Авторы считают, что это можно решить созданием государственного BIM-стандарта, утверждающего единые требования к информационной модели и программному обеспечению, которые использовались для её создания [3].

Однако первые шаги по внедрению BIM-технологий в части ценообразования уже сделаны, а также разработаны отечественные программные комплексы. В таблице приведены основные продукты, которые на момент написания статьи конкурируют на отечественном рынке автоматизации выпуска сметной документации по BIM-модели. Авторами статьи проведено сравнение этих продуктов и выделены сильные и слабые стороны их применения. В рамках этой работы проведен анализ следующих программных комплексов:

1. «Гектор: 5D Смета» (разработчик ООО «Научно-технический центр "Гектор"», Москва).
2. «ABC-4», (разработчик ООО «Научно-производственное предприятие "ABC-N"», Новосибирск).
3. «Estimo.Connect» (разработчик компания «Айбим», Москва).
4. «ITWO 4.0» (разработчик компания «RIB», Германия, Штудберг).

Первый продукт – «Гектор: 5D Смета», ещё только предстоит протестировать на пилотных или реальных проектах, а также подготовить больше методической информации о работе в этой программе. Есть проблема, которая заключается в невозможности интеллектуального изменения уже привязанной сметной нормы при изменении характеристик соответствующего элемента (элементов): например, при изменении высоты монолитной железобетонной колонны, норма, соответствующая начальной высоте, так и останется неизменной. Отсюда неточности и потеря реальной сметной стоимости.

Сильная сторона заключается в узкой направленности именно по работе в системе проектирования Autodesk Revit, отсюда и простота работы. Не требуется приобретать дополнительных программ, разве что, кроме «Гектор: Сметчик-строитель», для полного пакетного обеспечения выпуска сметной документации.

Однако уже сегодня специалисты отмечают, что «Гектор: 5D Смета» имеет низкие показатели производительности: программа «подвисает» и работает очень медленно при работе с крупными объектами капитального строительства.

Следующий комплекс – «ABC-4», был ориентирован только на государственные сметные нормы, и совсем недавно разработчики внедрили систему для ведения корпоративной базы норм и расценок «ABC-транслятор».

Этот проект разрабатывается достаточно давно: много данных и методических указаний для работы в этой программе. Решена проблема интеллектуальной привязки сметных норм: сначала создаются элементы модели, и только потом назначаются нормы к ним. Тем самым программный модуль «ABC-База знаний» может распознавать так называемые «сметные коллизии»: если изменится характеристика элемента в проекте, а норма, привязанная к нему, не будет соответствовать истинной, то программа выдаст уведомление о необходимости исправления либо уточнения.

Программное решение «ABC-Рекомпози́тор» позволяет собирать BIM данные с различных программ (например, инженерные сети выполнены в Revit, конструктив в Allplan) и соединять в единый проект, далее в смету.

Пока полностью неизвестен потенциал «Гектор: 5D Смета», авторы считают «ABC-4» более гибким решением, тем более, сейчас компания «ABC-N» ориентируется на небольшие проектные организации России, Казахстана и Беларуси, которые работают именно в строительном комплексе.

Комплексу «Estimo.Connect» полностью автоматизировать выпуск сметной документации пока не представляется возможным. Проблема заключается в отсутствии адаптации к реалиям строительной отрасли, где зачастую примерно половина проектной документации (инженерные сети, земляные работы, и т. д.) выполняется не в проектом отделе застройщика. Тем самым специфика работы «Estimo.Connect» не представляется комфортной, так как для работы в этой программе сначала необходимо назначить коды классификатора для элементов модели (эту рутинную работу нужно поручить внимательному сотруднику, а это уже не автоматизация), и только потом приступить к проектированию. Когда представленные выше аналоги позволяют без этого усложнения обработать разделы AP и KP и выгрузить объемы для дальнейшей разработки сметной документации.

Учитывая специфику, для корректной работы в этой программе нужна немалая поддержка и трудовые ресурсы, которые готовы предоставлять только такие крупные организации как Госкорпорация «Росатом», ОАО «РЖД», итд. Отсюда можно сделать вывод, что программа «Estimo.Connect» не подходит для работы большинства участников строительной отрасли.

Последний, из представленных в этой работе, программный комплекс «ITWO 4.0» хорошо зарекомендовал себя в Европе, и многие иностранные компании уже используют данные 5D технологии. Создана «ITWO Business Suite» – интегрированная техническая ERP-система, которая разработана специально под «ITWO 4.0».

Программные комплексы для автоматизации выпуска сметной документации

Программный комплекс	Совместимость с проектными программами	Совместимость со сметными программами	Метод определения сметной стоимости	Отличительные недостатки	Отличительные особенности
"Гектор. 5D Смета" ООО "Научно-технический центр "Гектор", Москва	<i>Autodesk Revit</i>	Совместимость осуществляется через выгрузку данных в формате АРПС 1.10. Формат XML полностью поддерживает только программа компании "Гектор. Сметчик-строитель", но можно работать и в основных сметных программах в формате АРПС 1.10	Базисно-индексный	Не протестирован на реальных или pilotных проектах; мало методической информации о работе в программе. Отсутствие интеллектуально измененные уже привязанной сметной нормы, при изменении характеристик соответствующего элемента (элементов). Возникает потеря реальной сметной стоимости	Узкая направленность именно по <i>Autodesk Revit</i> ; преемство работы. Не требуется приобретать дополнительные программы
"ABC-4", ООО "Научно-производственное предприятие "ABC-Н", Новосибирск	<i>Nemetschek Alplan</i> , <i>Autodesk Revit</i> ; Компания разрабатывает импорт в общем формате .ifc	Экспорт-импорт в формате АРПС 1.10. XML формат программы "ГРАНД-смета", 1С:Смета 3, итд. Разработан программный модуль «ABC-Рекомпозитор» для интеграции сметной системы ABC-4 с BIM платформами	Базисно-индексный, Базисно-компенсационный; Ресурсно-индексный	Для полноценного процесса выпуска смет необходимо приобрести программный модуль «ABC-База знаний» и «ABC-Рекомпозитор» для интеграции сметной системы ABC-4 с BIM платформами. Программа "ABC-4" была ориентирована только на государственные сметные нормы, и только совсем недавно разработчики внедрили систему для ведения корпоративной базы норм и расценок "ABC-транслятор"	Много данных, методических указаний для работы в программе. Решена проблема интеллектуальной привязки сметных норм. Возможность интеллектуальной помощи
"Estimo.Compet" Компания "Айблм", Москва	<i>Autodesk Revit</i> , <i>Tecla</i> , <i>Bentley</i> , также возможен импорт из других 3D САПР в формате .ifc	Экспорт в Гранд-Смета, Багира, ABC в формате АРПС 1.10. Связь календарного планирования с программами <i>MS Project</i> и <i>Oracle Primavera</i> и синхронизация с ПК Горстройсмета	Ресурсный; Базисно-индексный	Специфика работы <i>Estimo.Compet</i> представляется не особо комфортной для большинства участников строительной отрасли. Тем самым, полностью автоматизировать выпуск сметной документации не представляется возможным	Отлажена работа <i>Estimo.Compet</i> в связке с корпоративной базой норм и расценок <i>Lark</i> .
"ITWO 4.0" Компания "RIB", Германия, Штудберг	<i>Autodesk Revit</i> , другие 3D САПР системы (формат .ifc)	Состоит из открытых интерфейсов, построенных на технологии XML; реализована связь с <i>MS Project</i>	Метод, аналогичный ответственному ресурсному методу	Нет русскоязычной версии. Не применимость к отечественной системе ценообразования. Нет представительства компании в РФ	Программный комплекс хорошо зарекомендовал себя в Европе и многие иностранные компании уже используют данные 5D технологии

К недостаткам можно отнести отсутствие русскоязычной версии, не применимость к отечественной системе ценообразования, из-за отсутствия связи с нашей сметно-нормативной базой, которая постоянно меняется. Также нет представительства компании разработчика в РФ.

Поэтому очевидно, что «ITWO 4.0» не будет работать в российской строительной отрасли. Это связано с тем, что любая иностранная сметная программа не подходит под нашу отечественную, весьма сложную, сметно-нормативную базу: например, в Германии чтобы «осметить» монолитную железобетонную колонну достаточно применить одну сметную норму, где уже учтены все затраты и ресурсы, а в России необходимо учесть 7–8 норм и расценок, еще и из разных сборников.

Таким образом, анализ теоретической литературы, аналитических статей портала *isicad*, показывает наличие интереса к общей рассматриваемой тематике внедрения BIM-технологий в сферу ценообразования и организации строительного производства.

Авторы считают, что для полноценной работы BIM-технологий в России уже сегодня нужны изменения в сфере ценообразования: редактирование сметно-нормативных баз или специальные сборники расценок, для упрощенного назначения норм в BIM-модели. Так как при использовании нашей сложной структуры сметных норм получается громоздкой структура BIM-модели. Она будет неиспользуемой в реальных BIM-проектах, к которым стремится отечественная строительная отрасль, потому что все эти данные не удастся корректно связать с календарно-сетевым графиком проекта (4D).

По окончании внедрения систем 4D-проектирования, и начала полноценной работы BIM-технологий в инвестиционно-строительной отрасли России, мы получим точный тайминг проекта и анализ хода СМР в реальном времени. Также, посредством внедрения систем 5D-проектирования, BIM-моделирование существенно снизит себестоимость строительных работ и устраним проблему с «непрозрачными» сметами.

Литература

1. Липсиц И.В., Косов В.В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа. М.: БЕК, 2014.
2. Воронин И.А., Изатов В.А. О возможности определения сметной стоимости строительных объектов с использованием BIM проектирования // Материалы всероссийской конференции «Экономические и организационно-управленческие проблемы развития строительного комплекса России», 2014. С. 11.
3. Придвижкин С.В., Баженов О.В., Шевелева А.Е. BIM-Lean-синергия. Инструменты технологического обеспечения бережливого строительства // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 2, № 6. С. 98-104.

УДК 330.04

Александрова Елена Борисовна,
канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elenale@yandex.ru

Aleksandrova Elena Borisovna,
PhD of Economics., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: elenale@yandex.ru

**ВІМ-МОДЕЛІРОВАНИЕ КАК НОВЕЙШИЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**BIM-MODELLING AS A NEW INSTRUMENT FOR RISK REDUCTION
OF INVESTMENT PROJECTS IN CONSTRUCTION**

Факт того, что строительство является одной из сфер деятельности, подверженной огромному числу рисков, неоспорим. Отлаженной, структурированной системы по выявлению и снижению рисков в строительстве на сегодняшний день нет. А рискообразующие факторы присутствуют во всех основных ресурсах строительной сферы. Реализация рисков факторов может привести к возникновению риска. Для каждой стадии проекта характерны и вероятны те или иные риски. Для минимизации рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта используется инструментарий риск-менеджмента. Новейшим в данном перечне инструментов является использование информационной модели, известной под аббревиатурой *BIM (Building Information Modeling)*.

Ключевые слова: снижение рисков, рискообразующие факторы, управленческие решения, *BIM-моделирование*, строительство, риски.

The fact that construction is receptive for a big amount of risks is undeniable. There is no organized and structured system of identification and risk reduction. However, there are risk-generating factors in all the resources of construction sphere. Realization of risk-generating factors may lead to occurrence of risks. Specific risks are probable for each stage of investment project. For risk minimization the risk instrumentation is used. The new one in the list is using BIM-modelling (*Building Information Modeling*).

Keywords: risk reduction, risk-generating factors, management decisions, BIM-modelling, construction, risks.

Факт того, что строительство является одной из сфер деятельности, подверженной огромному числу рисков, неоспорим. Многие риски являются уникальными и неповторимыми, поэтому сложно собрать какую-либо историческую статистику по ним. Многие, но не все. Есть повторяющиеся из одного инвестиционного проекта в другой риски, которые приводят уже к ожидаемым и известным последствиям.

Отлаженной, структурированной системы по выявлению и снижению рисков в строительстве на сегодняшний день нет. А рискообразующие факторы присутствуют во всех основных ресурсах строительной сферы, в таких как инвестиции в долгосрочные активы, предметы труда (сырья, материалов, энергоресурсов), основные производственные фонды и труд.

Кроме всего вышеуказанного, причинами кризисных ситуаций являются также:

- рекламации и штрафы за бракованную продукцию, за нарушение сроков, за несоответствие качества строительной продукции;
- аварии в процессе производства строительной продукции и поломки оборудования;
- утечка конфиденциальной информации;
- поломка компьютеров и прочей электроники, автоматизирующей процесс производства.

Реже встречаются, но по ущербу и последствием являются более тяжелыми следующие форс-мажорные обстоятельства:

- стихийные бедствия;
- аварии в энергетических сетях;
- пожары и взрывы;
- смерть руководителя и ведущих специалистов;
- внезапное появление сильных конкурентов.

Среди других причин, вызывающих увеличение уровня риска, указывались также нарушение авторских прав, оппортунистическое поведение, забастовки, мошенничество, недобросовестная конкуренция [1].

Реализация рисков факторов может привести к возникновению риска. Классифицировать риски можно по различным признакам. В таблице приведена авторская классификация по среде возникновения рисков.

Классификация рисков по среде возникновения

Внешние	Внутренние
1. Природноестественные	1. Имущественные
2. Транспортные	2. Производственные
3. Экологические	3. Финансовые
4. Политические	4. Риски рентабельности
5. Риски, связанные с покупательной способностью денег и дефляционные:	5. Инвестиционные
5.1) инфляционные и дефляционные	5.1) риски упущенной выгоды
5.2) Валютные риски	5.2) риски снижения доходности
5.3) Риски ликвидности	5.2.1) процентные риски
6. Форс-мажорные	5.2.2) кредитные риски
	5.3) риски прямых финансовых потерь
	5.3.1) биржевые риски
	5.3.2) риски банкротства
	5.3.3) селективные риски

Окончание таблицы

Внешние	Внутренние
	6. Торговые
	7. Коммерческие
	8. Проектные

Условно разделив инвестиционный проект на 5 стадий, хочется уточнить, что на первой стадии проекта возникает сама идея строительства объекта, сбор информации о подобных объектах, маркетинговые исследования, сбор необходимых документов в требуемых инстанциях, разработка проекта, учитывающего не только архитектурные, объемно-планировочные, технические, санитарно-эпидемиологические, экологические, но и другие требования и нормы [2]. Основные риски данной стадии:

1. Природноестественные.
2. Форс-мажорные риски.
3. Политические риски.
4. Конъюнктурные риски.
5. Проектные риски.

На этой же стадии после разработки проекта, включается согласование проекта, получение необходимых разрешений на строительство, оформление пятен под застройку.

На второй стадии инвестиционно-строительного проекта, когда собраны все необходимые документы, заключаются договоры с контрагентами, которые в дальнейшем и будут обеспечивать жизнеспособность проекта. Самыми важными договорами этой стадии являются договор подряда, договоры поставки, логистические договор. Основные риски, которые могут реализоваться на второй стадии:

1. Политические риски.
2. Риски, связанные с покупательной способностью денег и инфляционные.
3. Форс-мажорные риски.
4. Риск неправильного выбора контрагента.
5. Инвестиционные риски.
6. Риски упущенной выгоды.
7. Селективные риски.

На третьей стадии происходит непосредственно само строительство объекта. Важными моментами этой стадии являются, безусловно, неукоснительное соблюдение требований проекта, а также выполнение работ по организационному плану с расчетом сдачи объекта в срок. Выделим основные риски стадии строительства:

1. Экологические риски.
2. Политические риски.

3. Риски, связанные с покупательной способностью денег.
4. Природноестественные риски.
5. Форс-мажорные риски.
6. Селективные риски.
7. Производственные риски.
8. Имущественные риски [3].

На четвертой стадии происходит непосредственная сдача объекта подрядчиком с последующей приемкой заказчиком, а также учитывается момент перехода права собственности, окончательным расчетом по действующим договорам, включая договор подряда. Сдача в эксплуатацию также условно отнесена к данной стадии инвестиционно-строительного проекта. Основными рисками четвертой стадии являются:

1. Форс-мажорные риски.
2. Риски, связанные с покупательной способностью денег и дефляционные.
3. Экологические риски.
4. Политические риски.
5. Имущественные риски.
6. Финансовые риски.
7. Риски прямых финансовых потерь.
8. Коммерческие риски.
9. Торговые риски.

И заключительной, пятой стадией примем стадию эксплуатации объекта. Договоры, действовавшие в период строительства, уже не действуют, а к ним на смену приходят договоры с собственниками недвижимости, с обслуживающими организациями. Наиболее вероятные риски на стадии эксплуатации:

1. Форс-мажорные риски.
2. Производственные риски.
3. Имущественные риски.
4. Проектные риски.

Для минимизации рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта используется инструментальный риск-менеджмент. С каждым годом он нарабатывается, отлаживается и становится более удобным в применении с целью управления рисками. Среди известных инструментов такие, как *SWIFT*-анализ, применение *VarR*-метода, матрица МакКинзи, дерево событий, дерево ошибок, сценарный анализ и многие другие [4].

Новейшим в данном перечне инструментов является использование информационной модели, известной под аббревиатурой *BIM* (*Building Information Modeling*). Имеются ввиду те информационные модели строительства и информационные модели зданий, которые увязываются с временными и стоимостными параметрами в ходе реализации инвестиционных проектов. Цифровая информационная модель строящегося объекта на всех этапах его жизненного цикла помогает в решении возникающих задач и управления рисками.

В докладе профессора, д.т.н. Гинзбурга А. В. в рамках проведения круглого стола по BIM-моделированию в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете прозвучал следующий факт: «Реальный объект завершенного строительства имеет 80 % отклонений от проектной документации».

Основные причины, по которым BIM-моделирование начинает внедряться в систему управления рисками – это возможность контролировать бюджет для снижения издержек и уменьшения финансовых рисков [5].

BIM технологии становятся все более доступными и применимыми при реализации инвестиционно-строительных проектов, так как строительные компании способны финансировать покупку компьютерной техники и программного обеспечения.

BIM-моделирование дает возможность для успешного хозяйствования в условиях цифровой экономики, что становится приоритетным развитием Российской Федерации.

Литература

1. Шапкин А. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. М.: Дашков и К, 2010. 400 с.
2. Асаул В.В., Асаул М.А., Александрова Е.Б., Кришталь В.В. Управление рисками в строительстве на основе теории самоорганизации. СПб.: Издание института проблем экономического возрождения, 2007. 310 с.
3. Асаул В.В., Александрова Е.Б., Кришталь В.В., Семенова С.В. Минимизация рисков формирования эффективных интеграционных образований в инвестиционно-строительной сфере. СПб: АНО «ИПЭВ», 2011. 364 с.
4. Вяткин В.Н., Гамза В.А., Маевский Ф.Н. Риск-менеджмент. М.: Юрайт, 2017. 365 с.
5. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент. Принципы и методики. М.: Вильямс, 2010. 496 с.

УДК 624.05

Мамаев Антон Евгеньевич
инженер Службы Комплексного
Контроля Строительства
(ООО «НТЦ-Эталон»)
E-mail: mamaev7@gmail.com

Mamaev Anton Evgenievich
engineer Dept Of Complex
Control Of Construction
(ООО «NTC-Etalon»)
E-mail: mamaev7@gmail.com

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ BIM ТЕХНОЛОГИИ

STAGES OF IMPLEMENTATION OF METHOD OF MONITORING THE CALENDAR PLAN OF THE CONSTRUCTION BASED ON BIM TECHNOLOGY

Одним из ключевых моментов в инвестиционно-строительном проекте является эффективный контроль календарного графика строительства. Календарное планирование имеет особое значение в сфере строительства, где рентабельность проектов очень чувствительна к срокам их реализации. В статье представлены этапы реализации методики

мониторинга и контроля строительного производства на основе современных инновационных технологий и цифровой модели проекта здания. Описан метод синхронизации задач календарного графика с элементами модели, а также способ сравнения плановых показателей инвестиционно-строительного проекта и фактически выполненных работ. В качестве инструмента использованы программные продукты Autodesk и MS Project.

Ключевые слова: BIM-технологии, 3D-модель здания, контроль инвестиционно-строительного проекта, мониторинг строительного-монтажных работ, календарный график строительства

One of the key moments in the investment and construction project is the effective control of the timetable regarding the construction. Calendar planning is of particular importance in the field of construction, where the profitability of projects is very sensitive to the timing of their implementation. The article presents stages of implementation of methodology of monitoring and control of building production on the basis of modern innovative technologies and the digital model of the building project. The proposed synchronization method task scheduling model elements, and the method of comparison of the planned indicators of investment and construction projects and work actually performed. As a tool used software products Autodesk and MS Project.

Keywords: BIM, 3D, Building information modeling, investment project control, monitoring of construction works

Своевременное выполнение всех задач согласно утвержденному календарному графику инвестиционно-строительного проекта (далее – ИСП) – главная цель, от которого зависит успех всего проекта. В этих условиях актуальным становится вопрос точного мониторинга и анализа хода строительного-монтажных работ (далее – СМР) в реальном времени [1, 2].

Контроль выполненных объемов в строительстве на данный момент осуществляется сразу несколькими подразделениями инженерно-технических работников (далее – ИТР), которые составляют зачастую сложную цепочку делопроизводства. В конечном итоге, это усложняет анализ конечного результата и ставит под сомнение его актуальность [3–5].

Исходя из вышесказанного, целесообразно рассмотреть эффективность внедрения новых специализированных программ и методик в систему организации ИСП. А также предложить новый системный инструмент для мониторинга проекта и снижения рисков в строительстве [1, 2].

В работе описаны этапы реализации методики мониторинга календарного графика строительства на основе BIM-модели здания, которая применяется на строительных объектах Группы компаний «Эталон»

Сегодня в Российской Федерации отмечается значительный интерес в развитии BIM-технологий. Активно в этом направлении работает один из лидеров BIM-технологий компания ООО «НТЦ-Эталон» входящая в холдинг *Etalon Group* [6].

В основе BIM лежит трехмерная информационная модель будущего проекта. В ней заложены основные характеристики (материал) и физические параметры (геометрические размеры) материалов, используемых при строительстве и будущей эксплуатации объекта, а также объект привязан к кален-

дарному графику строительства и увязан по ключевым точкам. BIM – это информационная платформа, на которую можно наложить дополнительные технологии и возможности с привязкой к проектируемому сооружению [1, 2].

Этапы реализации методики представлены на схеме (рис. 1).

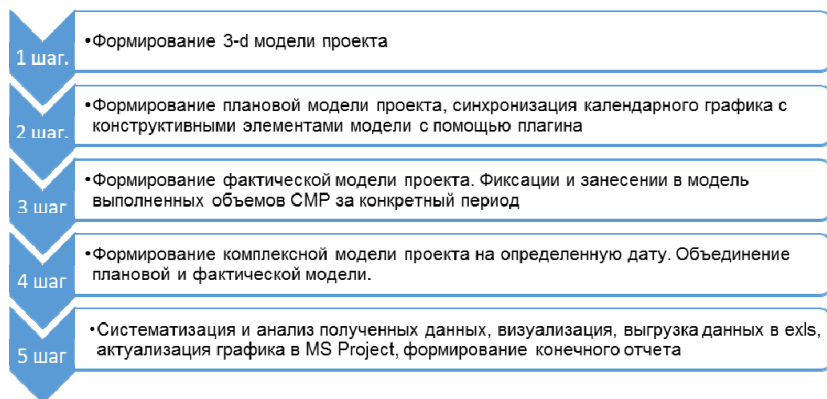


Рис. 1. Этапы реализации методики

Рассмотрим этапы подробно.

Шаг 1. Формирование 3d модели проекта.

На начальной стадии работы формируется 3D модель проекта, все элементы которой синхронизированы с разделами и объектами по проекту. В качестве инструмента используются программные продукты Autodesk.

Шаг 2. Формирование плановой модели проекта.

Формирование плановой модели проекта выполняется с помощью импортирования в программную среду модели календарного графика из программы планирования.

Шаг 3. Формирование фактической модели проекта.

Фактическая модель формируется на основе регулярной фиксации и занесении в модель выполненных объемов СМР за конкретный период.

Информация заносится в модель в момент обхода объекта инженером, производится фотофиксация всех видов работ, информация заносится в портативный компьютер или мобильное устройство.

Шаг 4. Формирование комплексной модели проекта.

В итоге мы имеем возможность объединить начальную 3D модель проекта с плановой и фактической, получив, таким образом, комплексную модель, в которой по каждому проектному элементу содержится следующая дополнительная информация:

- информация об используемых материалах элементов модели и физические показатели;
- срок выполнения работ по устройству проектных элементов модели;
- информация о фактически выполненных объемах работ.

Шаг 5. Систематизация и анализ данных.

Сформировав комплексную модель проекта на определенную дату, появляется возможность поэтапно систематизировать полученные данные и провести их анализ.

Рассчитав процентное соотношение проектного объема и фактического, можно внести актуальные данные в календарный график и произвести анализ задач. Сопоставление плана и факта дает четкое понимание сложившейся ситуации на объекте. Следует отметить, что мониторинг объемов за короткий, строго фиксированный интервал времени (например, неделя) дает возможность провести обширный анализ статистических данных [1].

Такой уровень детализации дает возможность системного и вариативного контроля выполнения бизнес-плана и накапливает информационную базу для составления календарных графиков новых проектов. Пример итогового отчета (рис. 2, таблица).

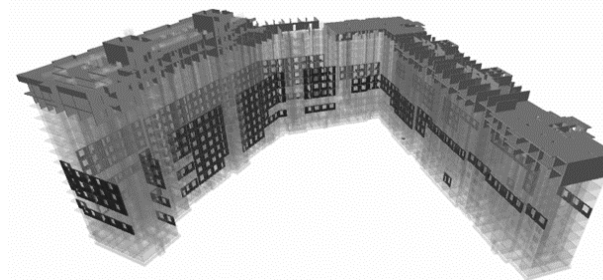


Рис. 2. Пример отчета

Пример отчета

Вид работ	Проект, м³	План, м³	Факт, м³		Отставание / Опережение, м³
			Неделя №	Итоговый	
Монолитный ж/б каркас	19628	15666	385	17710	2044
Кладка наружных стен, газобетон	2522	1053	109	475	578

На основании объема данных полученных за весь период строительства можно произвести расчеты средних показателей выработки по каждому виду работ, проанализировать отклонения от календарного графика и выявить их причины. Систематизация этих статистических данных позволяет учесть типовые ошибки и избежать недочетов в планировании и строительстве последующих проектов Группы компаний Эталон [1].

Практическая реализация этапов методики показала, что существует возможность синхронизировать задачи календарного графика с элементами

модели и сравнивать плановые показатели ИСП с фактическими, а также проводить комплексный анализ хода реализации проекта. Полученные в ходе мониторинга данные можно визуализировать в модели, представить в виде графика или диаграммы и отследить течение и динамику выполнения различных видов работ [2, 7].

Данная методика контроля широко применяется на всех объектах Группы Компаний «Эталон» и постоянно подтверждает свою эффективность [1].

Литература

1. Мамаев А.Е. Методика мониторинга календарного графика строительства на основе BIM технологии // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 8-2. С. 270-275
2. Мамаев А.Е., Шарманов В.В. Контроль инвестиционно-строительного проекта на основе BIM-модели здания // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2016. № 1-3. С. 83-86.
3. Ильченко Д.П., Симанкина Т.Л., Романович М.А. Корректировка календарного плана ремонтно-строительных работ на основе метода замещения плановых работ // *Вестник гражданских инженеров*. 2013. № 2 (37). С. 125-130.
4. Морозова Т.Ф., Лаптева Н.А. Оценка рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта на примере бизнес-центра // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 2. С. 48-51.
5. Шарманов В.В., Симанкина Т.Л., Мамаев А.Е. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2017. № 12(63). С. 113-124.
6. Сидоров А.Г. BIM. Лучшая практика внедрения ИТ-технологий в градостроительной сфере. [Электронный ресурс] (дата обращения 20.12.2016) http://ardexpert.ru/article/4239?_utl_t=tw
7. Romanovich M., Simankina T. Urban Planning of Underground Space: The Development of Approaches to the Formation of Underground Complexes – Metro Stations as Independent Real Estate Objects // *Procedia Engineering*. 2016. № 165. С. 1587-1594.

УДК 004.942:658.5

Орловская Тамара Николаевна,
канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: e-tamara@mail.ru

Orlovskaya Tamara Nikolaevna,
PhD of Sci. Ec., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: e-tamara@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ КАК АСПЕКТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

IMPLEMENTATION OF BIM-TECHNOLOGIES AS AN ASPECT OF INVESTMENT SAFETY IN THE SPHERE OF CONSTRUCTION

Статья посвящена вопросам внедрения современных информационных технологий в деятельность предприятий строительной сферы. Рассматриваются цели и преимущества использования BIM-технологий, приводятся результаты анализа динамики инве-

стиций в основной капитал по отрасли строительства за период 2005-2016 гг. В статье приведены основные показатели преимущества внедрения BIM-технологий в деятельность предприятий в сфере строительства по результатам опроса среди компаний строительной отрасли, проведенного консалтинговой компанией *McGraw Hill Construction*. Автором выделены основные этапы процесса внедрения BIM-технологий в проектно-строительную деятельность и сделан вывод о целесообразности внедрения информационных технологий в работу предприятий строительной сферы.

Ключевые слова: информационные технологии, BIM-моделирование, инвестиционная безопасность предприятий в сфере строительства, производственное планирование и управление качеством.

The article is devoted to the introduction of modern information technologies in the activities of construction companies. The purposes and advantages of using BIM-technologies are considered, the results of the analysis of the dynamics of investments in fixed capital in the construction industry for the period 2005-2016 are presented. The article shows the main indicators of the benefits of implementing BIM-technologies in the activity of enterprises in the field of construction following a survey among construction companies conducted by the consulting company McGraw Hill Construction. The author outlined the main stages of the process of implementing BIM-technologies in the design and construction activities, made a conclusion about the advisability of introducing information technologies in the work of construction companies

Keywords: information technologies, BIM-modeling, investment security of enterprises in construction, production planning and quality management.

В настоящее время использование современных технологий моделирования в процессах проектирования зданий, сооружений и урбанизированных территорий становится основой повышения эффективности управленческих решений, способствуя снижению затрат при инвестировании в проектные разработки, повышению качества проектирования и соблюдению основополагающих для строительной и градостроительной сфер показателей безопасности жизнедеятельности. Анализ динамики инвестиций в основной капитал по строительной отрасли за период 2005–2016 гг. подтверждает наличие инвестиционного потенциала и инвестиционной привлекательности строительной сферы (рис. 1). Несмотря на имевшую место тенденцию спада инвестиционной активности в России в период 2013–2015 гг., с 2016 г. наблюдается прирост объема инвестиций, что усиливает необходимость регулирования инвестиционных процессов, в том числе посредством использования информационных технологий моделирования.

Развитие и применение новейших информационных технологий, внедрение их в организационно-экономические и технологические процессы предприятий строительной сферы, напрямую оказывают влияние на уровень экономического развития страны в целом, инвестиционную безопасность отрасли и конкурентоспособность предприятий, в том числе на уровень качества проектных работ [2].

Внедрение в практику строительного и градостроительного проектирования технологий информационного моделирования также направлено на снижение уровня коррупции в строительной сфере и в градостроительной деятельности, стимулирование повышения конкурентоспособности организаций, соблюдающих экономико-правовые условия ведения хозяйственной

деятельности. Одним из наиболее распространенных в практике архитектурно-строительного проектирования является BIM-технологии, позволяющее оптимизировать трудовые процессы, оценивая различные варианты виртуального проектирования и строительства объектов и территорий, проводить тестирование используемого оборудования и строительных материалов, ускоряя и значительно упрощая весь процесс проектирования – от моделирования ситуации до проведения финансово-экономических расчетов и оценки капитальных вложений в строительство. В целом, это, несомненно, способствует повышению эффективности управления проектными работами. Значительное влияние применения данных технологий оказывает и на итоговую величину инвестиций [3].

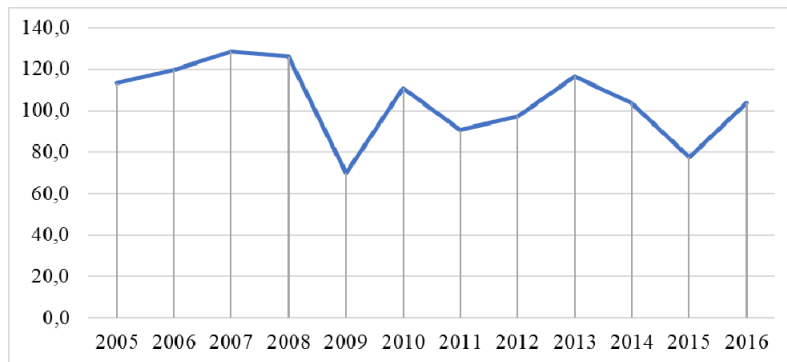


Рис. 1. Динамика инвестиций в основной капитал по отрасли строительства за период 2005–2016 гг. в % к предыдущему году [1]

Инвестиционная безопасность – это способность национальной хозяйственной системы регулировать и развивать инвестиционные ресурсы, тем самым повышая эффективность экономических связей, обеспечивая при этом устойчивый рост экономики и усиление условий конкурентоспособности [4]. В этом контексте связь инвестиционной безопасности и конкурентоспособности предприятия является очевидной, так как основная цель BIM-технологий – повышение конкурентоспособности организации, а следовательно, и ее инвестиционной безопасности (рис. 2).

Поскольку при анализе инвестиционной безопасности в сфере строительства необходимо учитывать источники возникновения угроз и рисков, возможность развития инвестиционного потенциала, внедрение BIM-технологий в производственную и организационно-экономическую деятельность существенно упрощает процесс управления качеством, снижая временные и финансовые затраты предприятия. При внедрении BIM-технологий повышение уровня инвестиционной безопасности, в первую очередь, будет связано с повышением качества проектной продукции, снижением времени ре-

ализации проекта, увеличением точности расчета и стоимостной оценки итогового проекта, что несомненно повышает уровень инвестиций в строительную отрасль и уровень инновационной безопасности [5]. Основные этапы процесса внедрения BIM-технологий на стадии проектирования и строительства представлены на рис. 3.



Рис. 2. Влияние BIM-технологий на инвестиционную безопасность строительной организации



Рис. 3. Основные этапы процесса внедрения BIM-технологий в проектно-строительную деятельность

Ниже (рис. 4) приведены основные показатели преимущества внедрения *BIM*-технологий в деятельность предприятий в сфере строительства по результатам опроса среди компаний строительной отрасли, проведенного консалтинговой компанией *McGraw Hill Construction* [6].



Рис. 4. Преимущества внедрения *BIM*-технологий в деятельность компаний строительной отрасли (по данным опроса консалтинговой компании *McGraw Hill Construction* [6])

К основным достоинствам *BIM*-технологий относят возможность выявления ошибок на стадии проектирования и моделирования, что повышает «точность» проектного плана, сокращения временных затрат – что также приводит к снижению затрат на предпроектной стадии реализации проекта. Применение *BIM*-технологий целесообразно, в первую очередь, для масштабных проектов, поскольку использование данной технологии позволяет с помощью средств удаленного доступа учитывать рекомендации всех участников проекта: строительной организации, заказчика, инвестора.

Появление и развитие технологий проектирования, в первую очередь влияет на качество услуг по проектированию, а по данным международной практики, именно внедрение *BIM*-технологий стимулирует развитие инноваций в строительной сфере, способствуя: совершенствованию процесса проектирования; развитию строительной техники; совершенствованию технологии строительных работ; развитию различных отраслей строительной сферы, включая область строительных материалов; пересмотру и уточнению норм проектирования.

Все вышеизложенное подтверждает, что к наиболее перспективному направлению повышения уровня инвестиционной безопасности в строительной сфере можно отнести создание архитектурно-строительных проек-

тов с помощью применения новейших информационных технологий и современных программных средств проектирования, внедрение которых позволяет сократить затраты в денежном и временном эквивалентах, увеличить точность итоговых расчетных показателей проекта, что в наибольшей степени влияет на общую итоговую стоимость всего проекта и инвестиционную привлекательность, для принятия инвестиционного решения, для привлечения заемных средств в целях реализации проекта

Литература

1. Статистические данные http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat_ru/statistics/enterprise/investment/nonfinancial/# (дата обращения: 28.02.2018).
2. Глухова Л.В., Сатарова Е.П. Оценка возможности управления проектами СРО // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. 2012. № 3. С. 181-187.
3. Вальтер Ф., Желтенков А. В. Управление проектами разработки объектов медицинского назначения на основе методов информационного моделирования (BUILDING INFORMATION MODELLING – BIM) // Вестник московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2015. № 4. С. 60-71
4. Филатова А. С. Инвестиционная безопасность РФ в современных условиях // Молодой ученый. 2015. № 1. С. 304-307. URL <https://moluch.ru/archive/81/14655/> (дата обращения: 01.03.2018).
5. Зеленина В.Г., Морарь Е.С. Концепция информационного моделирования зданий. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. № 1(117). С. 118-126.
6. Информационное моделирование объектов строительства или как понять BIM? <http://openbim.ru/events/news/20141208-1457.html>. (дата обращения: 28.02.2018).

УДК 69.001.5

Разов Игорь Олегович,

канд. техн. наук, доцент

Березнев Алексей Валерьевич,

канд. техн. наук, доцент

Коркишко Ольга Анатольевна,

ст. преподаватель

(Тюменский индустриальный университет)

E-mail: RazovIO@tyuiu.ru

Razov Igor Olegovich,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Bereznev Aleksey Valeryevich,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Korkishko Olga Anatolievna,

Senior Lecturer

(Tyumen Industrial University)

E-mail: RazovIO@tyuiu.ru

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF INTRODUCTION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE BUILDING AND OIL AND GAS INDUSTRY

В статье рассмотрены вопросы перспектив применения *BIM*-технологий в процессе проектирования и строительства. Показано текущее состояние проектной деятельности, преимущества и недостатки *BIM* проектирования в сравнении с классическим проек-

тированием. Приведены основные программные комплексы чаще всего встречающиеся в Российской Федерации с указанием их преимуществ и недостатков, для конкретного вида выполнения работ. Указаны возможности *BIM*-проектирования, реализация проекта от технического задания до сдачи в эксплуатацию (или, например, ремонт, реконструкция, демонтаж). Сформулированы выводы, связанные с дальнейшим развитием данной технологии. Приведены рекомендации по обучению основ проектирования и инструментария *BIM* в высших учебных заведениях, с целью получения на выпуске компетентных, конкурентоспособных специалистов.

Ключевые слова: технология информационного моделирования, программные комплексы, преимущества и недостатки *2D* и *BIM*, проектирование.

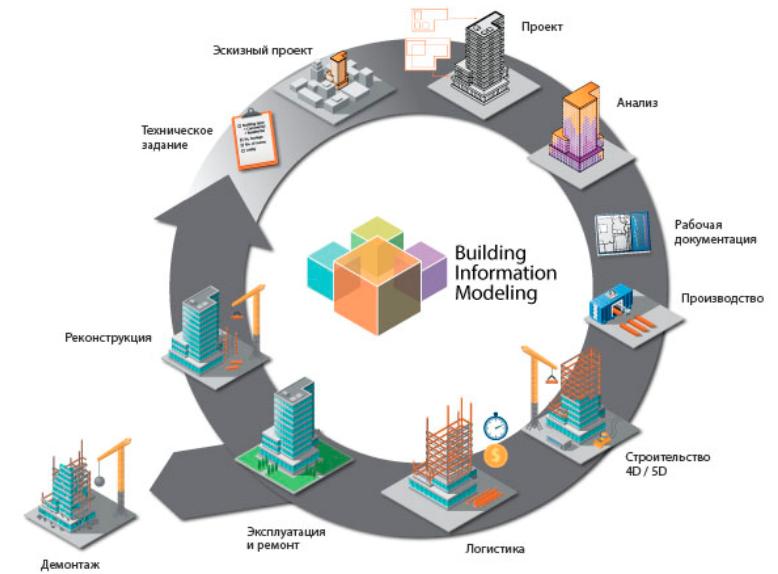
The article discusses the prospects of using BIM-technologies in the design and construction process. The current status of the project activity, advantages and disadvantages of BIM design are shown in comparison with the classical design. The main software complexes most often found in the Russian Federation are indicated, indicating their advantages and disadvantages, for a specific type of work performance. The possibilities of BIM-design, the implementation of the project from the technical assignment to putting into operation (or, for example, repair, reconstruction, dismantling) are indicated. The conclusions connected with the further development of this technology are formulated. Recommendations are given on teaching the basics of BIM design and tools in higher education institutions, with the goal of obtaining competent, competitive specialists at the release.

Keywords: technology of information modeling, software complexes, advantages and disadvantages of 2D and BIM, design.

Технологии проектирования совершенствуются из года в год, находят применение новые программные комплексы, способствующие увеличению эффективности труда и при этом сокращения трудозатрат на выполнение конкретного проекта. Переход от классического проектирования к *BIM* обусловлен развитием информационных технологий и появлением специализированных программных комплексов, при помощи которых можно создать цифровую информационную модель объекта строительства. Наличие такой модели позволяет использовать различные автоматизированные средства анализа и проверок, выпуска проектной и рабочей документации, визуального планирования и оптимизации процесса строительства, оценки сметной стоимости и т. д., но также обеспечивает регламентированный доступ к данным об объекте всем задействованным в проекте участникам.

Основными достоинствами *BIM* моделей является их динамичность, т. е. при изменении отдельных элементов модели происходит автоматическое обновление данных, параметров связанных документов. Активное развитие этой технологии произошло относительно недавно, значительное количество участников строительной сферы признали эффективность *BIM* проектирования, без которого невозможно дальнейшее развитие инвестиционно-строительной сферы Российской Федерации на новом качественном уровне.

На рисунке указаны возможности *BIM* проектирования, реализация проекта начиная со стадии технического задания и заканчивая сдачу в эксплуатацию (или например ремонт, реконструкция, демонтаж).



Возможности *BIM* проектирования

Основными трудностями, возникающими в результате внедрения *BIM* в производство, является:

- высокая стоимость покупки необходимого оборудования и программного обеспечения;
- дефицит квалифицированных кадров, подготовленных для работы с *BIM*-технологиями;
- проблемы с нормативной базой, государственными стандартами, а также отсутствие базы моделей для проектирования объектов;
- отсутствие перечня типовых решений;
- отсутствие прозрачного документооборота.

Несмотря на некоторые недостатки, использование данной технологии позволяет выявить ряд положительных эффектов:

- значительная экономия затрат на этапе строительства;
- повышение точности планирования и прозрачности;
- сокращение временных потерь на внутрифирменные согласования;
- слаженная командная работа;

- возможность использовать инновационные конструкторские решения;
- обеспечение единого видения целей проекта всеми его участниками;
- сократить продолжительность работ на 10-12%, что приводит также к сокращению накладных расходов [1].

Программными комплексами, которые чаще всего встречаются на Российском рынке, являются *Autodesk Revit*, *Tekla Structures*, *GraphiSoft ArchiCad*. Каждая из этих программ имеет свои достоинства и недостатки, однако в большей степени имеет значение специализация того или иного предприятия. Например, предприятиям, специализирующимся на выпуске проектов металлоконструкций, больше подойдет *Tekla*; фирмам, занятым проектированием железобетонных конструкций, – *Autodesk Revit*; фирмам, занимающимся проектированием частных домов и небольших объектов, и, естественно, архитектурным мастерским стоит присмотреться к *GraphiSoft ArchiCAD* и т. д. Более подробный анализ программного обеспечения с их достоинствами и недостатками приведен в работах [2, 3].

Вывод

Совершенствование *ВМ*-технологий процесс необходимый для повышения качества выпускаемых проектов как на стадии проектирования, так и на стадии строительства и эксплуатации. Однако данные технологии сложно внедрить в каждый уровень бизнеса, в частности для малого и среднего бизнеса внедрение *ВМ*-технологий может быть достаточно дорогостоящим в плане ведения каждого этапа. Типовые проекты могут выполняться классически в *2D*, но для сложных и масштабных проектов целесообразнее использовать данную технологию информационного моделирования.

Еще одним важным аспектом является подготовка квалифицированных кадров, которых следует готовить не только при помощи дополнительных курсов повышения квалификации, но и в стенах высших учебных заведений [4]. Необходимо обучать студентов не только инструментарию, но и целостному пониманию каждого этапа производства работ. Впоследствии квалифицированный специалист-выпускник будет являться более ценным, конкурентоспособным кадром на современном рынке труда [5]. Понимание процессов проектирования позволит сократить время работы, избежать ненужных операций, улучшить качество и придать презентабельный вид выпускаемому проекту.

Литература

1. Отчет оценка применения *ВМ*-технологий в строительстве результаты исследования эффективности применения *ВМ*-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf

2. Черных М.А., Якушев Н.М. *ВМ*-технология и программные продукты на его основе в России // Вестник ИжГТУ. 2014. № 1(61). С. 119-121.
3. Полуэтов В.В. Технологии информационного моделирования (*ВМ*) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. 2016. № 1(5). С. 46-55
4. Полуэтов В.В., Азизова-Полуэтова А.Н. Информационное моделирование (*ВМ*) для студентов института архитектуры и градостроительства // Архитектурные исследования. 2016. № 3. С. 47-52.
5. Грахов В.П. Развитие систем *ВМ* проектирования как элемент конкурентоспособности // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 580.

УДК 608.2

Звонов Илья Александрович,
ст. преподаватель

Нарезная Тамара Карповна,
канд. экон. наук, доцент

Денисова Дарья Леонидовна, студент
(Национальный Исследовательский
Московский Государственный
Строительный Университет)

E-mail: kafedravs@gmail.com,
narejnaya@mail.ru, dasha_denisova@bk.ru

Zvonov Ilya Aleksandrovich,
Senior Lecturer

Narezhnaya Tamara Karpovna,
PhD of Economics, Associate Professor
Denisova Daria Leonidovna, student
(Moscow State University
of Civil Engineering)

E-mail: kafedravs@gmail.com,
narejnaya@mail.ru, dasha_denisova@bk.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF TECHNICAL MAINTENANCE OF BUILDINGS

Доклад посвящён внедрению доступных и полномасштабных систем автоматизации технической эксплуатации зданий, которые являются ярким примером все более актуальных *ВМ*-технологий.

В исследовании была рассмотрена и проанализирована специфика российской системы эксплуатации и технического обслуживания зданий, а также выявлены её сильные и слабые стороны. Исходя из этой специфики были определены необходимые требования к создаваемым продуктам автоматизации.

Было проведено качественное сравнение уже существующих программных обеспечений и разрабатываемых систем автоматизации в области технической эксплуатации зданий. В результате чего, в целях повышения эффективности комплексного управления качеством эксплуатации зданий и сооружений, были определены основные свойства и параметры для разрабатываемого и пробно внедряемого профильного программного обеспечения в систему эксплуатации зданий и сооружений.

Ключевые слова: система технической эксплуатации, профильное программное обеспечение, системы автоматизации, управление зданием, *ВМ*-технологии в эксплуатации зданий.

The report is devoted to introduction of available and full-scale systems of automation of technical operation of buildings which are a striking example of more and more relevant BIM technologies.

In a research the specifics of the Russian system of operation and maintenance of buildings have been considered and analysed and also also weaknesses are revealed its strong. Proceeding from these specifics necessary requirements to the created automation products have been defined.

High-quality comparison of already existing software and the developed systems of automation in the field of technical operation of buildings has been carried out. Therefore, for increase in efficiency of integrated management of quality of operation of buildings and constructions, the main properties and parameters for developed and probno the introduced profile software in the system of operation of buildings and constructions have been defined.

Keywords: system of technical operation, profile software, systems of automation, management of the building, BIM technologies in operation of buildings.

В течении периода развития и расширения строительной отрасли в России был создан значительный фонд недвижимости различного функционального назначения. Сейчас остро стоит задача построения грамотной и взвешенной системы управления и эксплуатации не только этим фондом, но и огромным количеством зданий, построенных ранее.

Эксплуатация зданий и сооружений является одним из самых сложных и трудоёмких видов инженерной и управленческой деятельности. Она не уступает, а иногда и превосходит даже строительство по объёму инженерных, экономических, управленческих и иных задач. При этом сфера эксплуатации имеет огромный масштаб в связи с тем, что осуществляется по определению в течение длительного времени для всех зданий независимо от функционала и формы собственности [1].

На современном уровне развития системы управления недвижимостью, а вместе с ней и систем технической эксплуатации, становится всё более очевидной необходимость внедрения в эту сферу новых эффективных механизмов. Речь идет о доступном и полномасштабном внедрении систем автоматизации управления зданиями (Профильное программное обеспечение, далее ППО), которые являются ярким примером все более актуальных BIM-технологий. И в большинстве случаев вопрос заключается не только во внедрении, а еще и в разработке данных систем, отвечающих специфике отечественной системы работы с объектами недвижимости.

Подобное ППО, при условии его доступности как в использовании, так и по цене, способно во многом решить проблему организации эффективного взаимодействия технических служб в том виде, в каком они сейчас существуют, а также обеспечить комплексное управление качеством эксплуатации зданий и сооружений [2].

Доклад является ознакомительной публикацией, посвященной разрабатываемым и пробно внедряемым ППО в интересах и по заданию Департамента образования города Москвы.

Объектом исследования являлись средства ППО, имеющие потенциал использования в процессе технической эксплуатации зданий и сооружений.

Предметом исследования стала возможность повышения эффективности мероприятий в рамках технической эксплуатации зданий и сооружений при условии применения ППО.

Основная цель исследования – обоснование системного применения современного ППО при управлении недвижимостью, а также в системе технической эксплуатации зданий и сооружений.

Решаемые задачи:

1. Определение области применения ППО.
2. Определение преимуществ и недостатков существующего ППО.
3. Определение перечня вопросов, проблем, решаемых при использовании ППО.
4. Сопоставление условий применения ППО и системы технической паспортизации зданий.
5. Определение условий для реализации масштабного применения ППО.

Теоретической базой исследования стали основополагающие данные, установленные общей концепцией технической эксплуатации, нормативные материалы, а также статистические данные.

Методологической базой послужили детальный анализ нормативно-методических документов по эксплуатации зданий и сооружений, систематизация современных концепций и методов эксплуатации объектов недвижимости, изучение отечественного и зарубежного опыта, диалектический и логический методы [3].

Система технического обслуживания зданий хорошо может быть описана логикой современных языков программирования, кроме того, всё более популярным явлением становится внедрение так называемых «умных зданий». Поэтому всё более актуальной задачей становится автоматизация процессов технического обслуживания при помощи BIM-технологий.

Целью разработки ППО является необходимость обеспечения повышения эксплуатационной надежности, функциональной продуктивности зданий в условиях финансовых ограничений за счет использования современных технологий планирования, организации и оценки результативности эксплуатации недвижимости.

Ожидается, что масштабное внедрение ППО будет содействовать достижению ряда эффектов, охватывающих различные стороны эксплуатации объектов недвижимости:

- Организационно-технический эффект, формулируемый за счет создания единой методически и технически грамотной базы объектов недвижимости и их характеристик.
- Организационно-управленческий эффект, достигаемый за счет появления возможности проведения оптимизации штатного состава эксплуатационных служб.

- Экономический эффект достигаемый за счет сокращения продолжительности текущих ремонтов и восстановительных работ и более эффективного распределения бюджета.

Для определения обоснованного функционала ППО, в рамках исследования были проанализированы задачи и особенности современной российской системы технической эксплуатации зданий и сооружений [4]. Полученные результаты циклично охватывают все области эксплуатации, основные из них: автоматическое формирование комплекса базовых документов по эксплуатации и автоматизация процессов планирования, организации, проведения контроля и анализа результативности деятельности в рамках технической эксплуатации. Определены основные свойства и параметры для внедрения ППО в систему эксплуатации (рисунок). Обоснована необходимость внедрения электронной версии технического паспорта здания, который на сегодняшний день является одним из самых важных документов в системе эксплуатации. Это направление является очень актуальным в связи с тем, что периодическая и разноуровневая актуализация данных технического паспорта оказывается весьма трудоемкой и требует привлечения опытных специалистов.



Блок-схема взаимодействия основных элементов информационно-технологического (BIM) обеспечения технической эксплуатации зданий

В исследовании сделан акцент на неразрывную связь совершенствования информационно-технической стороны эксплуатации и подготовки кад-

рового состава служб эксплуатации, ведь качество эксплуатации объекта зависит, прежде всего, от профессионализма сотрудников подразделений по эксплуатации. И недостаточная подготовка персонала может свести на нет любые технические достоинства внедряемых новшеств. Именно люди с их опытом и профессиональными навыками являются основным конкурентным преимуществом эксплуатационной службы.

Автоматизация процессов эксплуатации недвижимости приводит к значительному упрощению процессов планирования и контроля деятельности службы эксплуатации, но несмотря на очевидные достоинства перечисленных программных средств, они пока не получили широкого распространения по причине сложности в управлении и высокой стоимости. Внедрение BIM-технологий в эксплуатацию недвижимости приводит к упрощению процессов планирования и контроля деятельности профильных служб, а бюджет становится более прозрачным и эффективным [5].

Литература

1. Грабовый П.Г. Сервейинг: Организация, экспертиза, управление: том 3. М.: Издательство «Просветитель», 2015. 560 с.
2. Грабовый П.Г. Экономика и управление недвижимостью. М.: Издательство «Проспект», 2012. 848 с.
3. ВСН 58-88 (р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения»
4. Виды технического обслуживания и ремонтов [Электронный ресурс] <http://global-system.ru/?id=59> Дата обращения: 25.02.18
5. Автоматизация процессов эксплуатации недвижимости [Электронный ресурс] <https://studfiles.net/preview/3569631/page:28/> Дата обращения: 19.02.18

УДК 69, 004.942

Мальцев Владимир Львович,
преподаватель
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: maltsev_vl@inbox.ru

Maltsev Vladimir Lvovich,
Lecturer
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: maltsev_vl@inbox.ru

ИЗ ОПЫТА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

FROM EXPERIENCE OF THE PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES

В докладе проанализированы вскрывшиеся проблемы внедрения BIM-технологий в строительную отрасль России. Рассмотрено состояние и уровень использования BIM-технологий в различных секторах строительной отрасли. Проанализированы все основные аспекты, влияющие на срыв графика внедрения BIM-технологий, разработанный Правительством РФ. Среди основных причин названы отсутствие введенных в действие

сводов правил и ГОСТов, регламентирующих использование BIM-технологий, отсутствие программных продуктов, обеспечивающих применение BIM-технологий при создании всех разделов проектной документации. Сказывается также и отставание высшей школы в плане подготовки квалифицированных BIM-инженеров. Предложен способ параллельного (одновременного) внедрения BIM-технологий во все сектора строительной отрасли, приведен опыт такой работы в ходе реализации стратегического проекта «Smart City» в Тюменском индустриальном университете.

Ключевые слова: BIM-технологии, проектирование, возведение зданий, эксплуатация зданий, умный город, BIM-модель.

Analyzed all the main aspects affecting the failure of the schedule of BIM – technologies, developed by the government of the Russian Federation. Among the main reasons are the lack of implemented codes of rules and state Standards regulating the use of BIM technologies, the lack of software products that ensure the use of BIM technologies in the creation of all sections of the project documentation. The lagging behind of higher education in terms of training of qualified BIM-engineers also affects. A method of parallel (simultaneous) implementation of BIM-technologies in all sectors of the construction industry is proposed, the experience of such work in the course of the implementation of the strategic project "Smart City" in Tyumen industrial University is given.

Keywords: BIM technologies, design, construction of buildings, operation of buildings, smart city, BIM model.

Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29 декабря 2014 года N 926/пр [1] предусматривает проведение на территории Российской Федерации мероприятий по поэтапному внедрению BIM-технологий в строительную отрасль. Согласно этого поэтапного плана, вся строительная отрасль будет охвачена BIM-технологиями к 2020 году. План простой: внедряем BIM-технологии в проектирование, затем по BIM-проектам начнут возводить здания и BIM-технологии появятся в секторе возведения зданий. После сдачи зданий в эксплуатацию, BIM-технологии проникнут и в сектор эксплуатации. Таким образом, BIM-технологии окажутся внедренными во все сектора строительной отрасли, и будут применяться на протяжении всего жизненного цикла здания (сооружения), от эскизного проекта до сноса. Параллельно, высшая школа должна подготовить квалифицированные кадры для работы с этими BIM-технологиями, производители программного обеспечения должны обеспечить отрасль программными продуктами. И все это на основе разработанных новых нормативных актов по техническому регулированию строительных процессов с применением BIM-технологий. Таков план.

Констатируем положение вещей на начало 2018 года. Что касается начальной стадии проектирования, на которой создаются технико-экономические обоснования и эскизные проекты, то именно там впервые стало понятно, что тщательная и глубокая проработка проекта на этой стадии выгодна как заказчикам, так и подрядчикам. Заказчикам она дает возможность более точно оценить эффективность проекта, а подрядчикам – возможность лучше оценить свои затраты, что очень важно в тендерах. Не удиви-

тельно, что наиболее высокий процент применения BIM-технологий зафиксирован именно здесь. В проектировании в целом также наблюдается бурный всплеск интереса к BIM-технологиям, сопровождаемый энергичным встречным движением производителей программного обеспечения. В результате начали появляться не только отдельные разделы, но и целые BIM-проекты (пилотные). Пилотные, потому что далеко не для всех разделов проектной документации имеются программные продукты, использующие BIM-технологии. Первая же серьезная проблема возникла при попадании готовых BIM-проектов в государственную экспертизу. Дело в том, что государственная экспертиза попросту не в состоянии подвергать данные проекты экспертизе по причине отсутствия нормативной базы. На начало 2018 г., 4 свода правил по BIM [2–5] прошли обсуждение и прошли регистрацию, но не вступили в действие, а у самой экспертизы не разработана методика прохождения BIM-проектами экспертизы. Эти обстоятельства практически перечеркивают возможность массового проникновения BIM-проектов в стадию возведения зданий. Каким же образом BIM-проекты проходят экспертизу? Есть 3 пути. Первый – пилотные проекты. Пилотный проект – это документация с громким названием «BIM-проект», на состав и содержание которого экспертиза в качестве эксперимента закрывает глаза. Второй – два параллельных проекта: делаем BIM-проект, а в экспертизу сдаем вместо него обычный проект. Тут ни о какой заявленной экономии времени и ресурсов и говорить не приходится. Третий путь – конвертирование BIM-проекта в обычный проект. Этот путь наиболее сложный с точки зрения производителей программного обеспечения. Дело в том, что Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" [6], которое регламентирует состав и содержание проектной документации, разработано еще в «ручные», «доавтоматизированные» времена, что затрудняет создание эффективных алгоритмов для автоматизации проектирования. Приведу пару простых примеров. «Нарезку» планов и разрезов из простых трехмерных архитектурных объектов производители комплексов для автоматического вычерчивания освоили, но только для простых. Когда же речь идет о вычерчивании аксонометрии систем водоснабжения и канализации, то часто оказывается, что одни стояки затеняют другие. Нормы предписывают затеняющий стояк переносить на свободное поле чертежа, соединив его с местом обрыва пунктирной линией. На первый взгляд, очень простая задача, но – для человека. Для искусственного же интеллекта такой вынос подвергнуть алгоритмированию оказалось довольно сложно. Кроме того, есть разделы проектной документации, где программные продукты вообще пока не содержат BIM-технологий. Таким образом, можно констатировать, что никакого прорыва не предвидится, пока НЕ:

- вступят в силу все нормативные акты, касающиеся BIM-технологий;
- будет создан комплекс программных продуктов для создания BIM-проектов;

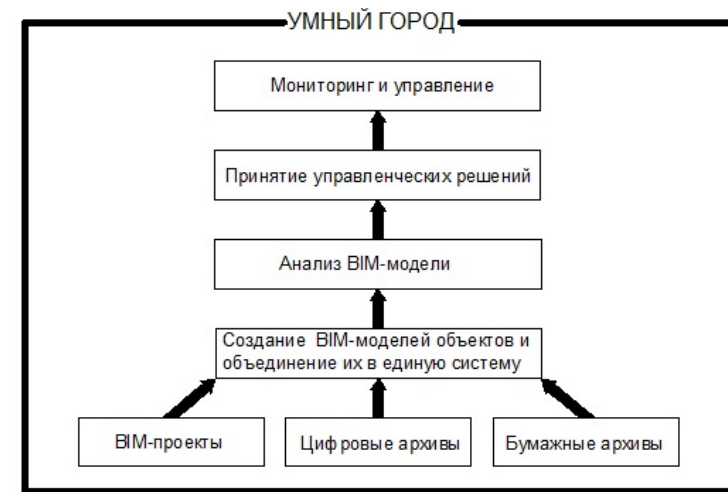
– будет подготовлено достаточное количество квалифицированных специалистов в области *BIM*-технологий.

В общем, ситуация тупиковая. Но, как сказал классик, безвыходным мы называем такое положение, простой и очевидный выход из которого нам не нравится. Для понимания того, что необходимо предпринять для продвижения *BIM*-технологий в строительстве, нужно определить место этих *BIM*-технологий в нашей жизни. Попробуем разобраться. Когда мы говорим о строительстве, то самым важным для нас является количество построенных объектов, квадратные метры жилья и тому подобное. Думается, что причиной такому ментальному комплексу является наша бурная история, постоянные катаклизмы, в результате которых мы неизменно оказываемся среди руин и начинаем отстраиваться снова. Следовательно, когда мы говорим об экономии ресурсов в строительстве, то прежде всего мы думаем о капитальных затратах на новое строительство. А ведь кроме собственно строительной отрасли есть и другие секторы: планово-экономический, проектный, эксплуатационный [7]. И только комплексное и сквозное применение *BIM*-технологий во всех четырех секторах приведет к реальной оценке эффективности того или иного инвестиционного проекта. Но и это еще не все. Посмотрим на место *BIM*-технологий в нашей жизни еще более крупно.

Возьмем такое новое явление в нашей жизни как «умный город». На бытовом уровне понятие «умный город» ассоциируют с понятием «умный дом». «Умный дом» в свою очередь ассоциируется с автоматизированной кофеваркой и «интеллектуальным» выключателем света в комнате, включающимся от хлопка в ладоши. Таким образом, под понятием «умный город» подразумевается некий большой набор видеокамер и других датчиков, которые что-нибудь включают и выключают, фиксируют нарушения правил и выписывают штрафы. На самом же деле, набор датчиков и исполнительных механизмов – это даже не вершина айсберга под названием «умный город», это просто в корне неверное понимание сути дела. На рисунке приведена упрощенная внутренняя структура «умного города». На рисунке видно и место *BIM*-технологий в его структуре.

Кратко структуру «умного города» можно описать следующим образом. Из первичной документации (*BIM*-проекты, архивы электронные и бумажные) создаются *BIM*-модели зданий, инженерных сетей и систем, объектов инфраструктуры города. Далее эти модели объединяются в одну систему и подвергаются анализу с применением инновационных компьютерных технологий, включая *BIG DATA*. Затем принимаются стратегические управленческие решения, на основе которых формируется тактика динамического мониторинга и управления сетями и системами городского хозяйства. И только после этого подбираются технологии мониторинга и интеллектуальные управляющие системы. Таким образом, *BIM*-технологии – это не просто способ экономить первоначальные капиталовложения в новое строительство, это нечто большее и значимое.

Исходя из всех рассмотренных выше аспектов проблемы, предлагается проводить одновременное внедрение *BIM*-технологий во все четыре сектора строительной отрасли. В таком подходе имеются следующие преимущества. Во-первых, начнут появляться опыт использования *BIM*-технологий, а, следовательно, и возможность на основе этого опыта готовить квалифицированных специалистов в высшей школе. Во-вторых, начнут появляться и применяться новые программные продукты, которые послужат в свою очередь толчком для совершенствования специалистов, производственных процессов и нормативной базы строительства.



Упрощенная внутренняя структура «умного города»

На базе Тюменского индустриального университета в рамках стратегического проекта «*Smart City*» разработана и проходит практическую отработку технология автоматизированного создания технических и кадастровых паспортов с применением *BIM*-технологий. Технология предусматривает использование готовых *BIM*-проектов, построение *BIM*-модели зданий на основе натуральных обмеров цифровыми геодезическими приборами, восстановление *BIM*-модели из архивных цифровых и бумажных документов. При этом новые паспорта не только легко могут встраиваться в существующие системы автоматизации ведения реестров данных об объектах недвижимости, но и предоставляют этим системам значительное информационно расширение и возможности создания новой отчетности и анализа.

Путей прямого, параллельного внедрения *BIM*-технологий в различные сектора строительной отрасли много. Разработка одного из способов внедрения – вклад нашего ВУЗа в общее дело.

Литература

1. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29 декабря 2014 года N 926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/2663/> (дата обращения: 27.02.2018).
2. СП.301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами» // М.: ФГУП ЦПП, 2017. 32 с.
3. СП.XXX.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели // URL: <http://webportalsrv.gost.ru/portal/uvednatstandwww.nsf/> (дата обращения: 25.02.2018).
4. СП.XXX.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах» // URL: <http://webportalsrv.gost.ru/portal/uvednatstandwww.nsf/> (дата обращения: 25.02.2018).
5. СП. XXX.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»// URL: <http://webportalsrv.gost.ru/portal/uvednatstandwww.nsf/> (дата обращения: 25.02.2018).
6. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» Российская газета – Федеральный выпуск № 4598 (0).
7. Мальцев В.Л. и др. Информатика: Учебное пособие для вузов / под ред. А. Н. Супруна. М.: Изд-во АСВ, 2006. 336 с.

УДК 004.021+004.051

Алексеевская Яна Андреевна,
аспирант
(ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный
университет»)
E-mail: AlekseevskayaYA@mgsu.ru

Alekseevskaya Yana Andreevna,
post-graduate student

(Moscow State National
Research University
of Civil Engineering)

E-mail: AlekseevskayaYA@mgsu.ru

**РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РЕСУРСНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ
ВМ МОДЕЛИ И ЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМОЙ
ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ И СМЕТНОГО НОРМИРОВАНИЯ**

**DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF RESOURCE-INFORMATION BIM
MODEL AND ITS INTERACTION WITH THE PRICING SYSTEM AND
ESTIMATE RATIONING**

Комплексное развитие науки и техники затронуло все отрасли промышленности, в том числе и отрасль строительства. Повысилась роль информационных технологий в управлении строительным производством, при разработке проектной документации. Качественно проработанные проектные решения непосредственно отражаются на пока-

зателях безопасности, эффективности и надежности сооружений. Благодаря реализации полноценных ВМ-проектов уровень конкурентоспособности в области строительства во многих странах мира достиг своего максимума. Однако работа с ВМ моделями осложняется некоторыми трудностями, к примеру, отсутствием регламента электронного документооборота. В статье рассматривается подход к разработке идеи ресурсно-информационной модели хранения и управления базой знаний.

Ключевые слова: информационно-ресурсная модель, ВМ технологии, информационное моделирование, проектирование, система, проектно-сметная документация.

The comprehensive development of science and technology, has affected all industries, including the construction industry. The role of information technologies in the management of construction production, in the development of project documentation has increased. Qualitatively designed design solutions directly affect the safety, efficiency and reliability indicators of structures. Thanks to the implementation of full-fledged BIM-projects, the level of competitiveness in construction in many countries of the world has reached its maximum. However, work with BIM models is complicated by some difficulties, for example, the lack of regulations for electronic document management. The article considers the approach to the development of ideas for the resource-information model of storage and management of the knowledge base.

Keywords: information resource model, BIM technologies, information modeling, design, system, design and estimate documentation.

Уровень конкурентоспособности в области строительства во многих странах мира достиг своего максимума благодаря реализации полноценных ВМ-проектов.

Комплексное развитие науки и техники, затронуло все отрасли промышленности, в том числе и отрасль строительства. Повышается роль информационных технологий в управлении строительным производством, а также при разработке проектной документации [1]. Качественно проработанные проектные решения непосредственно отражаются на показателях безопасности, эффективности и надежности сооружений.

17 мая 2016 года по итогам заседания Государственного совета В.В. Путиным утвержден перечень поручений [2], в котором были определены решения важнейших задач строительной политики на ближайшую перспективу. Одной из главных задач – внедрение ВМ-технологий.

Строительство крупных строительных объектов влечет за собой привлечения сотен единиц техники, десятки сотен подрядчиков. Огромное количество профессиональных строителей разных специальностей вовлекается в процесс строительства, для каждого из которых на день определяется производственная задача, ведется анализ результатов выполнения графиков работ, а также поставок, заказ строительных материалов, необходимых для строительства и т. п. Без современных возможностей информационных технологий этим масштабным процессом управлять практически невозможно, поскольку информация обо всех производственных процессах может занимать до сотни тысяч гигабайт информации.

Значительно сократились сроки выполнения работ проектировщиков, на которые ранее тратилась большая часть от суммарного времени выпол-

нения проекта [3]. Существенно снизилось влияние «человеческого фактора», которое с применением BIM-технологии стало возможным в основном только на стадии ввода данных. Исключаются несоответствия, неточности и ошибки, появляется возможность автоматизированной проверки коллизий, оптимизации процессов обработки информации, улучшается качество проектной документации [4]. Все это благодаря внедрению технологии информационного моделирования.

Во многих странах мира (например, США, Сингапур, страны Северной Европы и др.) в строительной отрасли активно внедряются технологии BIM-моделирования [5]. 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).

К BIM-моделям на сегодняшний день предъявляется достаточно широкий перечень требований, направленный на решение самых разнообразных задач – от выпуска спецификаций до момента планирования утилизации объекта [6]. Подобные требования, как правило, отражают все инженерно-технические решения, информационном наполнении составляющих модели, непосредственно закладываемые в объект строительства.

Работая с BIM моделями, нельзя не столкнуться с определенными сложностями. К ряду сложностей можно отнести отсутствие общего стандарта передачи данных по проекту, положения электронного документооборота. Также можно отметить, что различные строительные компании, задействованные в проекте, имеют разный уровень внедрения технологии информационного моделирования. Это усложняет обмен информацией по проекту.

Не смотря на ряд сложностей, связанных с внедрением, очевидно, что BIM-технологии способны значительно помочь на отдельных этапах проектирования, в том числе и в автоматизации процесса формирования проектно-сметной документации.

Для решения этого вопроса необходимо разработать концепцию ресурсно-информационной модели хранения и управления базой знаний с присущими ей механизмами быстрой трансформации вводимой информации о ресурсах в проектно-сметную документацию. Концепция «информационно-ресурсной модели» строительного объекта включает понятие определенного класса моделей, главной функцией которого является возможность на основе накопленного опыта повышения качества модели. Информационно-ресурсные модели, содержат свойства моделей информационно-описательного класса [7], основные функции которых – описание, хранение, изменение информации об объекте.

На сегодняшний день разработка подобной концепции является актуальной темой, и не исключает необходимость исследования и освоения опыта зарубежных стран в области формирования нормативной базы строительства, включающие в себя технические, экономические, сметные нормативы.

Реализация подобной системы является актуальной на этапе планирования строительства, поскольку успех проекта напрямую зависит от того, завершен ли он в установленные сроки и рамках бюджета, соответствии ожиданиям заказчика. Важной задачей для осуществления деятельности строительной компании является своевременное и полное обеспечение потребностей необходимыми ресурсами. Показатели стоимости будут служить основой сметных расчетов, определяющих объем финансирования строительства.

Для того чтобы не допустить выпуск некачественной или бракованной строительной продукции и обеспечить ее высокое качество, необходима установка модуля, отвечающий за контроль качества сырья и материалов. Именно высокое качество продукции в условиях преобладающей конкурентной борьбы и значительной степени обеспеченности потребителей товарами служит главным фактором успеха.

На сегодняшний день можно отметить, что 3D проектирование – это уже пройденный этап в строительстве, поскольку требования рынка диктуют потребность в 4D и 5D форматном проектировании [6]. Объект строительства необходимо рассматривать не только в пространстве, но и во времени в виде календарно-сетевое планирования, что называют 4D, а добавление информации о стоимости, принято обозначать 5D.

Поскольку каждое строительство начинается с составления проектно-сметной документации, можно сказать, что любая строительная компания для составления комплекта смет используют специализированные программы. Основные продукты, представленные сегодня в России, выглядят следующим образом: «WinСмета», «Гектор-Строитель», «Турбо-Сметчик», «Гранд-СМЕТА», «Смета-ру», «ABC», «WinABePC», «Smeta WIZARD» и др. Многие программные средства для расчета сметной стоимости обладают немалыми возможностями, позволяют создавать локальные, объектные и сводные сметы; имеют возможность интегрирования в систему управленческого или бухгалтерского учета. Посредством универсального формата «АРПС» (формата обмена данными между сметными программами) осуществляется обмен и взаимодействие информацией участников процесса строительства, использующих разные сметные программы.

Реализация взаимодействия с программными средствами 3D проектирования допустим с помощью языка ввода сметных программ на основе уникального формата записи информации об объемах работ, применяемых индексах, расценках, коэффициентах и других параметрах ценообразования.

Необходимо отметить, что реализация автоматического формирования позиций локальной сметы, содержащих стоимости материалов и изделий, на практике возможна, но только при создании базы данных, где устанавливается связь между элементом 3D-модели и каталогом цен [6].

В ходе исследования задачи осуществления взаимодействия между ресурсно-информационной BIM-моделью и системой ценообразования

необходимо реализовать следующий подход: во-первых, сформировать модель объекта 3D модели с заполнением технически неизменными характеристиками, геометрия, материал и т. д., во-вторых, сформировать ведомости объемов работ. На первом этапе необходимо создать базу данных, которая содержала бы такие данные как наименование изделия, индексы пересчета сметной стоимости, номер конкретной расценки из сборника единичных расценок или государственных элементных сметных нормативов (ГЭСН). Создание такой базы данных позволит связать стоимостные параметры и средства 3D моделирования.

Ресурсно-информационное моделирование зданий – это целая стратегия, которая подразумевает комплексный подход к моделированию объектов строительства. ВМ-технологии обладают огромнейшим потенциалом, но, к сожалению, не до конца «обкатанным». В РФ развитие ВМ-технологий тормозят колоссальные финансовые затраты на внедрение, к которым относятся и затраты на закупку или обновление программного обеспечения, и обучения работников, и адаптация рабочих процессов под новые требования и пр.

Таким образом, разработка базы данных строительных материалов и продукции, содержащей информацию о стоимости, позволит реализовать многовариантное сравнение технических решений с точки зрения экономического обоснования, даст возможность в режиме реального времени анализировать проекты в стоимостном выражении зависимости от технических решений, а также позволит гибко подходить к вопросам ценообразования, оперативно обновляя базы данных сметных расценок.

Литература

1. Пеньковский Г.Ф. Основы информационных технологий и автоматизированного проектирования в строительстве: конспект лекций. СПб.: СПбГАСУ, 2008. 150 с.
2. Официальный сайт Президента России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru>.
3. Сайт ARCHIMATIKA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tech.archimatika.com>
4. Селиванов Г.В. Экономическая целесообразность применения ВМ-технологий в строительстве // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум».
5. Куприяновский В.П., Тищенко П.А., Синягов С.А., Раевский М.А., Савельев С.И., Кононов В.В., Сачик А.И. ВМ – основы и преимущества применения технологии // Журнал ArgReview. 2015. № 2 (73).
6. Осипенко А.В. Влияние реформы ценообразования на взаимодействие ВМ-технологий с системой сметного нормирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ardexpert.ru/specials/media>.
7. Ожерельева Т.А. Ресурсные информационные модели // ПНИО. 2015. № 1(13). С. 39-44.
8. Гаряев Н.А., Гаряева В.В., Рыбина А.В. Разработка имитационной модели анализа проектных решений удаленных строительных объектов с точки зрения обеспе-

чения строительными материалами и конструкциями // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 395-398.

9. Гинзбург А.В., Баранова О.М., Блохина Н.С., Волков А.А., Гаряев Н.А., Гинзбург В.М., Игнатов В.П., Игнатова Е.В., Истомин Б.С., Каган П.Б., Китайцева Е.Х., Куликов В.Г., Синенко С.А. Системы автоматизации проектирования в строительстве. М.: МГСУ, 2014. 664 с.

10. Garyaev N. Design and analysis of information model hotel complex. MATEC Web of Conferences. 2016. Т. 73. С. 06007.

УДК 721.021.2

Букунова Ольга Викторовна,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Букунов Александр Сергеевич,
аспирант
(Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого)
E-mail: bukunovaolga@yandex.ru,
sasbukunov@yandex.ru

Bukunova Olga Victorovna,
PhD of Sci. Tech., Associate Professor,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Bukunov Alexander Sergeevich,
Post-graduate student
(St. Petersburg Polytechnic University
of Peter the Great)
E-mail: bukunovaolga@yandex.ru,
sasbukunov@yandex.ru

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН И ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

INTEGRATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AND INFORMATION MODELLING OF REAL ESTATE OBJECTS

Современные технологии информационного моделирования открывают новые ресурсы в эффективном управлении информационными потоками в строительной отрасли. В статье рассмотрены возможности соединения технологии блокчейн и технологии информационного моделирования (ИМ) при работе со строительными объектами. Выявлены сферы использования технологии блокчейн. Анализ вопроса целесообразности применения блокчейн в ИМ показал, что использование технологии блокчейн актуально при наличии растущего числа субъектов деятельности. Раскрываются основные проблемы, связанные с внедрением технологии блокчейн, и дается характеристика процессам работы с объектом недвижимости на основе информационной модели.

Ключевые слова: информационное моделирование, база данных, блокчейн, цифровая экономика, ВМ-технологии, защита информации.

Modern technologies of modeling open new resources in the effective management of information flows in the construction industry. The article considers possibilities of combining blockchain technology and BIM-technology when work is carried out with construction objects. Areas of use of blockchain technology are revealed. Analysis of the feasibility of using blockchain in IT showed that the use of blockchain technology is relevant in the presence of a growing number of actors. The article reveals the main problems associated with the introduction of

blockchain technology and describes the processes of working with real estate on the basis of the information model.

Keywords: information modeling, data base, blockchain, digital economy, BIM-technologies, data security.

Введение. Создание цифровой экономики – один из приоритетов национальной политики на ближайшие годы [1]. Современные объекты строительства – это сложные сооружения, при проектировании, строительстве и эксплуатации которых формируются большие массивы данных. Управлять ими, принимать эффективные решения невозможно, не имея адекватных систем управления и информационной модели (ИМ) объекта. После принятия плана поэтапного внедрения технологий *Building Information Modeling (BIM)* в области промышленного и гражданского строительства в 2014 году процесс оцифровки строительства активизировался [1]. Внедрение *BIM*-технологий упрощает и уменьшает стоимость строительства, реконструкции, капитального ремонта [2], увеличивает контроль и надзор за строительством, и дает возможность управления жизненным циклом проекта строительства до его разрушения. Создаваемая ИМ строительного проекта удобна. При внесении изменений видно, как они влияют на строительство и эксплуатацию здания. Применение технологии *BIM* ускоряет разработку проекта на 20–50 % [2]. Сегодня этот этап длится около, в будущем он будет сокращен до месяцев. Хорошая экономия уже зафиксирована в Великобритании, США, Европе, Азии, где правительства активно поощряют разработчиков к внедрению *BIM* [3].

В модель объекта можно включать не только характеристики материалов и процессов, но и любую информацию, которая позволит отрасли стать более открытой, будет способствовать повышению безопасности эксплуатации. Например, данные о поставщиках, планируемые и фактические даты текущего или капитального ремонта и т. д. Информационные технологии позволят в режиме виртуальной реальности контролировать работу инженерных систем и многое другое [4].

Не менее важной целью *BIM* является увеличение прозрачности всего жизненного цикла – от проектирования до эксплуатации потребителем объектов недвижимости. Объединение средств производства в общее информационное пространство позволит получать массивы информации о составе производственного парка на текущий момент, о технологических возможностях и состоянии производств, об имеющихся инструментах обработки, об их загруженности и т. д. Располагая этой информацией, застройщик может с использованием технологии *BIM* создать в цифровом виде образец строительного объекта, отладить его и затем, получив программу строительства, распространить ее по этапам и исполнителям. Возникла гипотеза, что информация, получаемая в течение жизненного цикла объекта может помочь повысить эффективность управления информационными потоками в строительной отрасли.

Сегодня в *BIM* существует ряд серьезных проблем: полный пересмотр технических стандартов (их оцифровка), изменения юридических норм, подготовка соответствующих специалистов в учебных заведениях. *BIM* дорогая технология, поэтому применять ее могут в основном крупные разработчики с большим опытом, производственными ресурсами и значительными финансовыми резервами.

Цели и задачи исследования. Цель исследовательской работы – анализ процессов и инструментов внедрения *BIM* – технологий в строительство. Необходимо сформулировать концепцию построения интегрированной системы выполнения проектов на основе технологий *BIM* и решить следующие задачи: проанализировать дуализм *BIM*; выявить суть технологии блокчейн (*Blockchain* – цепочка блоков) и возможность ее использования в строительной сфере; предложить методику практического создания БД связанных элементов, основанную на технологии блокчейн, когда изменение элемента базы влечёт обновление данных во всем пространстве в режиме реального времени; предложить новые сферы применения, основанные на преимуществах технологии блокчейн (в ЖКХ для устранения обманных манипуляций, для децентрализации, для хранения данных, для преодоления киберрисков, с которыми связана оцифровка отрасли); обосновать необходимость подготовки компетентных кадров для работы на платформе блокчейн с использованием *BIM*-технологий.

Применение технологии блокчейн и *BIM*. Ключевым признаком *BIM* является то, что на всем ЖЦОС проект рассматривается не как набор файлов, а как база данных (БД) [4]. *BIM* обладает дуализмом: это и инструмент формирования информационной модели, и технология. *BIM* как инструмент – это динамическая БД. Требования к инструменту на стадии проектирования очевидны: понятность для проектировщика и заказчика; структурированность и возможность поддаваться классификации; связанность, когда изменение элемента базы влечёт изменения всех связанных элементов; возможность быстро вносить изменения – применение шаблонов, фильтров и других настроек; возможность использования модели на следующих стадиях ЖЦОС. Если рассматривать *BIM* как технологию, то это управление создаваемой БД.

Совершенствование процессов передачи, хранения и защиты данных является одним из основных мотивов для использования блокчейн для *BIM*. Соединение *BIM* и блокчейн – это новая сфера деятельности, имеющиеся материалы по этому вопросу еще ограничены. В мировой практике реальный опыт интеграции технологий *BIM* и блокчейн недостаточен.

Предлагается к рассмотрению процесс одновременного создания БД для ИМ по строительному объекту различными структурами и подразделениями на основе технологии блокчейн. Пока для большинства людей блокчейн ассоциируется с криптовалютами, вроде биткойна. Однако технология блокчейн шире, чем функционирование новых цифровых денег. Суть техно-

логии – непрерывная последовательная цепочка блоков, содержащих зашифрованную информацию. Это программный продукт, протокол обмена данными. И это распределенная БД, у которой устройства хранения данных не подключены к общему серверу. Она хранит постоянно растущий список упорядоченных записей, называемых блоками. Каждый блок содержит метку времени и ссылку на предыдущий блок.

Цепочки блоков позволяют отправлять в любую точку мира, где будет доступен файл блокчейн, информацию. Закрытый ключ, созданный по криптографическому алгоритму, разрешает доступ только к тем блокам, которыми вы «владеете». Информация, хранящаяся в блокчейн, существует как общая и постоянно сверяемая БД. Такой способ использования сети имеет преимущества: записи сохраняются публично и легко проверяются; не существует централизованной версии этой информации, которую бы мог повредить хакер; копии хранятся на миллионах компьютеров одновременно, и данные доступны для всех желающих в Интернете. Децентрализованное хранение информации не предусматривает хозяина. Блокчейн относится к пиринговым технологиям, это одноранговая сеть без собственников, границ и целевых установок. Информация хранится в таком объекте маленькими порциями и постоянно обновляется (как при создании ИМ разработчиками из разных отделов). Каждая следующая транзакция (т. е. любое действие, отношение в пиринговой сети) и появление новых блоков обновляют данные во всем пространстве одновременно в режиме реального времени. Каждый конкретный объем информации, проходящий через череду транзакций, формирует цепь, напоминающую железнодорожный состав неограниченной длины. Вагоны все продолжают и продолжают прицепляться к локомотиву – первой транзакции, начинающей новый информационный блок.

Сферы использования возможностей технологии. Если понимать суть технологии блокчейн, как достоверную, распределенную и прозрачную среду, то возникают новые возможности ее использования. Блокчейн полезен, удобен бизнесу и предпринимателям. Он добавляет новые сферы и конкурентоспособность. Предлагается идея создания процессинга (системы по обработке информации при создании ИМ) на технологии блокчейн. Использование возможно в трех направлениях – для децентрализации, для хранения данных и защиты данных.

С точки зрения защиты информации открываются большие возможности, поскольку цепь блоков практически не поддается взлому. Хакерская атака направлена на проникновение в систему через «слабое звено». Вредоносная программа локально уничтожает или производит замену программного обеспечения (ПО). В случае с блокчейн блоки имеют огромные размеры, а периметр не ограничен. Используемый в блокчейн метод верификации подлинности транзакций называется «доказательством работы» (*Proof-of-Work, POW*), на который необходимы месяцы для обработки данных на тысячах устройств [5].

На современном уровне развития информационных технологий данные, передаваемые и хранимые с помощью технологии блокчейн, уничтожить нельзя. У привычной нам системы есть корневая структура, построенная иерархически. В программно-сетевом контексте корневой структурой может быть сервер. В блокчейн любой клиент является одновременно и сервером на постоянно строящемся и развивающемся сетевом пространстве. Человечество готово сделать шаг от системного мышления к сетевому.

В настоящее время уже существует ряд расширений для разработки бизнес-приложений на блокчейн, обеспечивающих: безопасное администрирование сетей, исключающее хакерские атаки МИМ («человек посередине») и снимающее проблему «единого администратора»; хранение цифровых сертификатов, делающее полностью защищенным доступ пользователей к сайтам (в частности, исключая перехват паролей) [5].

В сфере авторских прав расширения для разработки бизнес-приложений на блокчейн обеспечивают безопасные двусторонние сделки без привлечения гарантирующей третьей стороны (юридической фирмы, нотариуса, банка и др.); фиксацию времени размещения документов, позволяющую решать вопросы патентования, авторского права и др.; подтверждение подлинности продукта (товара) с помощью надежно защищенного сертификата; подтверждение прав на любую собственность [5].

Применять блокчейн целесообразно в сфере ЖКХ: там очень много субъектов и огромное количество смарт-контрактов: оплата услуг поставки газа, воды, электроэнергии и т. д. Коммунальные счета обрабатываются, хранятся и должны быть защищены от мошеннических манипуляций для исключения схем вывода «коммунальных» денег в офшоры.

Параллельно с этим технология блокчейн позволяет развить концепцию «умных» контрактов. Она завязана на трех составляющих: заинтересованные стороны (подписанты), предмет и условия договора. При этом предмет контракта (например, квартира, кредит) должен быть оснащен рядом датчиков или подключен к информационной системе, что позволит с точностью определить условия поэтапного исполнения контракта, а также возможные санкции. Такой подход позволяет гарантировать выполнение всех условий договора. Заключение контракта и изменения в его условиях производятся с использованием электронных подписей с обеих сторон. После верификации документ (в формате кода) хранится в децентрализованной БД, что обеспечивает его надежность и не позволяет ни одной из сторон менять условия соглашения, так как любая правка требует огромных вычислительных ресурсов [6].

Проблемы перехода на блокчейн. Анализируя проблемы, связанные с переходом от существующих ВМ-процессов к основанным на блокчейн процессам, важно выделить вопросы, связанные с практической реализацией технологий. Необходима разработка краткой и четкой спецификации ВМ для блокчейн с целью определения информации, нужной для того, чтобы

она соответствовала требованиям строительной отрасли и блокчейн-инструментам. Другой проблемой является ограниченная совместимость между BIM-технологиями и блокчейн-технологиями. Это означает, что стандарты данных и оперативная совместимость будут оставаться критически важным фактором для принятия блокчейн с целью использования в BIM-технологиях.

Блокчейн, как и любая другая технология, обладает достоинствами и недостатками. С одной стороны, это очень эффективный инструмент, позволяющий убрать надстройки, связанные с госрегулированием, мониторингом, так называемым сливом личных данных. С другой стороны, если блокчейн пытаются применить, как классическую БД, он проигрывает в скорости, удобстве и числу транзакций любой базе. Данные хранить можно, но сами процессы передачи и извлечения информации сложные. Технически возможно создать обычную БД с запретом перезаписи. Каждая запись может записываться отдельно, но при этом будет сохраняться предыдущая.

Использование блокчейна внутри организации не имеет большого смысла. Блокчейн несёт ценность, когда объединяет большое количество участников. Децентрализованные сети сложнее в плане архитектуры и потребуют больших расходов по сравнению с действующей системой [7].

В технологии блокчейн есть некоторые уязвимости и недостатки, связанные не с хакерскими атаками, а с логическими ошибками. Это человеческий фактор, поскольку формирование блоков невозможно без участия программиста. Поэтому блокчейн требует очень высокой квалификации персонала и ответственного поведения пользователей.

Для эффективной работы цифровой экономики необходимо развивать не только компетенции, институты и информационную среду, но и кадровый потенциал. Разработка и использование новых технологий может осуществляться только специалистами, владеющими системой знаний по этим технологиям. Сегодня пришло время готовить в соответствии с требованиями цифровой экономики компетентные кадры, например, в блокчейн-среде с учетом BIM-технологий.

Выводы

Концепция BIM позволяет решить четыре основные задачи, которые государство ставит перед собой в сфере строительной политики. Во-первых, благодаря использованию инструментов оцифровки сократить время проектирования типовых зданий. Во-вторых, повысить качество строительства, обеспечивая точное соответствие техзаданию. В-третьих, улучшить эффективность производственных процессов. И в-четвертых, увеличить масштабируемость и гибкость производственных процессов.

Технология блокчейн основана на «трех китах». Пакетная (или блочная) передача данных без возможности «отмотать» транзакцию назад. Шиф-

рование, обеспечивающее анонимность и сложность подделки, и отсутствие третьей, удостоверяющей стороны («начальника», регулятора).

Проведенный анализ вопроса целесообразности применения блокчейн в BIM показал, что использование технологии блокчейн актуально при наличии растущего числа субъектов деятельности (как физических, так и юридических лиц). Поэтому блокчейн подходит для создания ИМ объекта, когда информация о различных аспектах здания стекается из различных отделов (архитектура, инженерные сети, строительные конструкции, комплектующие, планирование, сметы и т. д.).

В строительной промышленности проектировщикам, заводам поставщиков, потребителям целесообразно взаимодействовать друг с другом на основе технологии блокчейн, когда есть потребность в зашифрованной передаче ИМ объекта или предприятиям нужно войти в профильный пул, где собрались представители инновационных технологий, систем автоматизированного проектирования и т. д. Необходимо прописать смарт-контракты и правила обмена информацией в определенном сообществе.

Блокчейн, как и любая прорывная технология, проходит "хайповую" стадию. Так было с интернетом, машинным обучением и искусственным интеллектом [8]. Его внедрение затормаживается тем, что мир должен измениться для блокчейна. Технологии и юридическое поле должны трансформироваться, и тогда блокчейн станет экономически эффективным.

Литература

1. Добрынин А. П. и др. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4, № 1. С. 4-11.
2. Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. – McGraw-Hill Construction, 2010.
3. Национальный отчет по BIM-технологиям в Великобритании. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2017> (дата обращения: 14.02.2018).
4. Букунова О.В., Букунов А.С. Трудности внедрения информационного моделирования объектов строительства в России // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам VI междунар. науч.-практ. конф. № 5(6). М.: Изд. «МЦНО», 2017. С. 15-21.
5. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. С. 1-9. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://nakamotoinstitute.org/bitcoin> (дата обращения: 16.01.2018).
6. Кириллов П. Блокчейн – нервная система умных производств ближайшего будущего // Умное производство. 2017. № 40. выводы [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=849&group_id_4=24 (дата обращения: 14.02.2018).
7. Алексеенко Н. Блокчейн без посредников: каким будет девелопмент в цифровой экономике // РБК. 26.07.2017. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/59788fab9a7947d94ee1ddcb> (дата обращения: 14.02.2018).
8. Что такое Blockchain (блокчейн)? Технология, платформа, транзакции [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: (дата обращения: 14.02.2018).

УДК 72.02

Гуреева Elizaveta Viktorovna, студент
Ахтямов Ильнар Ингельевич,
доцент
Ахтямова Резеда Хакимовна,
ст. преподаватель
(Казанский Государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: lizagureeva.arch@gmail.com,
e.achti@gmail.com,
rezeda.akhtiamova@gmail.com

Gureeva Elizaveta Viktorovna, student,
Akhtiamov Ilnar Ingelievich,
Associate Professor
Akhtiamova Rezeda Khakimovna,
Senior Lecturer
(Kazan State University
of Architecture and Engineering)
E-mail: lizagureeva.arch@gmail.com,
e.achti@gmail.com,
rezeda.akhtiamova@gmail.com

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

POTENTIAL OF USE OF BIM-TECHNOLOGIES IN CREATION OF SOCIAL OBJECTS FOR DISABLED PEOPLE

Доступная архитектурная среда – это сложная область проектирования и строительства. При создании объектов доступной архитектуры необходимо учитывать разные факторы, обеспечивающие комфорт людям-инвалидам. К сожалению, архитекторы и строители не всегда учитывают необходимые условия для создания комфортной среды. BIM-технологии обладают преимуществами, позволяющими решить данную проблему. Поэтому статья посвящена исследованию преимуществ BIM и внедрению технологии в процесс строительства социальных объектов доступной архитектурной среды.

Ключевые слова: доступная архитектура, архитектурная среда, информационная модель, BIM-технологии, BIM-моделирование, маломобильные люди.

A barrier-free architectural environment – it is a complex area of design and construction. Creating objects of accessible architecture, it is necessary to take into account various factors that provide comfort to people with disabilities. Unfortunately, architects and builders do not always take into account the necessary conditions for creating a comfortable environment. BIM-technologies have the advantages, allowing to solve this problem. Therefore, the article is devoted to the study of the advantages of BIM and the introduction of technology in the process of building social objects of an accessible architectural environment.

Keywords: barrier-free design, architectural environment, information model, BIM technology, BIM modeling, disabled people

Качество доступной среды и архитектуры не только повышает уровень жизни людей с ограниченными возможностями, но и характеризует общество в целом. Поэтому данной проблеме должно уделяться особо внимание.

За последние несколько лет в России была проделана большая работа по реорганизации и благоустройству городской среды и ее составляющих (после подписания и ратификации Правительством РФ международной конвенции о правах инвалидов, вступившей в силу 3 мая 2008 года, направлен-

ной на защиту прав инвалидов) [1, 2]. Общество стало больше задумываться о проблеме доступной среды. Постепенно в крупных городах России начали появляться новые пространства для людей с ограниченными возможностями.

Однако социальные объекты по-прежнему остаются недостаточно активными, что характеризуется слабым притоком посетителей и отсутствием активной деятельности. Причиной тому служат разные факторы: отсутствие качественных условий, проблема безопасности, низкий уровень транспортно-пешеходной доступности и другие факторы. Для решения данной проблемы необходима оптимизация процессов проектирования и строительства с целью повышения качества социальных объектов, что и становится главной темой статьи.

Проектирование доступных объектов несет в себе много сложностей и нюансов. Это задача не только для архитекторов. В процессе проектирования должны принимать участие инженеры, конструкторы, эксперты безопасности, эксперты по доступной среде и другие специалисты. Доступная архитектура – это область, в которой должен применяться комплексный подход. Проектирование и строительство должны представлять единый механизм. Только так можно учесть все особенности и нюансы, устранить ошибки при проектировании и в процессе строительства и создать качественную доступную архитектуру.

BIM-технологии (*Building Information Modeling*) – это информационное моделирование сооружений; 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) [3].

В настоящее время наиболее крупные и инновационные проектные организации России переходят на BIM-моделирование. Активно BIM-технологии начали внедряться в проектный процесс после разработки и подписания Минстроем России приказа об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства от 29 декабря 2014 года [4]. Так же Минстроем РФ был выпущен приказ об утверждении требований к формату электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий от 21 ноября 2014 года [5]. Данные документы позволили BIM-моделированию выйти на государственный уровень.

Работая на базе общей информационной модели, архитекторы совместно с другими специалистами создают проекты гражданских и промышленных зданий. Если говорить о гражданских объектах, в основном, это жилые дома, крупные общественные комплексы, высотные здания офисов и гостиниц.

Основная причина, по которой архитектурные компании переходят на *ВМ*-моделирование – это большая экономия времени и денег, как на стадии проектирования, так и в процессе строительства. Благодаря *ВМ* крупные проекты становятся экономически привлекательными [6].

Однако помимо крупных коммерческих проектов *ВМ*-технологии можно применять при проектировании и строительстве многих других сооружений, например, социальных объектов, в частности, объектов доступной архитектуры (для людей с ограниченными возможностями). В данном направлении *ВМ*-моделирование представляет большой потенциал применения. Информационная модель позволит решить сразу несколько важных проблем в области безбарьерной архитектуры.

По данным международного отчета за 2014 год на сайте *NBS* уже в конце 2018 года *ВМ*-технологии займут 93 % всей архитектурно-строительной отрасли [7]. Скоро информационное моделирование станет главным инструментом специалистов и будет применяться повсеместно: использоваться разными компаниями и бюро, при проектировании и строительстве как крупных, так и небольших объектов.

Возвращаясь к теме доступной архитектуры, важно определить, какие возможности и преимущества может принести в проект информационное моделирование. В данном случае речь идет не только об экономии времени и затрат на строительство и эксплуатацию, хотя это и остается важным фактором. При проектировании и строительстве социальных объектов для людей с ограниченными возможностями, появляются другие важные задачи, которые можно решить с помощью *ВМ*-моделирования.

К преимуществам общей информационной модели относятся междисциплинарный подход, учет всех деталей и нюансов, четкие конструктивные и экономические расчеты, создание библиотеки материалов и анализ поведения здания при чрезвычайных ситуациях [8]. К самому главному преимуществу информационной модели можно отнести комплексную работу специалистов, что важно при создании любого объекта, но особенно актуально, если это объект доступной архитектуры. Область доступной архитектуры является комплексной. В таких объектах помимо комфорта передвижения необходимо учитывать факторы влияния и формирования психологического и эмоционального состояния у людей с ограниченными возможностями. Помимо специальных средств для удобного передвижения внутри здания можно разрабатывать интересные архитектурные решения, которые смогут обеспечить комфортное пребывание в общественном здании. Такого результата можно добиться, применяя в проекте психологию цвета и света, игру форм и пластики, их ритм и движение в пространстве. Поэтому при создании архитектурных объектов для людей-инвалидов необходимы специалисты разного профиля: от архитекторов до психологов.

Каждый участник проектного процесса вносит свои условия, нюансы и детали, которые необходимо совмещать в единую модель, что и предпола-

гает информационная модель сооружения. Совокупность всех условий в единой модели позволяет избежать грубых ошибок при строительстве, таким образом, повышается качество архитектуры. Благодаря *ВМ*-технологиям архитектура действительно может стать доступной. С устранением ошибок в общей модели (на стадии проекта), решается проблема неправильных пандусов, некачественного покрытия, отсутствия поручней и других важных элементов обеспечения доступности для людей-инвалидов.

Еще одно преимущество общей информационной модели, позволяющее создавать специализированное оборудование для инвалидов и контролировать процесс его строительства и монтажа – это создание общей библиотеки основных элементов. Другими словами, программы для *ВМ*-проектирования предполагают моделирование на основе большого количества заранее созданных объектов (библиотечных элементов) [9]. В программах, позволяющих создавать общую информационную модель, заложены базовые элементы: от стен до мебели. Но также есть возможность создавать новые и дополнять библиотеку, подгружая новые модели. Таким образом, появляются «архивы» с разнообразными вариантами строительных элементов.

Главная идея таких библиотек заключается в том, что производители архитектурных элементов закладывают в файлы моделей все технологические тонкости и предоставляют их пользователям программ. Так, наличие готовых элементов упрощает работу архитектора, а производители получают выгоду от использования их продукции в проекте. Но помимо общей выгоды такие библиотеки могут внести вклад в развитие доступной среды, так как базовые элементы имеют определенные параметры и форму. В модель таких элементов уже заложены технологические нюансы, детали и другая необходимая информация. На стадии проекта не будет возникать ошибок при создании пандусов и других специальных элементов, так как можно использовать готовые элементы и адаптировать их под ситуацию.

Решение проблемы доступности – не единственная задача архитекторов, инженеров и строителей. Безопасность в условиях чрезвычайной ситуации представляет собой важную проблему в архитектурно-строительной области. Но ее актуальность становится еще больше, если речь идет о социальных объектах для людей с ограниченными возможностями.

Обеспечение эвакуации инвалидов организовать крайне сложно, так как такие люди испытают большие трудности при передвижении. Но *ВМ*-технологии позволяют спрогнозировать поведение объекта в условиях чрезвычайной ситуации. Если в качестве примера рассмотреть возникновение пожара на объекте, то благодаря информационной модели можно получить сведения о характере возможных повреждений, распространении огня, прочности конструкций и их работе при воздействии огня, путях и времени эвакуации, схеме тушения пожара [9]. Таким образом, заранее можно рассчитать, где располагать камеры безопасности для инвалидов (укрепленные

и технически оборудованные помещения, где люди с ограниченными возможностями могут укрыться и дожидаться помощи), в каких местах устроить дополнительные конструкции и опоры, как устроить горизонтальные и вертикальные коммуникации и разработать наиболее безопасные и короткие пути эвакуации, по которым люди с ограниченными возможностями могут добраться до камер безопасности или выйти за пределы здания.

Перечислив все преимущества *BIM*-технологий можно сделать вывод, что для проектирования и строительства социальных объектов доступной архитектуры действительно необходимо создание общей информационной модели здания.

Положительные стороны *BIM*-моделирования и проблемы доступной архитектурной среды имеют множество точек соприкосновения: каждое преимущество единой информационной модели может стать решением одной из проблем доступной архитектуры, поэтому *BIM*-технологии имеют большой потенциал применения при создании социальных объектов для людей с ограниченными возможностями.

Если архитекторы и строители начнут применять *BIM*-технологии для создания социальных объектов, то общая информационная модель может решить сразу несколько важных проблем в области безбарьерной архитектуры и позволит создавать качественные объекты доступной архитектуры, обеспечивающие как физический, так и психологический комфорт посетителям.

Литература

1. Гуреева Е.В. Новые тенденции универсальной архитектуры // Актуальные проблемы архитектуры и дизайна: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. уч. (26-29 сентября 2017г.) / под ред. Е.Ю. Витюк, А.А. Мальцевой, Ю.С. Лундиной и др. Екатеринбург: УрГАХУ, 2017. 492 с.
2. Федеральный закон от 3 мая 2012 г. N 46-ФЗ "О ратификации Конвенции о правах инвалидов".
3. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства. URL: http://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/BTT-RU/BIM%20for%20buildings_Autodesk.pdf.
4. Приказ Минстроя России от 29.12.2014 N 926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства».
5. Приказ Минстроя России от 21.11.2014 N 728/пр (ред. от 10.06.2015) «Об утверждении требований к формату электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2014 № 35380).
6. Кисель Т.Н. Экономическая эффективность применения *BIM*-технологий в строительстве в различных странах // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы международной научной конференции (16-17 ноября 2016г.) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2015. 995 с.

7. NBS National BIM Report 2014. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2014> (дата обращения: 01.04.2014).

8. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons, Inc., 2011. 611 p.

9. Талапов В.В. Технология *BIM*: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.

УДК 332.72

Репин Сергей Васильевич,
д-р техн. наук, профессор
Зазыкин Андрей Вячеславович,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: repinserge@mail.ru,
a.v.zazykin@mail.ru

Repin Sergey Vasilievich,
Dr. of Tech. Sci., Professor
Zazykin Andrey Vyacheslavovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: repinserge@mail.ru,
a.v.zazykin@mail.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

INFORMATION TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT OF OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

В статье описана информационная автоматизированная система управления техническим состоянием зданий и инженерного оборудования, разработанная специалистами СПбГАСУ и НПП «СпецТек». Система полностью обеспечивает автоматизацию оценки технического состояния, планирования мероприятий технического обслуживания и ремонта, управления материально-техническим обеспечением этих процессов. Возможности системы базируются на использовании специального программного обеспечения, электронных баз данных, типовым ремонтным ведомостям, режимам обслуживания и ремонта машин, а также на использовании аналитических моделей оценки технической эксплуатации.

Ключевые слова: здания, инженерное оборудование, информационная система, техническое обслуживание и ремонт, электронные базы данных, эксплуатация

The article describes an information automated system of management of the technical condition of buildings and engineering equipment, developed by specialists SPbSUACE and NCE RK "Spetstek". The system fully provides automation of technical condition assessment, planning of maintenance and repair activities, management of material and technical support of these processes. The capabilities of the system are based on the use of special software, electronic databases, standard repair sheets, modes of maintenance and repair of machines, as well as on the use of analytical models of evaluation of technical operation.

Keywords: buildings, engineering equipment, information system, maintenance and repair, electronic databases, operation

Информационное моделирование здания (*BIM – Building Information Modeling*) – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту зданий (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку информации в процессе их жизненного цикла (ЖЦ). Согласно нормативному документу РФ «СП 301.1325800.2017» [1], введенному в действие с 2 марта 2018 г., «информационное моделирование объектов строительства – процесс создания и использования информации по объектам строительства в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей на всех этапах жизненного цикла».

До 2000 года в России проблеме информационной поддержки ЖЦ технических объектов не уделялось должного внимания, что привело к существенному отставанию отечественной промышленности в этом направлении. Сегодня эта проблема приобрела особую актуальность в связи с возрастающим стремлением отечественных предприятий повысить конкурентоспособность своей продукции и выйти на международные рынки. Для реализации этих целей в 2002 г. во исполнение Поручения заместителя председателя правительства Российской Федерации была разработана «Концепция развития *CALS*-технологий в промышленности России» [2].

BIM-технологии можно рассматривать как развитие *CALS*-технологий применительно к строительству.

Continuous Acquisition and Lifecycle Support (CALS) – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла (ЖЦ) продукта – это концепция, объединяющая принципы и технологии информационной поддержки ЖЦ продукции (преимущественно машиностроительной) на всех его стадиях, основанная на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными. В *CALS* реализованы основные требования серии стандартов ИСО 9000.

Русскоязычный аналог *CALS* – ИПИ (Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий).

Концептуальная модель *CALS* (по материалам «НИЦ *CALS*-технологий»: www.cals.ru) представлена на рис. 1.

В настоящей статье рассматриваются аспекты *BIM*, относящиеся к важнейшей стадии ЖЦ зданий – эксплуатации, ведь именно на данной стадии объект реализует свое назначение. И от качества организации про-

цессов управления техническим состоянием зданий в значительной степени зависит эффективность их эксплуатации.

Эффективная эксплуатации сложных технических систем, к которым относятся здания и сооружения, их инженерное оснащение, невозможна без налаженной системы планирования мероприятий по управлению их техническим состоянием, учета и анализа эксплуатационной информации.

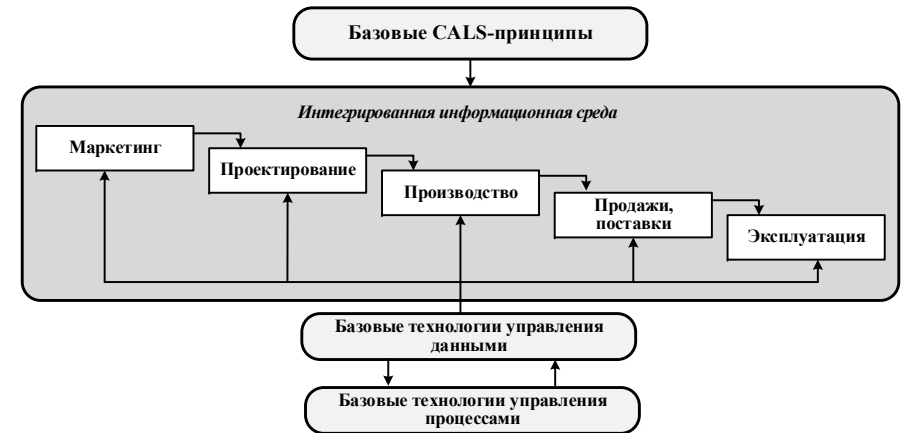


Рис. 1. Концептуальная модель *CALS*

В этой связи необходимо предоставить эксплуатирующим организациям инструмент, который помог бы им соответствовать требованиям, но главное – помог бы решить актуальные задачи в области технической эксплуатации зданий и инженерных систем. Таким инструментом является автоматизированная система управления, созданная на основе специализированного программного обеспечения класса *EAM (Enterprise Asset Management)*.

Автоматизированная система управления технической эксплуатацией зданий и инженерных систем (*АСУ ТЭ*) включает в себя две составляющие – базу данных и специализированное программное обеспечение. При этом архитектура системы может быть двухуровневой, трехуровневой, а в общем случае – многоуровневой [3].

База данных (БД) служит хранилищем всей информации по объектам, находящимся в эксплуатации. В БД входят сами здания, их инженерные системы (электроснабжения, отопления, водоснабжения, вентиляции и т. д.), поставщики оборудования и услуг технического сервиса.

АСУ ТЭ имеет модульную структуру (рис. 2). Типовой набор для предприятия, эксплуатирующего строительные машины, содержит следующие модули:

– **Техобслуживание** (паспортизация здания и оборудования, учет наработки и контролируемых параметров, учет отказов оборудования, планирование и учет трудозатрат и затрат на используемые модули при выполнении работ, планирование работ по обслуживанию и ремонту (см. рис. 2), формирование ремонтной и эксплуатационной документации, внесение отчетов о выполнении работ);

– **Каталог** (создание электронного справочника модулей, запасных частей и материалов, запись в базу данных графических изображений узлов оборудования, ведение справочников производителей и поставщиков);

– **Склад** (формирование заявок на закупку запасных частей и материалов, оформление складских приходно-расходных документов, отслеживание движения запасных частей по местам хранения, учет остатков складских запасов, списание запасных частей при выполнении работ по техобслуживанию, формирование актов инвентаризации и списания);

– **Документооборот** (создание электронной эксплуатационной и ремонтной документации, разработка новых инструкций, параллельное ведение электронной и бумажной документации).

– **Администратор** (содержит справочники «Сотрудники», «Штатное расписание», «Должностные инструкции»). Распределяет производственные функции и режимы доступа в АСУ ТЭ).

Система полностью обеспечивает автоматизацию управления основными процессами эксплуатации, обслуживания и ремонта зданий, материально-технического обеспечения. АСУ ТЭ позволяет [4]:

– реализовать современные концепции эксплуатации техники, такие, как информационная поддержка жизненного цикла изделия (CALS-технологии); интегрированная логистическая поддержка; тотальное управление качеством;

– сформировать наиболее эффективную на данный момент – индивидуальную стратегию обеспечения работоспособности каждой единицы техники;

– построить систему технического обслуживания и ремонта техники, оптимальную для конкретного предприятия.

Опыт внедрения АСУ ТЭ. В 2007 г. АСУ ТЭ внедрена в Управлении механизации – филиале ОАО «Метрострой» г. Санкт-Петербурга [4]. АСУ ТЭ базируется на современной «Концепции эффективной эксплуатации технических объектов» [5], разработанной учеными СПбГАСУ, и программном комплексе TRIM, созданным специалистами НПП «СпецТек» [3]. АСУ ТЭ снабжена интеллектуальными функциями, позволяющими определять оптимальные сроки службы, замен и ремонтов инженерного оборудования и базирующимися на математических моделях, защищенных свидетельствами авторского права [6]. Коллективом авторов СПбГАСУ разработаны также предложения по внедрению АСУ ТЭ основными фондами на предприятиях холдинга «ЛСР» [7].

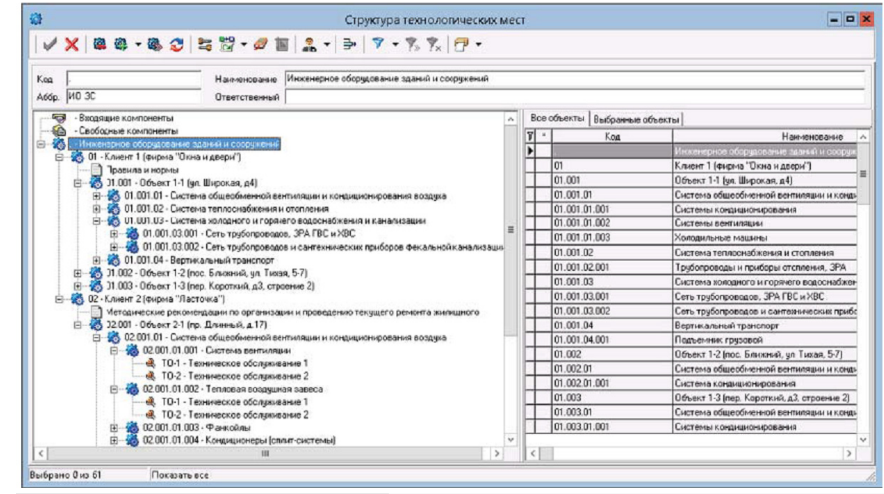


Рис. 2. Структура оборудования и технологических мест

Использование в учебном процессе. На базе АСУ ТЭ создан учебный тренажер, на котором студенты СПбГАСУ выполняют практические задания по курсу «Эксплуатация строительных машин».

Данная разработка представляет собой не только программное обеспечение или базу данных, а гибкий инструмент для совершенствования системы эксплуатации зданий и сооружений с развитыми инженерными системами. Это не есть готовый продукт, а гибкая АСУ ТЭ, адаптируемая под конкретные условия для обеспечения наибольшей эффективности эксплуатации зданий и сооружений.

Литература

1. СП 301.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами. Свод правил. М.: Минкомхоз. 2018.
2. Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». М.: Министерство промышленности, науки и технологий РФ, 2002. 131 с.
3. Антоненко И.Н. Автоматизация управления технической эксплуатацией зданий и инженерных систем // Главный энергетик, 2017. № 9. С. 60-68.
4. Исследование процессов автоматизации управления эксплуатацией строительной техники и разработка их информационного обеспечения. Хоздоговор гос. рег. № 012007007384 от 12.03.2007 СПбГАСУ-Управление механизации ОАО «Метрострой» / Рук. С.В. Репин. – СПб. – 54 с.
5. Репин С.В., Евтюков С.А., Засыкин А.В., Рулис К.В. Надежность и эффективность эксплуатации транспортно-технологических машин. СПб.: Издательский дом «Петрополис», 2017. 404 с.

6. Свидетельство регистрации программы для ЭВМ № 2015663719, 2015. Расчет сроков службы технических объектов по экономическим показателям / Репин С.В., Зыкин А.В.

7. Исследование процессов обеспечения надежности и эффективности производственных технологических комплексов (на примере предприятий по производству строительных материалов и конструкций) и разработка методики применения информационной автоматизированной системы управления их эксплуатацией / Отчет по НИР, № гос. рег. 01201179107. Рук. Репин С.В. СПб: СПбГАСУ, 2012. 136 с.

УДК 004.94

Баженов Александр Александрович,
канд. техн. наук,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: z4m62@yandex.ru

Bazhenov Alexander Alexandrovich,
PhD in Sci. Tech.,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: z4m62@yandex.ru

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

PROBLEMS OF APPLICATION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE MODERN CONSTRUCTION INDUSTRY

В статье кратко изложены проблемы, стоящие перед специалистами, занимающимися разработкой, внедрением и практическим применением BIM-технологий. Обоснованы причины возникновения данных проблем. Произведён краткий анализ причин данных проблем. Данные вопросы были рассмотрены в отношении всех участников рынка, связанных с BIM-технологиями. Также предложены некоторые пути решения упомянутых задач и приведено обоснование рекомендуемых мер. Кроме этого, в статье кратко изложены меры, которые способствуют внедрению BIM-технологий в строительстве, выработанные на основании опыта передовых предприятий и организация.

Ключевые слова: автоматизация, моделирование, строительство, здание, сооружение, проектирование.

The article summarizes the problems faced by specialists involved in the development, implementation and practical application of BIM technologies. The causes of these problems are substantiated. A brief analysis of the causes of these problems. These matters were considered in relation to all market participants related to BIM technology. Also some ways of the decision of the mentioned tasks are offered and justification of the recommended measures is given. In addition, the article summarizes the measures that contribute to the introduction of BIM-technologies in construction, developed on the basis of the experience of advanced enterprises and the organization.

Keywords: automation, modeling, construction, building, construction, design

BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания или сооружения или его информационная модель.

Информационное моделирование здания – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект [1].

Трёхмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарно-го графика [2].

Естественно, BIM-технологии позволяют существенно увеличить производительность труда при проектировании и возведении зданий и сооружений, получить определённый экономический эффект от своего внедрения, воспользоваться опытом в передовых специалистов применить метод «мозгового штурма» при возведении зданий и сооружений. Следовательно, можно утверждать, что их использование при наличии условий для этого выглядит очень привлекательным. В то же время, при использовании BIM-технологий возникают определенные сложности; в частности, далеко не всегда можно корректно математически описать конкретное сооружение. Это связано с тем, что накопленный опыт в определенной сфере может оказаться применимым лишь к конкретным условиям и быть неприемлемым для других [3].

Данную проблему можно решить несколькими путями [4]:

- анализ существующего программного обеспечения, которыми полагают проектировщики в настоящее время;
- анкетирование строительных организаций с целью получения информации об использовании BIM в них;
- выявление проблем, которые связаны с самим явлением BIM.

Большинство специалистов, особенно молодых, считают, что BIM-технологии можно применить только для получения информационной модели конкретного здания. Отчасти это верно, но в то же время BIM-технология – это гораздо более широкое понятие. Оно включает в себя несколько направлений и позволяет получить гораздо более широкий и глубокий результат. К сожалению, во многих проектных организациях с помощью BIM-технологий осуществляется разработка только отдельных частей проектов. Например, с помощью этих технологий проектируются отдельные узлы, отдельные части зданий и сооружений, разрабатываются определенные доку-

менты, но не более того. Отчасти это объясняется косностью мышления руководителей и специалистов, отчасти – отсутствием данных программ в программе обучения студентов строительных специальностей, отчасти – отсутствием средств на закупку лицензионных программных пакетов, отчасти это происходит из-за того, что руководитель строительной организации в ряде случаев не может полностью оценить результаты внедрения BIM-технологий [5].

Также следует упомянуть малую заинтересованность во внедрении технологий со стороны отдельных предприятий, причём как строительных организаций, так и разработчиков программного обеспечения. Остро стоит вопрос нехватки специалистов. К сожалению, в части строительных вузов 3D-моделирование преподается весьма фрагментарно и поверхностно, а предпочтение отдается 2D-моделям. Плюс к этому в ряде случаев недостаточно корректно работает программное обеспечение – оно конфликтует в разных версиях между собой, а также программное обеспечение часто отличается высокой ценой.

Пути решения данных проблем состоят в проведении обучения и обмена опытом среди строительных предприятий и педагогического состава вузов. Естественно, к данным мероприятиям следует привлекать разработчиков программного обеспечения, а также налаживать их связь между собой с целью снижения конфликтов между различными программными пакетами и различными версиями ПО.

Литература

1. Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – современное понимание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_54_info_model_build.html.
2. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
3. Решения по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (протокол заседания президиума Совета от 04 марта 2014 №2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/orders/11022/>.
4. План внедрения технологий информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling) в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/>
5. Всероссийское совещание, посвященное внедрению технологий информационного моделирования (BIM) в строительную отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://exp.mos.ru/presscenter/news/detail/2537504.html>.

УДК 72.02

Ахтямова Резеда Хакимовна,
ст. преподаватель
Садыкова Аделина Ильдусовна,
бакалавр архитектуры,
(Казанский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com,
adelsi@mail.ru

Akhtyamova Rezeda Khakimovna,
Senior Lecturer
Sadykova Adelina Ildusovna,
bachelor of architecture
(Kazan State University
of Architecture and Engineering)
E-mail: rezeda.akhtiamova@gmail.com,
adelsi@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В МОДЕРНИЗАЦИИ СЕРИЙНОГО ЖИЛЬЯ

POSSIBILITIES OF BIM TECHNOLOGIES IN THE MODERNIZATION OF MASS-HOUSING

За последние десятилетия современные технологии сделали большой шаг в своем развитии. Появились новые технологические продукты, которые заняли лидирующие позиции в крупнейших отраслях. Так BIM проектирование все больше распространяется в строительном бизнесе и помогает упростить работу и значительно сэкономить ресурсы. В вопросе модернизации объектов, данные аспекты ключевые. В связи с этим BIM технологии могут в значительной степени упростить работу над злободневным вопросом ветшающего серийного домостроения. Используя принцип «интеллектуального контейнера» можно формировать каталоги решений, разработанных профильными специалистами, дорабатывать и как конструктор собирать из фрагментов разнообразные решения модернизации домов.

Ключевые слова: BIM технологии, массовое домостроение, модернизация, жильё регионов России.

Over the past decades, modern technology has made a big step in its improvement. There were new technological products that took the leading positions in the largest industries. So BIM designing in the construction business is spreading more and more and it helps to simplify the work and significantly save resources. In the issue of modernization, these aspects are very important. For this reason, BIM technologies can greatly simplify the work on the burning issue of the dilapidated serial house-building. Using the principle of an "intelligent container" make possible to create catalogs of developed solutions by the experts. And use this solutions in the modernization of houses.

Keywords: BIM technologies, mass housing, modernization, housing in the regions of Russia.

В современном мире процесс технотизации коснулся всех отраслей, в том числе строительства. Использование инновационных приборов и технологий в разы упрощает и ускоряет работу архитекторам и проектировщикам. При всем разнообразии технологий, наибольшее распространение приобретает BIM проектирование.

Аббревиатура BIM расшифровывается, как *Building Information Modeling*, в переводе с английского – «информационное моделирование зда-

ния». BIM – это процесс, в результате которого на каждом его этапе создается, развивается и совершенствуется информационная модель здания [1].

Она представляет из себя:

- 1) систему создания и использования скоординированной, последовательной информации о проекте, позволяющая визуализировать проекты в контексте и точно спрогнозировать эксплуатационные характеристики;
- 2) трехмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели, так и зданию в целом можно присвоить дополнительные атрибуты [2].

Подобная модель способна облегчить процесс проектирования, позволяя в виртуальном режиме состыковывать и согласовывать все компоненты и изменения в здании, проверить их функциональность [3].

Сегодня BIM проектирование активно внедряется и используется во многих странах мира, в том числе и России. Это внедрение происходит в основном в строительной индустрии, поскольку технология BIM разрабатывалась для проектно-строительной отрасли. Но создаваемые BIM средства моделирования и программы открывают возможности как для работы с конкретными частными архитектурными объектами, так и с обобщенной информацией, относящейся к выделенным историческим периодам, географическим районам или стилям. Таким образом BIM системы позволяют сформировать «интеллектуальный контейнер» (рис. 1) с взаимосвязанной информацией об этом объекте. При этом объем контейнера практически не ограничен, а содержимое может постоянно пополняться [4].

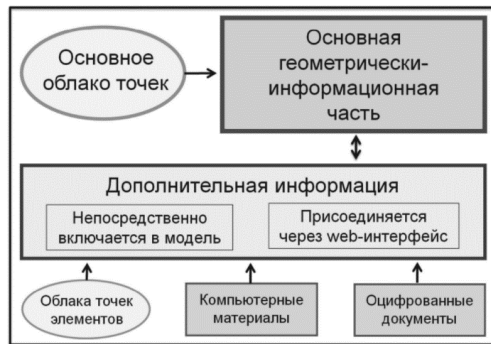


Рис. 1. Информационная модель объекта: её составные части и связи между ними (на основе работы Талапова В.В. «Технология BIM и ее связующая роль для архитектуры разных эпох»)

При реставрации объектов с помощью технологий BIM, основной объем информации поступает через метод лазерного сканирования.

Суть метода заключается в создании трехмерной модели, представив ее набором точек с пространственными координатами [5].

Технология позволяет получить детально проработанные обмерочные данные объектов. Благодаря созданной 3D модели из облака точек можно получить чертежи в любом виде и в любое время без дополнительных замеров. Подобные модели возможно загружать в библиотеки и пополнять «интеллектуальные контейнеры».

Опыт использования технологий информационного моделирования зданий в области реставрации памятников архитектуры применим и в вопросе модернизации массового домостроения ввиду того, что «интеллектуальный контейнер» универсален.

На сегодняшний день, проектные решения советских домов перестают соответствовать эксплуатационным нормам. Внутренние системы изнашиваются, узлы утрачивают свою прочность, фасады ветшают и теряют внешний вид, дома устаревают морально. В глобальном масштабе страны массовый снос серийного жилья дорогостоящ и неприемлем как решение для регионов.

Ввиду серийности и распространенности массового жилья, система «интеллектуального контейнера» позволяет заложить в базу данных типологии домов и инструменты по их модернизации. Так как BIM система затрагивает все этапы «проектирование – строительство – эксплуатация – снос» и в своей работе позволяет одновременно вовлечь специалистов разных направлений, то для модернизации массового жилья, возможно создать

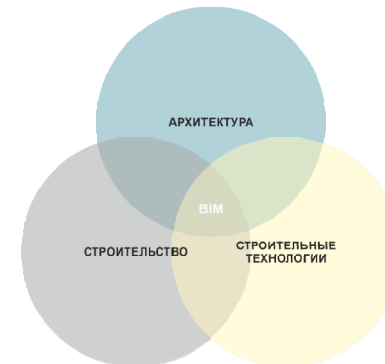


Рис. 2. Системный подход модернизации

определенный каталог решений для серий домов, параллельно разработанный несколькими специалистами. В дальнейшем данные наработки, занесенные в библиотеку, могут дополняться и использоваться в работе с другими проектами по всей стране [6].

Подобный каталог может включать в себя 3 ключевых раздела: архитектура, строительство и строительные технологии (рис. 2). В разделах каждого из которых будут размещаться подборки решений профильными специалистами. В соответствии с техническими характеристиками здания, рис. 3), а при возникновении пересечения в решениях специалистов, BIM позволит на стадии разработки проекта, отследить проблемы и найти компромиссное решение.

		Технические характеристики здания					
		Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3	...	Характеристика n	Характеристика n+1
Методы модернизации здания	Метод модернизации 1	●					●
	Метод модернизации 2			●			●
	Метод модернизации 3	●	●				
	...		●				●
	Метод модернизации n			●			
	Метод модернизации n+1	●				●	●
	Метод модернизации n+2		●	●		●	

Рис. 3. Пример возможного подбора методов модернизации здания в соответствии с его техническими характеристиками

Так, например, в архитектурном разделе целесообразно рассмотреть такие методы модернизации как реконструкция фасада, изменение состояния кровли, расширение площадей в здании путем надстраивания, террасирование и модернизация балконов, а также, формирование комфортны входных групп. В строительных разделах подразумеваются технические методы по модернизации инженерных сетей объекта и конструктивные методы, целесообразные состоянию дома на момент его модернизации.

Безусловно, при проведении модернизации серийного жилья, каждый дом следует рассматривать в индивидуальном порядке, однако подобная библиотека значительно облегчит и ускорит работу по модернизации позволит подобрать оптимальный вариант из предложенных специалистами.

Базируясь на размышления Талапова В.В., в работе «Технология BIM и ее связующая роль для архитектуры разных эпох», с появлением BIM технологий, можно выделить новые возможности, рассматриваемые в контексте модернизации массового жилья:

1. Новые возможности мониторинга и исследований: модель позволяет анализировать объект в целом или по частям. Облако точек применимо и для обследования трубопроводов, коммуникаций, анализа их состояния и создания трехмерных моделей инженерных сетей для последующей инвентаризации и модернизации.

2. «Электронный паспорт» модернизации объекта. Применим на всех стадиях работы со зданием.

3. Возможность создания глобальной информационной системы памятников архитектуры: «внутренняя» информация о памятнике становится общедоступной для электронного поиска и учета [4].

С появлением такого мощного и удобного инструмента как BIM проектирование, решение вопроса модернизации серийного жилья значительно упрощается. При ограниченном бюджете, возможно добиться важной архитектурной задачи – массовой модернизации кварталов с сохранением среднего единства и идентичности территории. При этом BIM модернизация предполагает высокотехнологичные методы решения в совокупности с качественным и современным дизайном.

Литература

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. Second edition. – NJ: Wiley, 2011. 626 с.
2. Шеина С.Г., Упенников Д.К. Современные технологии, приборы и оборудования для трехмерного моделирования памятников архитектурного наследия // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7, № 3. <http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN315.pdf> (доступ свободный). (дата обращения 24/02/2018)
3. Козлова Т.И., Талапов В.В. О методике применения BIM в моделировании памятников архитектуры // АМІТ: сетевой журнал. 2010. № 3(12). URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2010/3kvart10/kozlova/Abstract.php>. (дата обращения 24/02/2018)
4. Талапов В.В., Технология BIM и ее связующая роль для архитектуры разных эпох // Баландинские чтения. 2015. Т. 10, № 2. С. 325-328.
5. 3D сканирование и трехмерное моделирование при реконструкции и реставрации зданий и сооружений. Режим доступа открытый: <http://3dskanirovanie.ru/> (дата обращения 27/02/2018)
6. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационно-го моделирования. М.: ДМК-Пресс, 2015. 410 с.
7. Оленьков В.Д., Попов Д.С., Пронина А.А., Самарина Е.А. Применяемые технологии BIM в области реставрации памятников истории и культуры // Журнал Дизайн. Искусство. Промышленность. 2012. С. 93-98

УДК 658.5

Бондаренко Игорь Сергеевич,
студент бакалавриата
Коваленко Анжелика Александровна,
студент бакалавриата
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: bondbis@mail.ru

Bondarenko Igor Sergeevich,
bachelor student,
Kovalenko Angelika Aleksandrovna,
bachelor student,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: bondbis@mail.ru

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВНЕДРЕНИЕ И РАЗВИТИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В АЕС

FACTORS AFFECTING THE IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF BIM TECHNOLOGIES IN AEC

Разработка информационного моделирования зданий (BIM) получила большую известность как в академических кругах, так и от строительной индустрии. В этом исследовании определяются факторы, влияющие на решение о внедрении BIM, а также их

уровень вклада в строительную индустрию. Используются данные исследования в отрасли АЕС, чтобы определить их намерение принять *BIM* и факторы, влияющие на это решение. В исследовании также рассматриваются некоторые проблемы, с которыми сталкиваются нынешние пользователи *BIM* и детерминанты внедрения технологии. Сам процесс развития моделирования зданий комплексный и многофакторный процесс. Несмотря на обширный потенциал *BIM*, ограниченные ресурсы и малая осведомленность препятствуют многим компаниям во внедрении технологии.

Ключевые слова: производительность труда, информационное моделирование зданий, АЕС индустрия, внедрение *BIM*, проблемы новых технологий.

The development of building information modeling (BIM) has received a lot of attention from both academia and the construction industry. This study identifies the factors that influence the decision to adopt BIM, as well as their contribution to the construction industry. The research data in the AEC industry was used to determine their intention to adopt BIM and the factors that influence their decision. The study also addresses some of the problems that current BIM users face and the determinants of technology adoption. The very process of developing buildings modeling is an integrated and multifactorial process. Despite the extensive potential of BIM, limited resources prevent many companies from implementing the technology.

Keywords: labor productivity, building information modeling, AEC industry, implementation of BIM, problems of new technologies.

АЕС может в полной мере воспользоваться преимуществами *BIM*, когда оно будет более широко принято во всей отрасли. Компании трудно полностью реализовать преимущества *BIM*, в то время как другие партнеры не используют *BIM*. В ожидании потенциальных преимуществ *BIM*, организации и компании в АЕС промышленности начали инициативы по внедрению *BIM*. Тем не менее, решение о внедрении *BIM* технологии затронуты не только выгодой, получаемой от самого *BIM*. Существуют другие факторы, которые будут рассмотрены ниже.

Существует не так много реальных примеров использования *BIM*. Некоторые основные причины, упомянутые в исследованиях, включают отсутствие инициативы и профессиональной подготовки, разная готовность рынка и нежелание менять существующую практику работы [1].

Исследование, проведенное *CIFE*, международным центром европейских исследований в 2007 году, показало, что внедрение не является универсальным, более половины респондентов 2007 года указали, что они не использовали *BIM* ни на каких проектах. Кроме того, он обнаружил, что большинство не-пользователей ссылаются на отсутствие необходимости, отсутствие запроса со стороны владельцев и отсутствие квалифицированных поставщиков как наиболее распространенные причины для не внедрения технологии. Они высказали предположение о том, что существует огромная разница между восприятием и желаниями не-пользователей и пользователей технологии [2].

Проводился опрос среди списка *buildingSMART alliance TM* – американского консорциума предпринимателей. Получатели как предполагается, были более осведомленными пользователями, чем большинство в отрасли

АЕС. Согласно результатам, основными факторами специалисты различных компаний выделили: воспринятую выгоду, сложности *IT* компонента, поддержку высшего руководства и внешние силы. Причем, больше чем 50 % опрошенных считают, что поддержка высшего руководства и воспринимаемые выгоды очень важны для принятия *BIM*, и 90 % из них полагали, что оба фактора важны [1]. Рассмотрим выделенные факторы подробнее:

1. Воспринимаемая выгода и рентабельность.

В *Smart Market Report* крупного американского медиа-холдинга *McGraw-Hill* 2008 о *BIM* 48% опрошенных экспертов *BIM* сказали, что они отслеживали *BIM ROI* (возврат инвестиций) «на умеренном уровне или выше». В *McGraw-Hill 2009 Smart Market Report* о *BIM*, две трети пользователей *BIM* заявили, что они увидели положительную рентабельность инвестиций в общем объеме инвестиций в *BIM*, 87 % опытных пользователей испытали положительную рентабельность инвестиций с *BIM*, 93 % пользователей *BIM* полагали, что в будущем возможно получить большую выгоду [3].

Опрошенные из *buildingSMART alliance TM* указали, что, воспринимая выгода включает в себя следующие основные составляющие: улучшение качества, увеличение точности, упрощенный доступ к информации. Кроме того, они отметили такие положительные стороны *BIM* технологии, как лучшая коммуникация, усиление конкурентоспособности, совместный рабочий прогресс, увеличение рентабельности и сохранение времени.

2. Внешние силы.

Внешние силы указывают на влияние со стороны конкурентов, соавторов или других сторон в строительной отрасли на внедрение *BIM*. Примечательным является то, что треть респондентов считают повышение конкурентоспособности важным фактором, однако не принимают давление конкурентов во внимание, как значительное обстоятельство [1].

В компаниях существует боязнь совместного использования модели в *BIM* из-за ответственности, связанной с ее использованием. Существует один главный фактор, влияющий на инновацию диффузии *BIM* и это государственное регулирование. Так, в 2011 году в Великобритании была создана *BIM Task Group*, обеспечиваемая правительством страны и направленная на укрепление позиций технологии информационного моделирования [6]. Здесь стоит отметить, что Президент России поручил до 1 декабря 2016 года разработать и утвердить план мероприятий по внедрению технологий информационного моделирования в сфере строительства [4]. Основными целями этого плана являются:

- устранение правовых и административных барьеров при использовании технологий информационного моделирования;
- мотивация участников гражданского оборота к созданию рынка технологий информационного моделирования в РФ;

- разработка национальных стандартов и национальной технологической платформы для информационного моделирования в РФ;
- увеличение до 50 % количества отечественных компаний, использующих технологии к 2018 г. и количество проектов, выпущенных с использованием *BIM* к 2019 г.

Подготовка базы специалистов информационного моделирования является частью плана его внедрения в РФ, и должна быть разработана к 2017 г. [4]. Рассмотрим существующие направления подготовки специалистов *BIM*. В настоящее время на кафедре Информационных технологий СПбГАСУ происходит активная и плодотворная работа по внедрению *BIM*-технологий в учебный процесс. В университете ИТМО существует Дополнительная образовательная программа профессиональной переподготовки «Разработка и управление проектом с технологией информационного моделирования (*BIM*) зданий и сооружений». В СПбПУ организован курс «Информационное моделирование зданий с использованием *AutodeskRevitArchitecture*».

Атлас новых профессий указывает, что специальности *BIM*-менеджера-проектировщика и прораба-вотчера появятся в РФ до 2020 г. [5].

3. Внутренняя готовность.

В категории внутренней готовности были учтены отношение высшего руководства, финансовые затраты *BIM*, владеющий *BIM* персонал и часы обучения *BIM*. Среди 78 % опрошенных руководство поддержало внедрение *BIM* в компании. Более половины сотрудников компаний признали финансовые затраты значительными, а также сообщило что имеют в своих штатах более 10 человек, владеющих *BIM*. Также, половина респондентов указала, что на обучение *BIM* уходит более 50 часов, однако четверть опрошенных вообще не имели организованного обучения. Также отмечено, что высшее руководство может не содействовать внедрению *BIM*, поскольку не признает его преимущества [1].

Сложностями *IT* компонента являются:

- Совместимость различных моделей дисциплины на разных платформах программного обеспечения очень ограничена.
- Отсутствие четко определенных обязанностей для *BIM*.
- Размеры файлов *BIM* слишком велики. Транспортировка, управление, хранение или совместное использование этих больших файлов сложное.
- Некоторые части большинства программных продуктов недостаточно развиты, например, электронная поддержка [1].

Литература

1. Liu R., Issa R.R.A., Olbina S. Factors influencing the adoption of building information modeling in the AEC Industry. Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Nottingham University Press, 2012. P. 1-8.

2. Giligan B., Kunz J. VDC use in 2007: Significant value, dramatic growth, and apparent business opportunity. Center for Integrated Facility Engineering, Report TR171, 2007.
3. Gudge J. Building Information Modeling: Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity. McGraw-Hill SmartMarket Report, 2008.
4. Утвержден перечень поручений по итогам Госсовета по строительству. URL: http://nopriz.ru/nnews/detail_news.php?ID=18131&spphrase_id=51235 (дата обращения 28.02.2018)
5. Атлас новых профессий. Строительство. URL: http://atlas100.ru/catalog/stroitelstvo/?bef_2020=yes (дата обращения 28.02.2018)
6. Esmaeili B. Diffusion of Building Information Modeling Functions in the Construction Industry. Journal of Management in Engineering. 2018

СЕКЦИЯ 2. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 004.921

Гаряев Николай Алексеевич,
канд. техн. наук, профессор
Кузнецова Ксения Константиновна,
студент магистратуры
(Национальный исследовательский
университет Московский государственный
строительный университет)
E-mail: ngaryaev@gmail.com,
ksenia.kuzn@mail.ru

Garyayev Nikolay Alekseevich,
PhD of Tech. Sci., Professor
Kuznetsova Ksenia Konstantinovna,
Master
(National Research University
Moscow State University
of Civil Engineering)
E-mail: ngaryaev@gmail.com,
ksenia.kuzn@mail.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

INTERNATIONAL EXPERIENCE OF USING BIM-TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

В статье рассказывается о возможностях, появляющихся при использовании BIM технологий, и проблемы, которые можно решить с помощью данной технологии. Кроме этого, авторами анализируется эффективность применения данной технологии на примере опыта других стран. Технология BIM (Информационное Моделирование Зданий) – это новый подход к проектированию, строительству, эксплуатации. По результатам исследований выяснилось, что применение BIM-технологий способствует возрастанию прибыли и показателей рентабельности, снижению затрат, повышению производительности, снижению общей стоимости проекта.

Ключевые слова: BIM-технологии, информационное моделирование, проектирование, строительство.

The article describes the opportunities that appear when using BIM technologies, and the problems that can be solved with the help of this technology. In addition, the authors analyze the effectiveness of this technology on the example of the experience of other countries. BIM (building Information Modeling) is a new approach to the design, construction, upkeep of buildings. According to the results of the research it was found that the use of BIM-technologies contributes to the increase in profits and profitability, reduce costs, increase productivity, reduce the total cost of the project.

Keywords: BIM technologies, information modeling, design, construction.

На сегодняшний день во многих странах мира (США, Великобритания, Франция, страны Северной Европы, Сингапур, Южная Корея, Китай и др.) в сфере строительства активно внедряются технологии информационного моделирования [1]. Масштаб внедрения BIM в вышеперечисленных странах зависит от выгод в результате применения этой технологии. Они могут быть получены на различных этапах реализации проекта или различ-

ных уровнях (как на уровне отдельного предприятия, так и отрасли или государства в целом).

Результат от применения BIM-технологий выражается в виде высокого качества создаваемой проектной документации, снижения затрат на этапе строительства, налаживании информационного обмена, хранения информации в едином месте и упрощения взаимодействия участников, входящих в состав строительных проектов и т. д. Все это в свою очередь приводит к улучшению экономической эффективности от реализации проекта строительства зданий и сооружений, а главное – снижению себестоимости. Такой положительный эффект в виде повышения уровня прибыли и рентабельности проявляется как на уровне отдельно взятой строительной организации, так и на государственном уровне за счет снижения стоимости объектов, строящихся по государственному заказу, что позволяет экономить и эффективно использовать средства государственного бюджета.

Сформулировано большое множество определений BIM (от англ. *Building Information Modeling* – информационное моделирование зданий и сооружений), общий смысл которых в основном сводится к тому, что является процессом создания и управления информацией на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства [2]. Одно из наиболее часто встречающихся определений понимает BIM как процесс коллективного создания и использования информации о здании или сооружении, являющейся основой для принятий решений на протяжении всего жизненного цикла (начиная с этапа планирования и заканчивая выпуском проектной, рабочей документации, строительством, эксплуатацией и сносом).

Отличительным достоинством использования инструментов BIM-технологии является тот факт, что модель объекта строительства является динамичной (изменяемой). После добавления изменений в геометрию или данные BIM-модели происходит автоматическое обновление всех взаимосвязанных видов, данных, параметров и документов. Также, информационная модель позволяет всем участникам инвестиционно-строительного процесса (заказчик, проектировщик, строитель, подрядные организации, поставщики и др.) быть вовлеченными в командный процесс создания объекта, иметь возможность обсуждать, комментировать и согласовывать свои действия, отслеживать изменения, что также повышает эффективность работы над проектом.

Выделенные преимущества BIM-технологии приводят к ее широкому распространению и повсеместному внедрению в мировую проектную практику и практику управления строительством. В России на данный момент наблюдается некоторое отставание от развитых стран, где BIM-технологии уже широко распространены, что влияет на увеличение объемов, повышение качества строительства в сочетании с увеличением экономической эффективности.

В связи со значительными преимуществами использования BIM-технологий в ряде стран на государственном уровне приняты условия по обязательному применению технологии при проектировании и строительстве объектов за счет средств государственного бюджета. Такие требования вводились гос. заказчиками в США начиная с 2003 года, а в ряде стран Европы и Азии – с 2007 года. В 2011 году о новой программе в области строительства, ориентированной на достижение конкурентных преимуществ на мировой арене, объявила Великобритания [3]. Опираясь на данную стратегию была разработана единая последовательная программа перехода на технологии информационного моделирования. Это решение, принятое и одобренное на государственном уровне, обеспечило ускоренные темпы внедрения BIM-технологий.

В 2012 году в США около 70 % участников рынка строительства объявили о применении BIM-технологий в своих проектах, в Великобритании в 2016 году – 54 % [4]. В Сингапуре с 2015 года более 80 % всех строительных проектов выполняются только с применением BIM-технологий. К настоящему времени все проектные организации и около 70 % строительных подрядчиков Сингапура применяют BIM на своих проектах.

На сегодняшний момент успешно существует и получает финансирование от Еврокомиссии рабочая группа по BIM (*EU BIM Task Group*). В нее входят представители госзаказчиков стран, состоящих в Евросоюзе. Главной целью работы является создание единых для всех стран Евросоюза правил планирования и реализации госзаказов на проектные и строительные подряды.

Рассмотрим подходы, которые применяют исследователи в различных странах для оценки эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов с применением BIM.

В Великобритании необходимость внедрения BIM-технологий была осознана и реализована на государственном уровне для повышения конкурентоспособности строительных предприятий на международной арене и возможного достижения глобального лидерства в области цифрового строительства. В 2014 г. была принята обновленная редакция стратегии развития строительной отрасли Великобритании до 2025 г. Главной целью этой стратегии стало снижение затрат на реализацию инвестиционных проектов на 33 % и сокращение продолжительности процесса строительства на 50 %.

Сингапур сейчас является одним из лидеров применения информационных технологий не только в Азии, но и во всем мире. Правительство Сингапура очень быстро осознало преимущества применения BIM-технологий в строительстве, поэтому своевременно развернуло государственную политику по поддержке ее внедрения, включая и финансовую поддержку организаций отрасли, внедряющих у себя BIM.

В 2010 году *Building and Construction Authority* Сингапура, отвечающее за управление строительной отраслью и выполняющее функции министерства, разработало дорожную карту по BIM (*Singapore BIM Roadmap*).

Ее целью является повышение к 2020 году эффективности строительства на 25 % за счет использования технологий информационного моделирования и цифрового производства. В добавок к этому планируется с помощью инновационных технологий сократить число низкоквалифицированных рабочих (мигрантов) на стройплощадках. Ещё одна особая цель Сингапура – стать мировым лидером по скорости осуществления экспертизы проектов и выдачи разрешений на строительство.

Согласно результатам исследования, проводимого в Европе среди инженеров, архитекторов и других представителей смежных специальностей, 41 % респондентов считает, что после внедрения BIM их прибыль увеличилась; 55 % говорят о снижении стоимости проекта; 21 % заявляет о повышении производительности труда, что приводит к снижению количества задействованного персонала.

Проводимые исследования показывают, что применение BIM-подходов способствует росту прибыли и показателей рентабельности, сокращению затрат на этапе проектирования, повышению производительности и снижению общей стоимости проекта.

Одним из положительных моментов от внедрения информационного моделирования, является намечающаяся тенденция снижения количества изменений в проекте и информационных запросов, а также переделок на объекте, что приводит к уменьшению затрат.

К тому же, применение BIM-технологий приводит к появлению множества качественных выгод, влияющих на рост конкурентоспособности предприятия:

- автоматизация процессов;
- снижение рисков проекта;
- повышение безопасности на объекте;
- повышение качества проекта;
- повышение эффективности коммуникаций между участниками проекта [5].

Достижение таких высоких положительных результатов внедрения BIM-технологий и их широкого распространения в странах-лидерах обязано, прежде всего, государственной поддержке и проводимой государственной политике с четко определенными целями и разработанными мероприятиями по их достижению.

Литература

1. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Добрынин А.П. BIM – Цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://injoit.org/index.php/j1/article/view/275> (дата обращения 15.02.2018).
2. BIM – Building Information Modeling. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.oaorpm.ru/seminars/17-12-2008-bims.html> (дата обращения 18.02.2018).

3. Qian A.Y. Benefits and ROI of BIM for Multi-disciplinary Project Management, National University of Singapore. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.icoste.org/wp-content/uploads/2011/08/Benefits-and-ROI-of-BIM-for-Multi-Disciplinary-Project-Management.pdf> (дата обращения 22.02.2018).
4. Талапов В.В. Информационная модель здания – опыт архитектурного применения.
5. Архитектура и современные информационные технологии // АМТ: электронный журнал. 2008. № 4(5). URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2008/4kva rt08/Talapov/article.php> (дата обращения 25.02.2018).
6. Независимый информационный портал CADобзор. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://cadobzor.ru> (дата обращения 14.02.2018).

УДК 004.94

Горьков Владимир Андреевич, магистр базовой кафедры ПАО «Газпром нефть», специалист по обустройству месторождений (Тюменский Индустриальный университет, ООО «Газпромнефть – Ямал»)
Коркишко Александр Николаевич, доцент, заведующий базовой кафедрой ПАО «Газпром нефть» (Тюменский Индустриальный университет)
Мясоедов Александр Игоревич, руководитель направления по ПИР (ООО «Газпромнефть – Ямал»)
 E-mail: v.a.gorkov@bk.ru, alexandr.korkishko@mail.ru, kafedra.gazprom-neft@mail.ru

Gor'kov Vladimir Andreevich, master of the basic department of PJSC «Gazprom Neft», specialist in oilfield construction (Tyumen Industrial University, LLC "Gazpromneft – Yamal")
Korkishko Alexander Nikolaevich, associate professor, head of the department of PJSC «Gazprom Neft» (Tyumen Industrial University)
Myasoedov Alexander Igorevich, Head of design and survey work (LLC "Gazpromneft – Yamal")
 E-mail: v.a.gorkov@bk.ru, alexandr.korkishko@mail.ru, kafedra.gazprom-neft@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПО ОБЪЕКТАМ НОВОПОРТОВСКОГО НГКМ

USE OF INFORMATION THREE-DIMENSIONAL MODELS ON OBJECTS OF NOVOPORTOVSKOE OGCF

Настоящая статья посвящена истории создания цифрового актива информационной трехмерной модели объектов Новопортовского месторождения, ее развития и внедрения в шаблоны традиционного проектирования. В статье раскрываются характеристика данной системы, описание ее возможностей и функционирования, практическая принадлежность и преимущества, а также тенденции к развитию модели и совершенствованию взаимодействия структурных подразделений компании на ее основе. Результаты работы предоставлены на основе пилотного проекта по разработке и внедрению информационной 3D-модели Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения внутри компании ООО «Газпромнефть – Ямал» в 2016 году.

Ключевые слова: цифровой актив, информационная модель, СУИД, 3D-модель, проектирование, НЕОСИНТЕЗ, нефтегазоконденсатное месторождение.

This article is devoted to the history of creating a digital asset of the information three-dimensional model of objects of the Novoportovskoye deposit, its development and introduction into the templates of traditional engineering. The article describes the characteristics of this system, a description of its capabilities and functioning, its practicality and advantages, as well as the trends towards the development of the model and the improvement of interaction between structural divisions of company on its basis. The results of the work were provided on the basis of a pilot project for the development and implementation of the information 3D model of the Novoportovskoye oil and gas condensate field within the company Gazpromneft-Yamal LLC in 2016.

Keywords: digital asset, information model, EDMS, 3D-model, engineering, NEOSYNTHESIS, oil and gas condensate field.

Установленные десятилетиями в нефтяной отрасли принципы реализации крупных проектов, в том числе капитального строительства и эксплуатации, в настоящее время активно подвергаются «атакам» технологических апгрейдов и улучшений посредством внедрения цифровых технологий и автоматизации бизнес-процессов. Ведь по сей день любой, даже самый тщательно спланированный проект, в ходе реализации имеет свои проблемы и недостатки:

- высокая доля отклонения сроков выполнения работ от календарного плана из-за укрупненного планирования работ, отсутствия актуальной информации, отсутствием взаимосвязей между информацией от подразделений;
- некорректная приоритизация работ на проекте из-за неэффективного взаимодействия с другими участниками проекта;
- отсутствие единой платформы кросс-функционального взаимодействия между всеми участниками проекта;
- большое количество ошибок, допущенных проектным институтом в виде коллизий и некорректного определения физических объемов при разработке проектно-сметной документации.

Не остался без внимания и крупный проект капитального обустройства Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения, находящийся под управлением компании ООО «Газпромнефть – Ямал». В 2014 зародилась идея создания цифровых активов на базе 3D-моделей планируемых к строительству крупных технологических объектов Новопортовского месторождения. Сама идея возникла не на пустом месте. Был изучен положительный опыт применения трехмерных моделей на различных предприятиях России (нефтегазовая промышленность, атомная и прочие). Информационные трехмерные модели позволяют существенно облегчить процесс проведения экспертизы проектной и рабочей документации, увидеть реальный цифровой двойник объекта до начала его строительства (рис. 1).

В результате продолжительной работы в 2016 году при участии российских компаний-партнеров была разработана не просто трёхмерная модель, а цифровой актив объектов Новопортовского месторождения: центральный пункт сбора, приемо-сдаточный пункт и газотурбинная электро-

станция. Цифровой актив объектов был создан на базе НЕОСИНТЕЗ – системы управления инженерными данными – СУИД, которая обеспечивает хранение, доступ, обмен, и анализ данных объекта на протяжении его жизненного цикла: проектирования, строительства/реконструкции и эксплуатации (рис. 2). Доступ к системе осуществляется через веб-портал, что обеспечивает оперативность получения необходимой информации в любое время из любой точки и с любого устройства.

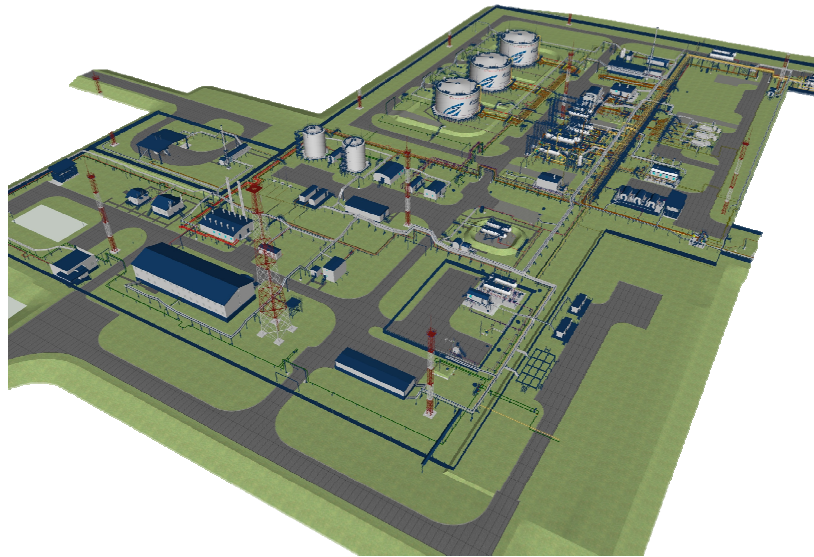


Рис. 1. Информационная 3D-модель объектов Новопортовского месторождения

Хочу обратить внимание, что ООО «Газпромнефть – Ямал» является первым дочерним обществом компании ПАО «Газпром нефть», где создан свой собственный информационный портал, представляющий собой так называемую «6D-модель» объекта [1]. Называем ее так, потому что помимо 3D изображения к модели привязаны графики строительства, планы поставок материально-технических ресурсов, освоения инвестиций.

Таким образом, имеем:

3D-модель – трехмерное изображение объекта, позволяющее проверить модель на предмет пространственных коллизий до начала выполнения строительно-монтажных работ по объекту. Все выявленные отклонения могут быть своевременно устранены.

4D-модель – представляет собой интеграцию календарно-сетевой графика с информационной моделью. В данном случае модель позволяет на начальном этапе не только увидеть виртуальное моделирование процесса

строительства, но и проанализировать всю последовательность работ по проекту на предмет пространственно-временных пересечений.

5D-модель – интеграция информационной модели с планом освоения инвестиций. Позволяет визуально оценить соответствие фактических и планируемых затрат.

6D-модель – интеграция информационной модели с планами закупок и поставок, загружаемых из продуктов линейки SAP. Позволяет получать информацию о требуемом количестве ресурсов для того или иного сооружения со статусом их поставки, проанализировать обеспеченность производства строительно-монтажных работ необходимым оборудованием и материалами.



Рис. 2. Схема создания цифрового актива на базе СУИД НЕОСИНТЕЗ и загруженной в нее информационной модели объекта

Высокая точность детализации модели площадочного объекта достигается путем проведения трехмерного лазерного сканирования с обработкой полученного облака точек. Плотность результирующего облака (8 мм на 10 м расстояния) обеспечивает возможность визуальной проверки на соответствие построенного объекта модели «как спроектировано» с целью выявления отклонений [2].

Для создания эффекта «присутствия» на объекте, можно использовать видеостены, либо очки дополненной реальности, которые обеспечат визу-

альное представление загруженных информационных моделей и фото-видео-панорам объектов в диапазоне 360 градусов. Компания-партнер сопровождает цифровую модель, выполняя еженедельную съемку сферических фотопанорам в согласованных точках, на основе которых формируется виртуальный тур по технологическому объекту с возможностью перемещения по фиксированным положениям точек съемки с переключением дат.

Созданный информационно-аналитический портал на базе СУИД НЕОСИНТЕЗ дает возможность ведения электронных журналов:

- предписания независимого технического надзора;
- журнал регистрации запросов;
- журнал авторского надзора;
- единой сводки по охране труда, производственной безопасности

и охране окружающей среды.

Загрузка и ведение графиков строительства:

- увязка графиков с объектами трехмерной модели;
- создание информационных срезов и визуальных отчетов.

6D-модель, постоянно дополняющаяся актуальной документацией и обновленными виртуальными турами, для любого проекта капитального строительства будет являться неотъемлемым помощником в управлении процессами строительства на начальных этапах реализации крупного проекта.

Сформировав необходимую базу данных на информационном портале (графики строительства, документацию, фотопанорамы объектов, результаты лазерного сканирования), появится возможность оперировать этими данными, не только используя графики, таблицы и 3D-модели, но и возможность проведения удаленных штабных заседаний. При этом заседания могут проходить без потери у заинтересованных лиц чувства «присутствия» на объекте.

Закономерный вопрос: для чего все это нужно?

В первую очередь это необходимо для того, чтобы участникам процесса строительства было проще работать с большим количеством постоянно изменяющихся данных, порой совершенно неструктурированных.

Во-вторых, это позволяет повысить эффективность реализации капитального проекта:

- единая точка доступа к информации по проекту;
- увязка информации (документации, графиков и моделей);
- автоматизация бизнес процессов (валидация данных);
- актуальная отчетность по ресурсам, прогрессу и заданиям;
- масштабируемость под этап «Реализация»;
- повышение оперативности принятия управленческих решений ввиду присутствия необходимой информации [3].

Литература

1. Мариненков Д. В. Применение российских САПР и PLM-систем при проектировании, строительстве и эксплуатации Новопортовского месторождения // Вестник МГСУ. 2016. № 1. С. 181-191.

2. Айроян З.А., Коркишко А.Н., Управление проектами нефтегазового комплекса на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) // Инженерный вестник Дона. 2016. Т. 43. № 4 (43). С. 151.

3. Конвисар Е. П. Цифровой актив – безальтернативный способ управления инженерными данными промышленных и инфраструктурных объектов // Нефть. Газ. Новации. 2017. № 9. С. 35-40.

УДК 004.9+72

Захарова Галина Борисовна,
канд. техн. наук, доцент
(Уральский государственный архитектурно-художественный университет)
E-mail: zgb555@gmail.com

Zakharova Galina Borisovna,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Ural State University
of Architecture and Art)
E-mail: zgb555@gmail.com

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

INFORMATION MODELING OF HISTORICAL BUILDINGS

Применение BIM-технологий для моделирования памятников архитектуры начинает активно развиваться в последние несколько лет. Для существующих объектов информационная модель здания становится источником сведений для мониторинга состояния, реставрации и реконструкции. Для зданий, не сохранившихся до наших дней, модель является средством визуализации и научных исследований. В статье приведен обзор информационного моделирования различных исторических зданий. Показано применение BIM для разработки моделей памятников конструктивизма в Екатеринбурге в российском программном продукте *Renga Architecture*. Отмечено новое применение BIM в музейной практике для архитектурного макетирования, приведена соответствующая технология. Сделано обобщение по возможностям, предоставляемым BIM в информационном и техническом сопровождении культурно-исторических объектов.

Ключевые слова: BIM-технологии, памятник архитектуры, импортозамещение, *Renga Architecture*, конструктивизм, макетирование.

The use of BIM-technologies for modeling of historical architectural objects is beginning to develop rapidly in the last few years. For existing objects, the building information model becomes a source of information for monitoring, restoration and reconstruction. For buildings that have not survived to this day, the model becomes a means for visualization and research. The article gives an overview of information modeling for various historical buildings. The application of BIM for the creation of models of constructivism buildings in Ekaterinburg in the Russian software *Renga Architecture* is shown. A new application of BIM in the museum practice for preparation of historical buildings prototypes was noted, the corresponding technology is shown. A generalization on the possibilities provided by BIM in the information and technical support of cultural and historical objects is done.

Keywords: BIM-technologies, historical architectural objects, *Renga Architecture*, constructivism, BIM for museum practice.

Внедрение BIM-технологий [1] в практику строительной отрасли в России приобретает всё более устойчивый характер. За 3 года поддержки и развития информационного моделирования зданий со стороны Министер-

ства строительства и ЖКХ РФ [2] произошли существенные изменения. Рядом организаций накоплен позитивный опыт применения BIM. Меняется представление в профессиональном сообществе о данной технологии. Если на первоначальных этапах BIM-технология виделась как эффективная интегрированная 3D-модель, предоставляющая все виды чертежей, содержащая информацию по архитектуре, конструкциям, инженерному оборудованию с целью отображения возможных коллизий, то сейчас акценты сместились на управление информацией об объекте на всех этапах жизненного цикла [3]. Строительство, эксплуатация, реконструкция и демонтаж – эти этапы становятся более эффективными с применением BIM.

Для вновь возводимых объектов информационная модель здания (BIM) становится естественной реализацией современных требований научно-технического прогресса. Для объектов, возводимых по госзаказу, применение BIM закрепляется законодательно [4].

Что касается зданий, построенных в «доинформационную» эпоху, наличие BIM может также принести значительный эффект для их фиксации, изучения, эксплуатации, мониторинга состояния, реставрации, реконструкции и ряда других не менее важных аспектов. Далее будут показаны информационные модели памятников конструктивизма в Екатеринбурге, сделаны обобщения и выводы о том, какие возможности дает применение BIM в моделировании исторических зданий. В частности, наряду с традиционными преимуществами BIM, модель нашла достаточно новое применение в музейной практике в части получения развертки для макетирования зданий.

Кроме того, в качестве инструмента моделирования объектов конструктивизма был применен российский программный продукт компании АСКОН *Renga Architecture*, что соответствует современной политике импортозамещения зарубежных программ российскими разработками [5].

Виртуальная реконструкция объектов культурно-исторического наследия получила динамичное развитие в последнее десятилетие. Это определяется такими факторами как непрерывное совершенствование программного обеспечения, что позволяет качественно воспроизводить достаточно сложные композиции, в том числе, с интерактивным управлением и возможностью погружения в виртуальную реальность. Во-вторых, настоящее отношение исследователей гуманитарной сферы – историков, археологов, культурологов изменилось в сторону не только полного приятия трехмерного моделирования, но и его активного применения как инструмента научных исследований в содружестве с IT-специалистами [6, 7].

Применение BIM в моделировании исторических зданий является относительно новым направлением. В работе [8] приведена технология моделирования древнекитайских храмов, выполненная в самой распространенной на данный момент BIM-программе *Autodesk Revit*. Построена библиотека параметрических семейств типовых базовых элементов, лежащих в основе архитектурного стиля буддийского Востока, на основе библиотеки реализованы сложные примеры памятников архитектуры.

Статья [9] посвящена применению BIM новосибирскими специалистами НГАСУ для воссоздания памятников древнерусской деревянной архитектуры. В том числе показано моделирование процесса реставрационных работ и возможность с помощью модели не только отслеживать и управлять изменениями состояния конструкций, множеством связей и отношений, но также проектировать дальнейшие работы с объектом и комплексно управлять их ходом.

Кафедра прикладной информатики УрГАХУ активно внедряла BIM-технологии при разработке многочисленных проектов, выполненных в ходе дипломирования студентов. В рамках всероссийского конкурса «Дни конструктивизма», организованного в 2017 г. компанией *Renga Software* и УрГАХУ, были реализованы 3D-модели зданий в Екатеринбурге, историко-архитектурные памятники конструктивизма федерального значения: Окружной дом офицеров, построенный в период 1932-1941 г. (Борис Кашаев, рис. 1) и ДК Дзержинского, построен в 1931 г. (Элина Исламова, рис. 2).

Четырёхэтажное здание клуба имени Дзержинского является одним из 14 корпусов знаменитого комплекса авангардной архитектуры «городок чекистов» (1929–1936 г.), построенного по проекту архитекторов И.П. Антонова, В.Д. Соколова, А.М. Тумбасова. Сейчас здесь находится краеведческий музей. Здание занимает угловое положение в квартале комплекса, отличается сложностью объема. Главный фасад имеет оригинальную композицию, сочетающую горизонтали оконных проемов с вертикалью выступающей цилиндрической лестничной клетки. Дворовый фасад характеризуется смещением объемов по вертикали. Поэтажные планы сочетают обширные залные помещения с комнатами, объединенными по коридорному типу. Характерной особенностью здания является сочетание форм и полифункциональности архитектуры конструктивизма.

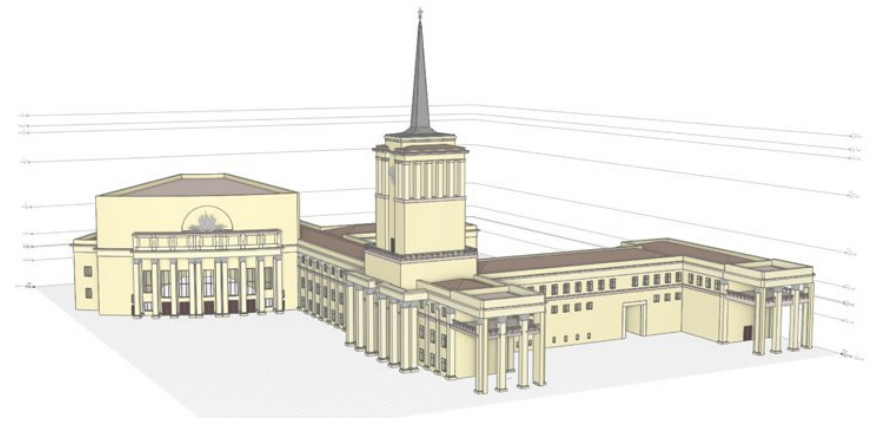


Рис. 1. 3D-модель окружного дома офицеров, г. Екатеринбург

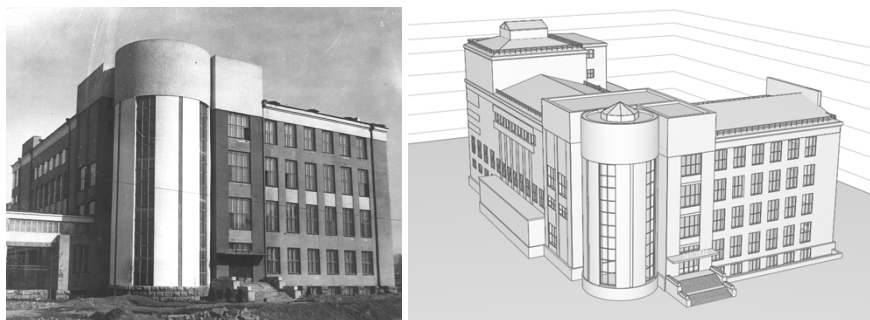


Рис. 2. Фотография и 3D-модель ДК Дзержинского, г. Екатеринбург

Для выполнения работ по моделированию и прототипированию архив Музея архитектуры и дизайна УрГАХУ предоставил чертежи, фотографии, технический паспорт и выписки 30-х годов.

Как было сказано, модель создавалась в программе *Renga Architecture*, сложность состояла в том, что исходные чертежи не содержали размеров, из технического паспорта был известен только общий размер здания – 72×35 м. Для получения остальных размеров применялась программа *Corel Draw*. В нее загружались чертежи, и с помощью функционала и рабочих инструментов «Линия» и «Размер» обводились чертежи каждого этажа и выставлялись размеры.

В интересах музея далее было выполнено макетирование здания, что обеспечило точный перенос объекта с чертежей в реальное пространство.

Технология изготовления развертки здания заключалась в получении чертежей каждого фасада из 3D-модели в *Renga Architecture*, их экспорт в формате *dwg*, импорт в программу *Corel Draw*, из которой есть выход на плоттер, затем сборка развертки в программе и ее вырезка из бумаги с помощью плоттера «*Graphtec CE5000*». Далее вручную был собран и доработан макет здания. Изготовленный макет передан в экспозицию музея архитектуры и дизайна УрГАХУ.

Данная технология получения архитектурного макета значительно выигрывает в стоимости по сравнению с другой возможной реализацией – 3D-печатью.

Обобщая приведенные результаты применения технологии *BIM* в области моделирования архитектурных объектов культурно-исторического наследия, можно выделить следующие возможности и преимущества.

Информационная модель:

– является наглядным объектом для учебной и просветительской деятельности, виртуальным интерактивным экспонатом современного музея;

- является источником детального поэлементного представления объекта в целях его каталогизации, компьютерной паспортизации (фиксации);
- позволяет осуществлять привязку к объекту или его составным частям исторических документов (подключение ссылок на источники интернет, через атрибуты элементов или добавление в модель текстовых и графических документов), объединяя геометрические и физические характеристики объекта и оцифрованные документально-исторические свидетельства;
- служит инструментом для научных исследований, позволяет проводить комплексный анализ с учетом исторического контекста; моделирование также позволяет выполнять проверку научных гипотез;
- позволяет параллельно с процессом реконструкции вести строительную документацию об объекте с указанием информации о каждом элементе здания: материал, его структура, прочность, размеры;
- дает возможность осуществлять мониторинг состояния объекта для поддержания в стабильном состоянии хранения; выполнять управление обслуживанием и проводить реставрацию;
- содержит библиотечные элементы, которые могут использоваться и в современном проектировании и строительстве для осуществления связи с лучшими традициями исторического наследия.

Литература

1. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
2. Приказ Минстроя РФ № 926 29.12.2014. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf> (дата обращения 1.03.2018).
3. Талапов В.В. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения. URL: https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannye-setim-zabluzhdeniia?from=cl (дата обращения 1.03.2018).
4. Утверждены новые своды правил по BIM. 21 февраля 2018 г. URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/utverzhdenu-novye-svody-pravil-po-bim/> (дата обращения 1.03.2018).
5. Пустовова А. Renga Architecture: первый обзор новой САПР для архитекторов // САПР и графика. Спецвыпуск. 2015. №3. С. 1–4
6. Косенкова К.Б. Современные тенденции использования 3d-реконструкций памятников историко-культурного наследия // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2014. Т. 2, № 2. Научная библиотека КиберЛенинка: URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-ispolzovaniya-3d-rekonstruktsiiy-pamyatnikov-istorikovo-kulturnogo-naslediya#ixzz3ji25OBP2> (дата обращения: 01.03.2018)
7. Бородкин Л.И., Жеребятьев Д.И. Технологии 3D-моделирования в исторических исследованиях: от визуализации к аналитике // Электронная версия журнала "Историческая информатика". 2012. № 2. URL: http://kleio.asu.ru/2012/2/hcsj-22012_49-63.pdf (дата обращения: 1.03.2018)

8. Чжан Гуаньин (Zhang Guanying). Технология BIM и моделирование системы доугун для памятников архитектуры Древнего Китая // Вестник ТГУ. Культурология и искусствоведение. 2014. № 1(13). С. 44–55.

9. Козлова Т.И., Куликова С.О., Талапов В.В., Гуаньин Ч. Технология BIM: уникальная возможность работы с памятниками деревянной архитектуры // Строительный Эксперт. URL: <https://ardexpert.ru/article/6134> (дата обращения: 01.03.2018).

УДК 330.34, 338.1, 332.1, 624

Бахарева Ольга Владимировна,
канд. экон. наук, доцент кафедры
муниципального менеджмента,
(Казанский государственный архитектурно-
строительный университет)
E-mail: OVBakhareva@mail.ru

Bakhareva Olga Vladimirovna,
PhD of Sci.Ec., Associate Professor,
(Kazan State University
of Architecture
and Engineering)
E-mail: OVBakhareva@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ИННОВАЦИЯМИ В РЕГИОНЕ¹

STUDY OF THE PRACTICE OF MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN THE REGION

Проблемы управления инновационным развитием в региональных экономических системах в процессе внедрения технологии энергоэффективного проектирования и технологии информационного моделирования в строительной отрасли рассмотрены для региональной инфраструктуры. Анализ реализации проекта строительства энергоэффективного здания около нулевой энергии в Словении позволил очертить круг проблем внедрения технологических инноваций, определить новые направления развития социальной инфраструктуры российского региона по созданию, реконструкции, обслуживанию энергоэффективных и пассивных домов. Предложенный экономический механизм поддержки инноваций фирм реального сектора может быть полезен при формировании региональной экономической политики использования энергоэффективных жилых единиц в социальной инфраструктуре региона.

Ключевые слова: реальный сектор экономики, региональная экономика, технология энергоэффективного проектирования, технология информационного моделирования, здания около нулевой энергии, умные города, жизненный цикл

Problems of managing innovative development in regional economic systems in the process of introducing energy-efficient design technology and building information modeling in the construction industry are considered for the regional infrastructure. Analysis of the implementation of the project for the construction of an energy-efficient building Near-Zero-Energy in Slovenia made it possible to outline the range of problems of introducing technological innovations, to identify new directions for the development of the social infrastructure of the Russian region in the creation, reconstruction, maintenance of energy efficient and passive houses. The proposed economic mechanism for supporting innovations of real sector firms can be use-

¹ Полный текст статьи подготовлен в рамках гранта консорциума 16 университетов и предприятий по проекту ЕС (Эразмус+) «Модернизация учебных программ в сфере инженерных систем умного строительства – «зелёное строительство» (GREB) (574049-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP).

ful in the formation of a regional economic policy for the use of energy-efficient housing units in the social infrastructure of the region.

Key words: real economy, regional economy, energy efficient design technology, information modeling technology, near-Zero-Energy-Buildings, SMART City, life cycle.

Развитие технологии информационного моделирования в архитектуре, строительстве, эксплуатации объектов и сооружений, проникновение во все сегменты строительного комплекса компьютеров, программного обеспечения, автоматизированных систем управления сопровождается технологическими и управленческими инновациями в социальной и коммунальной инфраструктуре стран, внедривших национальные BIM-стандарты. Технология информационного моделирования позволяет моделировать энергоэффективности объекта строительства для малоэтажного строительства, многоквартирных домов, общественных зданий, объектов коммунальной инфраструктуры на протяжении всего жизненного цикла здания для снижения потребления энергии и в создания устойчивой инфраструктуры региона.

Концепция устойчивого развития сокращения потребления невозобновляемых источников энергии для снижения выбросов парниковых газов и предотвращения потепления на Земле, а также использование возобновляемых источников энергии за счет применения инновационных технологий и материалов стала одним из направлений государственной политики устойчивого развития, в том числе в строительстве, эксплуатации России. Принимая во внимание климатические особенности и различия объектов инфраструктуры важна роль муниципальных² и республиканских программ энергоэффективности [1]. Исследования показали необходимость комплексного подхода к объектам строительства и анализа стоимости объекта на протяжении всего жизненного цикла объекта, создавать энергоэффективные объекты на основе оптимальных градостроительных, объемно-планировочных, инженерных, конструктивных решений и новых систем и материалов [2]. Создание объектов с низким потреблением энергии на отопление требует усилий инженеров, региональных и муниципальных органов власти по поддержке применения инновационных технологий [3–4]. В перспективе применения инновационных технологий в мире произойдет переход от домов с обычным энергопотреблением к энергоэффективным и пассивным домам. Пассивные дома - это здания, в которых высокий уровень комфорта может быть достигнут без отдельной системы отопления или системы кондиционирования. Принципы пассивного дома – это снижение теплопотерь и оптимизация теплопоступления в здания в зависимости от сезона и времени суток были разработаны.³ В диссертации «Пассивные дома в Централь-

² Положение № 7-2005 «Положение об экономическом стимулировании проектирования и строительства энергоэффективных зданий и выпуска для них энергосберегающей продукции». – Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции г. Москвы от 12.05.2005. – № 46

³ Официальный сайт Пассивный дом (Россия), режим доступа : <http://www.passiv-rus.ru/>, (дата обращения: 20.02.2018).

ной Европе» (1993) В. Файстом впервые было поведено моделирование энергетического баланса здания, проведена оптимизация строительных конструкций, изменены параметры проекта по энергопотреблению здания для повышения энергоэффективности, снижения стоимости строительства и оптимизации расходов эксплуатации [5]. Строительство пассивных домов с низким потреблением энергии требует применения компьютерного моделирования в процессе проектирования здания. Технология информационно моделирования для анализа энергоэффективности позволяет использовать цифровой макет будущего здания для поиска энергоэффективного решения [6–9]. Инфраструктура, экономический рост и развитие и экологическая устойчивость взаимосвязаны между собой, поскольку развитие энергетики, транспортных систем и городов стало главной инфраструктурной потребностью в контексте устойчивого развития для сохранения климата. Государственный механизм привлечения инвестиций в развитие устойчивой инфраструктуры включает государственно-частное партнерство; реформирование механизмов для привлечения новых инвестиций на создание устойчивой инфраструктуры; укрепление институтов для создания эффективной, устойчивой инфраструктуры; стимулирование технологических инноваций для снижения климатических рисков [10].

Для гармонизации международных и российских нормативных документов приняты различные нормативно-правовые документы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе для реализации стратегии «устойчивого строительства». Государственное регулирование деятельности в инвестиционно-строительном комплексе направлено на установление институциональных и технических правил, норм и требований к энергетической эффективности на основе нормативно-правовых документов. Российские требования были дополнены в 2018 году положениями по использованию автоматизированных систем, устройств, применения интеллектуальных технологий. В то же время, в России остается значительной доля старого жилищного фонда советского периода, сельского жилищного фонда, не соответствующего новым требованиям энергоэффективности, энергосбережению, требующего инвестиций для решения задач рационального использования энергоресурсов и поиска источников инвестиций в обновление жилищного фонда. Анализ концепции устойчивого развития и институциональной среды в области повышения энергоэффективности инфраструктуры в России показал, в будущем нормы подлежат пересмотру для соответствия принятым Россией обязательствам по устойчивому развитию.

В ЕС здания потребляют 40 % произведенной энергии, 72 % произведенной электроэнергии, что приводит к выбросам 36 % углекислого газа в Европе. Директива 2010/31ЕС обязывает государства-члены ЕС к 1 января 2021 года обеспечить строительство новых зданий почти нулевой энергии и постепенной реконструкции старого фонда зданий, чтобы достичь цели

сокращения потребления энергии на 20 % к 2020 году. В 2010-2014 годах оборот, связанный с энергоэффективностью по ремонту в 10 государствах-членах ЕС, оценивался приблизительно в 364 млрд евро. В случае с новостройками соответствующее значение составляет около 35 млрд евро, в результате чего общий рынок энергоэффективности достигает 399 млрд евро, т. е. около 16 % всего рынка жилищного строительства [11].

При поддержке Европейского союза в Любляне (Словения) реализован проект многоквартирного дома около нулевой энергии FP7 EE-Highrise – EcoSilverHouse (рис. 1). Строительство осуществлялось с применением технологии информационного моделирования, различных систем автоматизации жизнеобеспечения. ECO Silver на основе расчета характеристик с помощью пакета проектирования пассивного дома (Passive House Planning Package) требовалось, чтобы энергия на отопление составляла 14 кВт·ч/м² по определению Института пассивного дома (Passive House Institute).



Характеристики:
 Площадь участка: 3.717 м²;
 Площадь стены: 1.568 м²;
 Площадь нетто: 23.456 м²;
 Чистый жилой район: 9,993 м²;
 Общее число этажей: 17;
 Количество жилых единиц: 128;
 Количество парковочных мест в подвале: 279;
 Зеленая крыша: 750 м²;
 Возобновляемые источники: солнечные энергоблоки и коллекторы дождевой воды;
 Общая стоимость инвестиций: 32 млн. евро.

Рис. 1. Характеристики пассивного дома ECO Silver House в Любляне (Словения)
 Источник: Официальный сайт EcoSilverHouse, URL : <http://www.ee-highrise.eu>
 (дата обращения: 04.03.2018).

После введения дома в эксплуатацию продолжается анализ энергетической эффективности построенного дома как компанией, создавшей автоматизированные системы управления в доме, так и национальным научно-исследовательским институтом (Building and Civil Engineering Institute ZRMK, Словения). Тонкие настройки комплексной системы здания около нулевой энергии требует детальных расчетов на всех этапах жизненного цикла объекта (от архитектурной концепции до управления недвижимостью). Основой успешного прогнозирования, мониторинга и перенастройки созданных инженерных сетей является применение параметрического моделирования и интеллектуальных технологий.

Перспективы строительства в России устойчивой инфраструктуры в городах, а также зданий с около нулевой и нулевой энергией могут позволить снизить энергоемкость внутреннего валового продукта России, создать

внутренние источники для инвестиций и экономического роста. Экономический механизм стимулирования энергоэффективности в строительном секторе национальной экономики, по нашему мнению, может быть следующий:

- 1) стимулирование фирм в строительном секторе национальной экономики по применению технологии информационного моделирования, технологии энергоэффективного проектирования и интеллектуальных технологий;
- 2) стимулирование фирм в жилищно-коммунальном хозяйстве по применению интеллектуальных технологий;
- 3) стимулирование домохозяйств по интенсивному снижению энергопотребления.

Анализ международной практики совместного применения в строительном секторе национальной экономики инновационных технологии информационного моделирования, и интеллектуальных технологий строительства показывает, что государственная энергетическая политика создает институциональную среду для применения технологических инноваций в области устойчивого строительства и создать благоприятный инвестиционный климат для предприятий реального сектора экономика в целях экономического развития.

Литература

1. Аверьянов В. К., Байкова С. А., Гошков А. С., Гришкевич А. В., Кочнев А. П., Леонтьев Д. Н., Мележик А. А., Михайлов А. Г., Рымкевич П. П., Тютюнников А. И. Региональная концепция обеспечения энергетической эффективности жилых и общественных зданий // Жилищное строительство. 2012. № 3. С. 2–4.
2. Vatin N. I., Nemova D. V., Kazimirova F. S., Gureev K. N. Increase of Energy Efficiency of the Building of Kindergarten. *Advanced Materials Research*. 2014. 953-954. P. 1537–1544.
3. Gorshkov A.S., Rakova K.M., Musorina T.A., Tseytin D.N., Agishev K.N. Building project with low consumption of thermal energy for heating. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2015. No. 4(31). P. 232–247. (Rus).
4. Пирогова А. Н., Щеклеин С. Е., Данилов Н. И. Особенности многоэтажных зданий нулевого потребления энергии для холодного климата // Международный научный журнал альтернативная энергетика и экология. 2015. № 8-9 (172-173). С. 58–62.
5. Feist W. *Passivhauser in Mitteleuropa*. – (Thesis). – Gesamthochschule. – Kassel. – Institut Wohnen und Umwelt. – Darmstadt. 1993.
6. Su-Ling Fan, Miroslaw J. Skibniewski, Tsung Wei Hung Effects of Building Information Modeling During Construction. – *Journal of Applied Science and Engineering*. 2014. Vol. 17. No. 2. P. 157–166.
7. Aram S., Eastman C., Sacks R. Requirements for BIM Platforms in the Concrete Reinforcement Supply Chain. *Automation in Construction*. 2013. Vol. 35. P. 117.
8. Songa S., Yanga J., Kimb N. Development of a BIM-based structural framework optimization and simulation system for building construction. *Computers in Industry*. 2012. Vol. 63. P. 895–912.
9. Barlish K., Sullivan K. How to measure the benefits of BIM – A case study approach. *Automation in Construction*. 2012. Vol. 24. P. 149–159.

10. Куреши З. Глобальный вызов развития инфраструктуры и роль «Группы двадцати» и БРИКС // *Вестник международных организаций*. 2017. Т. 12, № 2. С. 164-194.

11. Ivanova St. Generalized Criteria of Energy Performance Evaluation in Early Design Stages of Nearly Zero-Energy Building // *International Scientific and Practical Conference World Science*. 2016. Vol. 1. № 2(6). P. 22–28.

УДК 697.1

Гримитлин Александр Моисеевич,

д-р техн. наук, профессор
(АС «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»)

Денисихина Дарья Михайловна,

канд. физ.-мат. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: avoknw@avoknw.ru,

denisikhina.daria@mail.ru

Grimitlin Alexander Moiseevich,

Dr. of Tech. Sci., Professor
(Association «АВОК N-W»)

Denisikhina Daria Mikhailovna,

PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: avoknw@avoknw.ru,

denisikhina.daria@mail.ru;

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

ENERGY MODELING – A TOOL FOR IMPROVING BUILDING ENERGY EFFICIENCY

Энергетическое моделирование является современным подходом к анализу энергоэффективности зданий, применяемом во всем мире. При этом энергетическая модель здания является частью его информационной модели, органично выписываясь в весь процесс создания BIM-модели. Анализ годового энергопотребления здания при различных энергоэффективных мероприятиях позволяет сделать обоснованный выбор итогового комплекса мероприятий, которые должны быть применены на объекте. Это касается решений по ограждающим конструкциям, формы и ориентации здания, решений по системам ОВ и КВ, освещения и пр. Подходы энергетического моделирования изучаются студентами СПбГАСУ, используются ими при работе над магистерскими диссертациями.

Ключевые слова: энергетическое моделирование, BIM-Анализ, энергоэффективность, системы ОВ и КВ.

Energy modeling is a modern approach to the analysis of building energy efficiency. At the same time, building energy model is part of its information model. An analysis of the annual energy consumption of the future building with various energy efficiency measures makes it possible to choose right decisions regarding the final set of measures that should be applied at the building. This applies to solutions for enclosing structures, the shape and orientation of the building, HVAC systems decisions, lighting, etc. Energy modeling approaches are studied by students of SPbGASU, including working on master's theses.

Keywords: building energy modeling, BIM-Analysis, energy efficiency, HVAC systems.

Энергетическое моделирование здания (*Building energy modeling – BEM*) является составной частью информационной модели здания и входит в раздел «BIM-Анализ» (рис. 1).

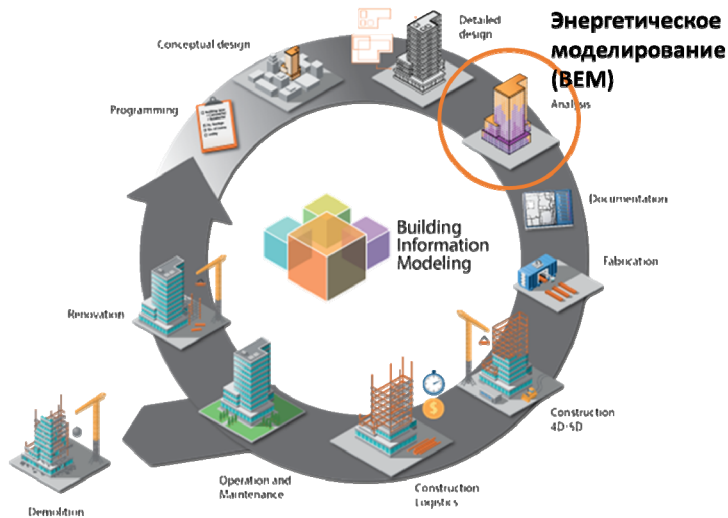


Рис. 1. Схема информационной модели здания

Ценность подхода энергетического моделирования зданий состоит в возможности «проиграть» реальную жизнь будущего здания в течение года с учетом сложной 3D геометрии здания, ограждающих конструкций, инженерных систем.

Одним из основных результатов BEM-моделирования является достоверная оценка будущего годового энергопотребления здания. Следовательно, меняя решения по архитектуре, ограждающим конструкциям, инженерным системам можно вести поиск наиболее эффективного комплекса мероприятий по повышению энергоэффективности конкретного объекта.

Методами энергетического моделирования можно решить следующие задачи для проектируемого здания:

- разработка и выбор мероприятий по повышению энергоэффективности здания;
- оценка окупаемости энергосберегающих мероприятий;
- выбор наиболее подходящего тарифа на энергоресурс;
- определение эксплуатационной стоимости (годовой стоимости энергоресурсов) здания.

Кроме того, использование современных методов энергетического моделирования позволяет оценить продолжительность времени, когда параметры воздуха в помещениях при принятых проектных решениях не будут поддерживаться в требуемом диапазоне значений. Подобную оценку можно провести как для среднестатистического года, так и для года с экстремально высокими летними температурами и экстремально низкими зимами.

Методы энергетического моделирования зданий позволяют получить точные значения теплопоступлений от солнечной радиации, в том числе для современных зданий со сложной архитектурной формой. Это возможно благодаря тому, что данный подход учитывает все нюансы, влияющие на значение теплопоступлений: ориентация здания, географическое расположение, затеняющие соседние здания и самозатенение, модель остекления (включая геометрию и коэффициент пропускания солнечной энергии), и что немаловажно – инерционность ограждающих конструкций.

Точные знания о величине таких нагрузок помогут с правильным подбором оборудования, не дадут заложить необоснованно большую мощность холодильных машин.

В энергетической модели здания задаются параметры запроектированных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха с подробными характеристиками всего оборудования и автоматики. Изменяя настройки систем, можно добиться дополнительной эффективности их работы.

В подходах энергетического моделирования используется погодный файл, содержащий почасовые метеорологические данные (в том числе температуру, влажность, облачность, скорость и направление ветра) типичного для данной местности года. Использование данного файла позволяет смоделировать работу всех систем в условиях, максимально приближенных к реальности.

Подходы энергетического моделирования широко используются в мире при проектировании общественных и жилых зданий [1–4]. В настоящее время существует большое число программных комплексов для выполнения энергетического моделирования. Во многие комплексы возможен импорт архитектуры здания, например, из REVIT. Идеология и уравнения, используемые в различных комплексах энергомоделирования, схожи, но программы могут различаться по удобству использования, глубине настройки параметров инженерных систем, количеством физических моделей.

Одна из широко известных в мире программ энергетического моделирования – IES Virtual Environment [5]. Данная программа обладает удобным пользовательским интерфейсом и широкими возможностями.

Пример результатов проведения энергетического моделирования для общественного здания (площадь около 100 тыс. м²) представлен в таблице. В таблице приведен эффект от внедрения различных энергоэффективных решений на годовое энергопотребление здания. Видно, что наибольший эффект дает управление производительностью вентиляторов по датчикам CO₂. Как показали исследования, данное мероприятие практически всегда дает большой эффект для общественных зданий с существенно изменяющимся количеством людей в здании в течение дня, месяца, года (театры, аэровокзалы, ж/д вокзалы, музеи и т. д.).

На рис. 2 представлено распределение нагрузки на системы холодоснабжения общественного здания в течение года. Анализ характера распре-

деления холодильной нагрузки позволяет правильно сконфигурировать холодильный центр (количество машин, их мощность) для эффективной работы систем холодоснабжения.

Эффект от энергоэффективных мероприятий

Название мероприятия	Эффект по энергопотреблению	
	Экономия за год, МВт·ч	Эф-ть, %
Фрикулинг на системе холодоснабжения доводчиков	214,6	0,74
Установка рекуператоров 80 %	8593,6	23,3
Установка стеклопакетов с низким пропусканием солнечной энергии $SHGC = 0,19 - 0,34$ (вместо 0,5)	103,2	0,36
Управление освещением в техн. коридорах и на лестницах по датчикам присутствия	114,3	0,40
Управление освещением по датчику освещенности в проходах к телетрапам, лестничным клеткам и в зонах общественного пользования	249,8	0,88
Управление производительностью вентиляторов по датчикам CO_2	5 585,3	17,1

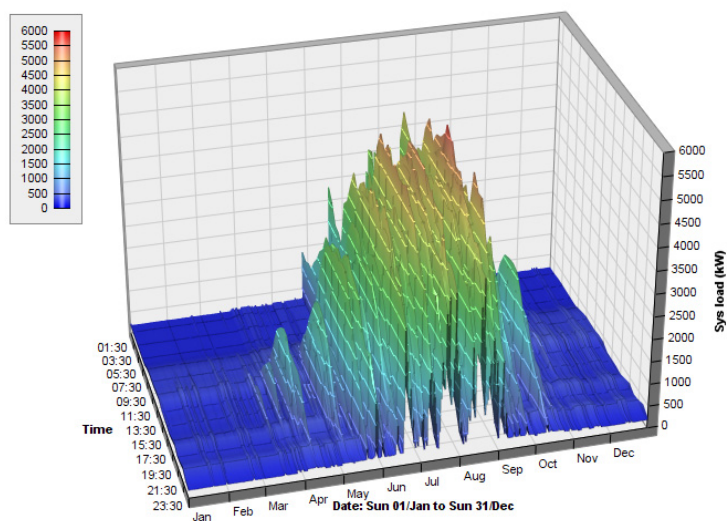


Рис. 2. Распределение нагрузки в течение года на системы холодоснабжения

Программа энергетического моделирования *IES Virtual Environment* используется в СПбГАСУ при обучении студентов, а также при работе студентов над магистерскими диссертациями, научной работе преподавателей.

Литература

1. Reinhart C.F., Cerezo Davila C. Urban building energy modeling – a review of a nascent field. *Building and Environment*. 2016. 97. P. 196–202.
2. Ahn K.U., Kim Y.J., Park C.S., Kim I., Lee K. BIM interface for full vs. semi-automated building energy simulation. *Energy and Buildings*. 2014. 68. P. 671-678.
3. ASHRAE/ANSI Standard 140-2011--Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2011.
4. Drury B.C., Linda K.L., Frederick C. et al. *EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation programs*. *Energy and Buildings*. 2001. 33(4). P. 319-331.
5. Integrated Environmental Solutions, Ltd. "VE 2017". www.iesve.com. Retrieved 2017-11-07. 2017.

УДК 330.34, 338.1, 332.1, 624

Бахарева Ольга Владимировна,
канд. экон. наук, доцент кафедры
муниципального менеджмента,
Кордончик Давид Михайлович,
канд. техн. наук, доцент, проректор
(Казанский государственный архитектурно-
строительный университет)
E-mail: OVBakhareva@mail.ru,
David@kgasu.ru

Bakhareva Olga Vladimirovna,
PhD of Sci.Ec., Associate professor,
Kordontchik David Mikhailovitch,
PhD of Sci. Techn., Associate Professor,
Vice-Rector,
(Kazan State University of Architecture
and Engineering)
E-mail: OVBakhareva@mail.ru,
David@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
ВМ-ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ
ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА**

**INVESTIGATION OF INTEGRATION PROCESSES OF BIM-INNOVATION
ENVIRONMENT IN THE REAL SECTOR OF THE REGIONAL ECONOMY**

Проблемы внедрения технологии информационного моделирования в строительной отрасли требуют новых подходов в управлении инновационным развитием региональной экономики. Синергетический эффект объединения усилий для анализа будущей деятельности ВМ-специалистов позволяет проанализировать потребность в компетенциях с учетом концепции жизненного цикла. Взаимодействие экспертов академических кругов, выпускников, региональных строительных и проектных фирм, компании-интегратора на примере Международного инженерингового центра, позволяет обобщить опыт внедрения новых ВМ-компетенций. В будущем рассмотренный опыт может быть полезен в архитектурных и инженерных вузах при подготовке специалистов для реального сектора экономики.

Ключевые слова: реальный сектор экономики, региональная экономика, ловушка среднего дохода, технология информационного моделирования, проблемы экономического механизма, жизненный цикл.

The problems of introducing information modeling technology in the construction industry require new approaches to managing the innovative development of the regional economy. The synergistic effect of pooling efforts to analyze future activities of BIM-specialists allows analyzing the need for competencies taking into account the concept of the life cycle. The interaction of experts from academic circles, graduates, regional construction and design firms, an integrator company on the example of the International Engineering Center, allows us to generalize the experience of implementing new BIM-competencies. In the future, this experience can be useful in architectural and engineering universities when training specialists for the real sector of the economy.

Key words: real sector of economy, regional economy, middle income trap, information modeling technology, problems of economic mechanism, life cycle.

Сложный комплекс проблем внутреннего и внешнего характера привел к замедлению темпов экономического роста в России. Пересмотр модели развития, изучение возможностей использования не только традиционных экстенсивных источников роста национальной экономики, опора на интенсивные факторы роста позволяет направить усилия на определение приоритетных направлений развития экономики, уточнение экономических методов и подходов к развитию реального сектора экономики с помощью инновационных технологий. Одним из направлений технологического развития в строительной отрасли является внедрение технологии информационного моделирования на протяжении жизненного цикла объекта и анализ издержек на каждой стадии инвестиционного проекта. Строительная отрасль вступает в фазу массового применения управленческих и технологических инноваций, что требует, как технического перевооружения отрасли (инвестиции в наращивание материального капитал), так и влияние изменений экономики знаний, включая наукоемкие услуги, изменения в подготовке, переподготовки кадров (развитие человеческого капитала). Устойчивое снижение производительности труда в строительстве связано с проблемами отрасли внутреннего и внешнего характера (рис. 1): снижение спроса из-за устойчивого снижения реальных доходов населения, рост издержек.

Россия сталкивается с проблемой «ловушки среднего дохода», попадание в которую означает неспособность переключиться от модели догоняющего развития к модели внедрения собственных инноваций, при догоняющем развитии экономика характеризуется внедрением чужих технологий, вклад в экономический рост страны вносят заимствованные разработки, а не собственные изобретения.⁴ Переход от модели догоняющего развития к мо-

⁴ Гуриев С. Без рынка нет инноваций // Электронное периодическое издание «Harvard Business Review Россия» («Гарвард Бизнес Ревью Россия»), 01.06.2017. - режим доступа URL: <http://hbr-russia.ru/innovatsii/upravlenie-innovatsiyami/a21051/> (дата обращения : 14.02.2018).

дели инновационного роста характеризуется изменением (заменой) институтов, которые часто неспособны решать новые задачи в обществе.

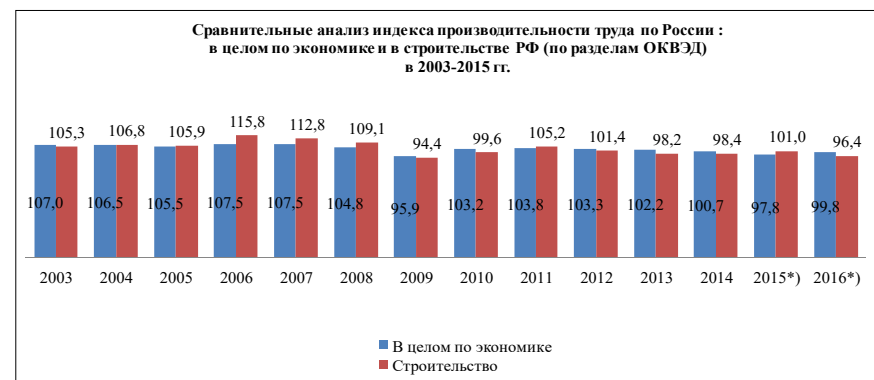


Рис. 1. Сравнительный анализ индекса производительности труда по России
Источник: Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ,
URL:http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/# (дата обращения: 26.02.2018)

Управление инновациями: технологический менеджмент

Меры повышения конкурентоспособности фирм в строительной отрасли могут быть как внутренне (снижение издержек производства), так и внешне (институциональные изменения в отрасли в результате перехода к технологии информационного моделирования и иным инновациям). В перспективе увеличение темпов экономического роста предприятия реального сектора экономики испытывают дефицит квалифицированных кадров на рынке труда в сфере технологии информационного моделирования, к ним следует отнести отсутствие: федерального образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки; компетенций специалистов по специальностям; новых специальностей в перечне профессий в РФ.

В концепции инженерного образования CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate) заложено освоение инженерной деятельности согласно модели Планировать – Проектировать – Производить – Применять системы, процессы, продукты на открытом рынке на основе проектного и проблемного обучения. Процесс разработки CDIO состоит в тесном взаимодействии академического сообщества с отраслевыми фирмами, которые совместно, на регулярной основе обсуждают необходимых компетенций бакалавров [1–3]. Технология информационного моделирования представляет собой совместное использование электронного макета здания/сооружения в процессе всего жизненного цикла объекта, над одним цифровым макетом работают все специалисты, следовательно, возникает необходимость обучения не только

профессиональным знаниям, навыкам и умениям в сфере деятельности специалиста, а также обучение командной работе всех участников проекта [4–6].

Развитие творческого подхода решения задач в коллективной работе над инвестиционным проектом, комплексное понимание профессиональной сферы деятельности каждого специалиста-смежника над одним проектом возникает в результате формирования новых компетенций в процессе работы на проекте: способность решать управленческие задачи с использованием информационно-коммуникационных технологий, способность принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп, организовывать работу малых коллективов исполнителей, способность анализировать рынок программно-технологических средств, информационных продуктов и услуг для создания и модификации информационных систем, способность адаптировать информационные технологии и зарубежный опыт для работы с отечественными стандартами [7]. Развитие современной системы высшего образования происходит под значительным влиянием новых технологий и во многом зависит от спроса работодателей на рынке труда. Рост рынка информационных технологий, внедрение интеллектуальных технологий и технологии информационного моделирования в строительной отрасли требует от технических университетов нового подхода к научно-исследовательским работам и созданию образовательных программ нового типа для подготовки инженерно-технических кадров [8]. Экспертами высшей школы процесс обучения студентов рассматривается как производство интеллектуальных продуктов, а не только как передача и тиражирование знаний студентам, современная практика управления образовательными программами университетов на основе партнерства научно-педагогических кадров и работодателей отрасли реализуется на основе инновационной инфраструктуры вуза [9]. Инжиниринговые центры позволяют решить задачи создания в вузе инфраструктуры для изобретений и инновационных технологий, их своевременного внедрения в учебный процесс с учетом потребностей рынка труда и создания предприятий для коммерциализации и получения экономического эффекта от внедрения изобретений. В российской практике есть успешные примеры создания инновационной инфраструктуры вуза, например, в Уральском федеральном университете, разработки механизмов коммерциализации изобретений, метода выращивания технологических менеджеров, взаимодействия с работодателями по поиску новых решений: анализу потребностей и требуемых компетенций сотрудников, созданию и разработке образовательных программ по запросам рынка [9].

Устойчивое экономическое развитие Республики Татарстан связано с использованием инноваций, основой которых являются высококвалифицированные и талантливые люди. В КГАСУ в декабре 2016 г. создан Международный инжиниринговый центр «SMART и BIM технологии в архитектуре, строительстве и ЖКХ» для организации совместной работы работода-

телей, студентов, выпускников по совершенствованию подготовки специалистов инженерных специальностей, совершенствования процесса обучения интеллектуальным технологиям и технологии информационного моделирования в вузе. Для успешного внедрения BIM-технологии в РТ на протяжении всего жизненного цикла объектов строительства, сокращения транзакционных издержек на каждом этапе жизни объекта, необходимо провести мероприятия по подготовке кадров в РТ, ПФО и обеспечить успешный старт использования новых национальных BIM-стандартов в отрасли республики. Центром проведен анализ использования BIM-технологии в международной практике и на предприятиях РФ, организованы семинары, мастер-классы с приглашением лучших экспертов-практиков строительного комплекса РФ, компания-партнер стала базовым предприятием для проведения научных исследований и подготовке магистрами диссертаций по тематике «BIM-технологии в строительстве». Региональная компания-девелопер совместно с ведущими специалистами инвестиционно-строительного комплекса выработала подходы к определению необходимых функций и компетенций, для новых BIM-специальностей. Совместная работа создает основу для интеграции фирм-работодателей, государственных образовательных учреждений для лучшего взаимопонимания и подготовки специалистов, востребованных на рынке труда. Центр организовал 3 учебных авторизованных центра разработчиков программного обеспечения, проведена сертификация преподавателей, получены международные сертификаты. В 2018 году начата разработка междисциплинарной модели обучения для моделирования взаимодействия смежников в инвестиционном процессе с применением технологии информационного моделирования (дипломное проектирование на реальном строящемся объекте в г. Казани).

Результаты и выводы

Интеграционные процессы на региональном рынке отражают необходимость выработки стандартов для нового сегмента BIM-рынка, а также учета особенностей региональных рынков. Авторами предложен подход по анализу и удовлетворению потребности работодателей на рынке труда в процессе внедрения технологических инноваций на основе совместного сотрудничества в форме Инжинирингового центра. Значимость полученных результатов для предприятий реального сектора экономики региона в возможности интеграции высокотехнологичных компаний и вузов по постановке задачи формализации целей обучения для предприятий разных профилей. В результате интеграции усилий региональных институтов в строительной отрасли появится качественное управление инвестиционными проектами, контроль и снижение издержек, совершенствование методов и подходов к прогнозированию дальнейшего развития фирм реального сектора экономики.

Литература

1. Crawley E., Malmqvist J., Östlund S., and Brodeur D. R. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. New York: Springer, 2007. P. 67-68.
2. Crawley E. and all. The CDIO Syllabus v 2.0. An Update Statement of Goals for Engineering Education: dig. of art. Proceeding of the 7th International CDIO Conference. Technical University of Denmark. Copenhagen. June, 20-23. 2011. 1136 p.
3. Malmqvist J., Hugo R., Kjellberg M. A survey of CDIO implementation globally – effects on educational quality: dig. of art. Proceedings of the 11th International CDIO Conference / Chengdu University of Information Technology. Chengdu. Sichuan. P.R. China, June 8-11. 2015.
4. Игнатова Е.В., Игнатов В.П. Анализ направлений исследований, основанных на концепции информационного моделирования строительных объектов // Вестник МГСУ. 2011. № 1-1. С. 325-330.
5. Бачурина С.С., Голосова Т.С. Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM-технологий // Вестник МГСУ. 2016. № 2. С. 126-134.
6. Волков А.А., Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Информационная поддержка жизненного цикла объектов строительства // Вестник МГСУ. 2012. № 11. С. 253-258.
7. Лежнина Ю. А., Хоменко Т. В. Разработка модуля «Информационное моделирование зданий» на основе компетентностного подхода // Известия Казанского архитектурно-строительного университета. 2017. № 2 (40). С. 322-330.
8. Бахарева О. В., Кордончик Д. М. Институты развития в инновационной структуре региона // Управление экономическими системами: электронный журнал. 2016. № 12(94). С. 21.
9. Зиниковский К. В., Савелёнок Е. А. Кейсы российских университетов. – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та. 2016. С. 28–29.

УДК 628.31

Федоров Святослав Викторович,
канд. техн. наук, доцент
Столбихин Юрий Вячеславович,
канд. техн. наук, доцент
Телятникова Анна Максимовна,
ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: svyatoslavfedorov@mail.ru,
stolbikhin@bk.ru, sik3000@list.ru

Fedorov Sviatoslav Viktorovich,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Stolbikhin Iurii Viacheslavovich,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Teliatnikova Anna Maksimovna,
Teaching assistant
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: svyatoslavfedorov@mail.ru,
stolbikhin@bk.ru, sik3000@list.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЕЙСТВ REVIT ПРИ СОЗДАНИИ РАСЧЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ МОДЕЛИ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

USAGE OF REVIT FAMILIES WHEN CREATING THE COMPUTATIONAL DOMAIN OF THE MODEL OF A SEWER NETWORK

В работе предлагается использование функциональных возможностей программы *Revit*, реализующей принцип *BIM (Building Information Modeling)* для создания внутреннего пространства канализационной сети с целью дальнейшего моделирования движения

сточных вод и увлекаемых потоков газо-воздушной среды. Такой подход обосновывается достаточно сложным строением канализационной сети, которое, как правило, характеризуется индивидуальными технологическими параметрами в различных населенных пунктах. Поэтому использование типовых семейств *Revit* для колодцев и участков позволяют существенно ускорить процесс конструирования модели исследуемой канализационной сети. В дальнейшем полученная твердотельная расчетная область экспортируется в пакеты конечно-элементного анализа для проведения модельных исследований.

Ключевые слова: канализационная сеть, математическое моделирование, *Building Information Modeling*, *Revit*, типовые семейства.

The study proposes the use of the functionality of the Revit program, implementing the principle of BIM (Building Information Modeling) to create an internal space of a sewer network for the purpose of further modeling of the movement of wastewater and entrained flows of gas-air environment. Such approach is proved by quite difficult composition of constructions of a sewer network which, as a rule, is characterized by individual technological parameters in various settlements. Therefore, the use of standard Revit families for wells and sites can significantly speed up the process of constructing of the model of studied sewerage network.

Hereinafter the resulting solid-state computational domain is exported to finite element analysis software for model studies.

Keywords: sewer network, mathematical modeling, *Building Information Modeling*, *Revit*, standard families.

В сети городской хозяйственно-бытовой, а также промышленной канализации каждый день поступают весьма значительные объемы сточной жидкости различной природы образования. Одним из явлений, свойственных для системы водоотведения, является образование токсичных газов, таких как метан, аммиак, сероводород, углекислый газ. Процесс газообразования оказывает значительное воздействие на безопасность человека, его здоровье и экологическую обстановку городских территорий [1–3].

Газовыделение и его интенсификация во многом зависит от конфигурации канализационной сети и ее конструктивных особенностей [4, 5]. Необходимо отметить, что сложившаяся к настоящему моменту система водоотведения включает в себя большое количество сетей и самых разнообразных по назначению и конструкции сооружений на них: канализационные насосные станции (рис. 1, а), камеры гашения напора (рис. 1, б), смотровые и поворотные колодцы (рис. 1, в), водосливы практического профиля (рис. 1, д), ступенчатые (рис. 1, з) и трубчатые (рис. 1, е) перепады.

Учитывая остроту сложившейся проблемы, возникает потребность в создании комплексной модели, позволяющей в дальнейшем производить расчет и анализ процесса образования токсичных газов в системе.

Для создания модели в программах конечно-элементного анализа (*CFX*, *Ansys*) требуется предварительно сконструировать расчетную область, которая представляет собой твердое тело, имитирующее внутреннее пространство канализационной сети.

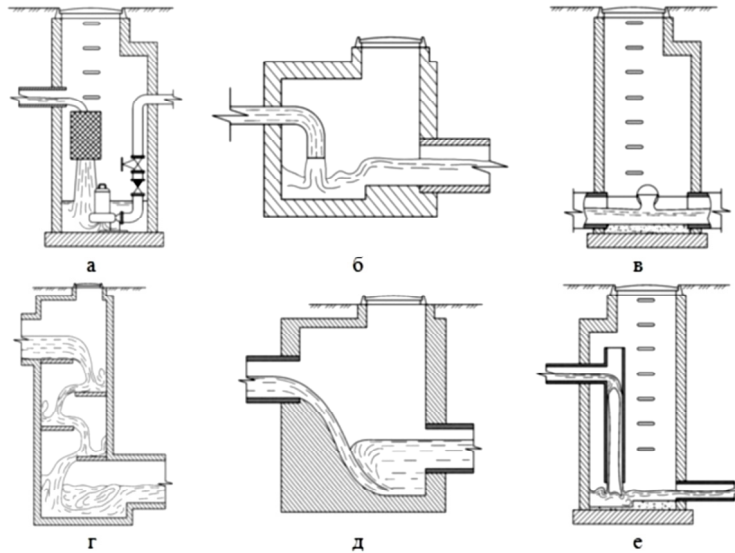


Рис. 1. Сооружения на канализационной сети

Сложность моделирования системы водоотведения заключается в ее вариативности, элементы сети, хотя и являются однотипными, имеют определенные структурные особенности (изменение отметки лотка, диаметра трубопровода, конфигураций подключений у колодцев). Учитывая специфику моделирования канализационной сети, весьма перспективным является использование программы Revit, реализующей принцип BIM (Building Information Modeling). Использование данного подхода позволит оптимизировать создание модели и упростить процесс изменения расчетных характеристик в ходе исследования.

Для сооружений на сети в Revit создаются типовые семейства. Примеры семейств смотрового (поворотного) колодца и колодца с трубчатым перепадом представлены на рис. 2 и 3 соответственно. Для каждого из этих семейств параметризованы основные технологические характеристики: внутренний диаметр колодца (D_k) и его высота (H_k), диаметры трубопроводов подключения (рис. 2, параметры d_1, d_2, d_3, d_4 ; рис. 3, параметры d_1, d_2), диаметр люка ($d_{\text{люк}}$), диаметр трубопровода-перепада (рис. 3, параметр $D_{\text{п}}$). Также предусмотрены настройки глубины заложения лотков технологических трубопроводов (рис. 2, параметры h_1, h_2, h_3, h_4 ; рис. 3, параметры h_1, h_2). Для семейства смотрового колодца также в плане задается параметр угла подключения подсоединяемого трубопровода. Необходимо отметить, что стенки трубопроводов и водонепроницаемых поверхностей внутри колодцев моделируются в виде пустых областей.

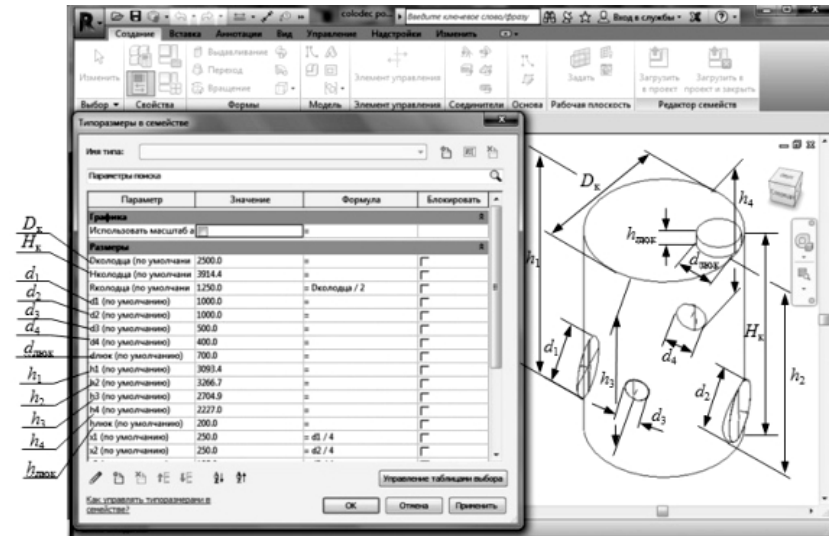


Рис. 2. Семейство смотрового или поворотного колодца

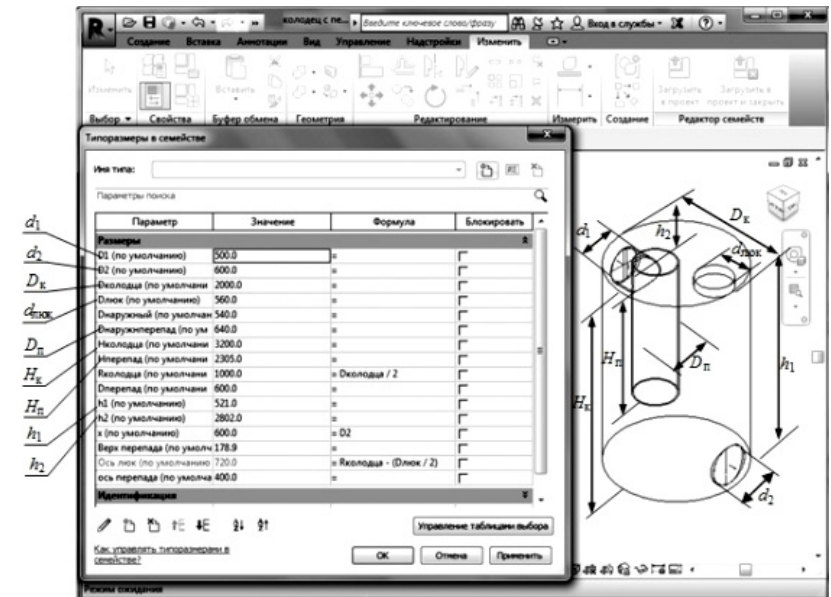


Рис. 3. Семейство трубчатого перепада

Для создания трубопроводов могут быть использованы системные семейства программы *Revit*, однако практический опыт показал, что для решения подобной задачи лучше создавать отдельные типовые семейства, позволяющие не предусматривать на сооружениях сети, к которым подключаются трубопроводы, специальных соединителей. При создании типовых семейств участка сети (рис. 4) также параметризуются основные технологические характеристики, такие как: длина трубы (L), ее диаметр (D), отметки лотка трубы в начале (h_1) и конце участка (h_2).

В процессе сборки целостной модели канализационной сети, поверхности люков колодцев привязываются к опорному уровню семейства, от которого вниз откладывается глубина колодца, что позволяет быстро ориентировать новый колодец по вертикальной отметке. Затем устанавливаются глубины и углы подключаемых патрубков. Отметим, что одной из важнейших задач при сборке сети является обеспечение точного совпадения плоскости патрубка колодца и конца трубы. В противном случае могут образоваться пустые области или пересечения плоскостей, создающие дополнительные грани, и впоследствии вызывающие проблемы при генерации расчетной сетки.

После окончания моделирования участка системы водоотведения в программе *Revit*, модель экспортируется в программу конечно-элементного анализа *ANSYS*, где в дальнейшем выполняется генерация сетки, задаются необходимые граничные и начальные условия и выполняются все необходимые модельные расчеты, позволяющие, в конечном счете, определить поле концентраций токсичных газов в подводящем пространстве сооружений.

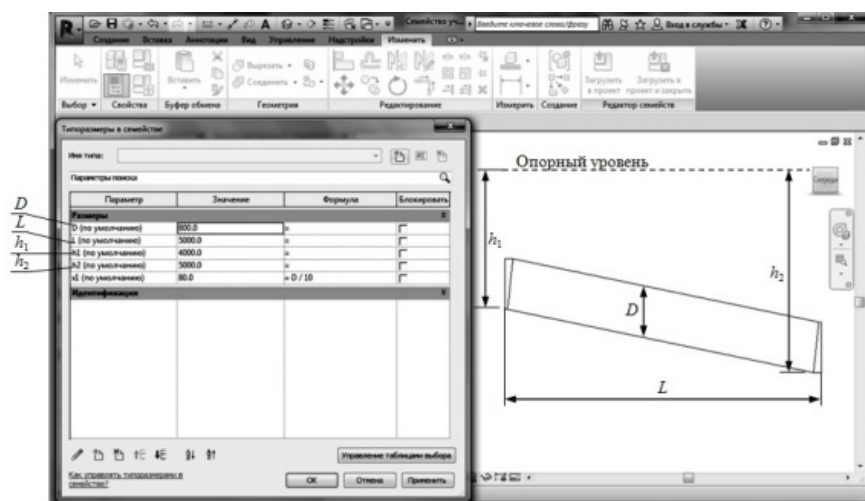


Рис. 4. Семейство участка трубопровода

Использование программы *Revit* для подобных исследований позволяет в значительной степени ускорить процесс создания графической модели внутреннего пространства канализационной сети, сделать ее более гибкой и универсальной за счет типизации основных параметров, а также обеспечить беспрепятственный экспорт модели в другие программы для дальнейшего расчета и анализа различных процессов.

Литература

1. Фомичев В.Т., Чурикова В.И. Сероводород как фактор экологической опасности городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 44(63). Ч.2. С. 80–83.
2. Бойко С.В., Ярошенко А.А., Лебедева Е.С., Юрченко В.А. Экологически опасные газообразные соединения в канализационных сетях г. Харькова // Международные конференции: Безопасность жизни у современных умов. НТУ "ХПИ". 2014. С. 160–162.
3. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2015 году» / под ред. А.О. Кульбачевского. М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2016. 269 с.
4. Лейбович Л.И., Пацурковский П.А. Моделирование динамики поступления сероводорода в окружающую среду при работе насосов канализационных насосных станций // Вестник ХНАДУ. 2016. № 72. С. 176–181.
5. Дублер канализационного коллектора в районе площади Мужества: научнотехнический отчет / ООО «ПИ «Инженерные Экосистемы»: рук. В. М. Васильев; отв. исполн. Ф. В. Васильев [и др.]. СПб., 2011. 188 с.

УДК 658.5

Кришталевиц Алексей Константинович,
ГИП
Жданов Кирилл Александрович,
инженер-практикант
(Pöyry Finland Oy)
E-mail: alexey.krishtalevich@poyry.com,
kirill.zhdanov@poyry.com

Krishtalevich Alexey Konstantinovich,
project manager
Zhdanov Kirill Aleksandrovich,
structural designer trainee
(Pöyry Finland Oy)
E-mail: alexey.krishtalevich@poyry.com,
kirill.zhdanov@poyry.com

ВМ-ТЕХНОЛОГИИ В ФИНЛЯНДИИ. TEKLA STRUCTURES КАК ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ВМ TECHNOLOGIES IN FINLAND. TEKLA STRUCTURES AS A MAIN TOOL IN STRUCTURAL DESIGN

Рассмотрены проблемы применения ВМ-технологий в Финляндии. Сделан обзор использования ВМ-технологий на каждом этапе строительства и проектирования. Представлены основные задачи ВМ-менеджера и инженера строительной площадки при использовании ВМ-технологий. Описана программа *Tekla Structures* как основной инструмент проектирования строительных конструкций в Финляндии. Рассмотрены проблемы Российской среды программы *Tekla Structures* и трудности внедрения в российское про-

ектирование. Представлены преимущества использования программа Tekla Structures. Сделан обзор использования референс-моделей и форматов файлов экспорта и импорта файлов при 3D моделировании. Приведено краткое обозрение трудностей, связанных с внедрением российских стандартов в *BIM*. Поведены итоги возможности использования *Tekla Structures* в России.

Ключевые слова: BIM, Финляндия, Tekla Structures, технология проектирования, BIM-менеджер, инженер.

The problems of using BIM technologies in Finland are considered. The process of applying BIM in construction and design stages of the project is explained. Main tasks of BIM-manager and Senior construction manager according to BIM are briefly viewed. Tekla Structures as a common tool in structural design in Finland is presented. Moreover, the problems related to the Russian Tekla environment and integration of Tekla in Russia are depicted. The advantages of using Tekla are passed in review. The issues, regarding the use of reference models, formats of exported and imported files are surveyed. Russian standards in BIM use are overviewed. The conclusions of using Tekla Structures in Russia are summed up.

Keywords: BIM, Finland, Tekla Structures, structural design, BIM-manager, engineer.

BIM [1] (*Building Information Modeling* – в переводе с английского, информационное моделирование здания) применяется при проектировании и строительстве сооружений в Финляндии уже довольно давно. Приблизительно 15 лет назад, он вышел из стадии зарождения, и сейчас повсеместно используется многими компаниями и инженерами страны. Финны не пытаются искать в *BIM* научной основы и не рассматривают *BIM* как инновацию. Ровно так же, как приблизительно 20 лет назад, проектирование переместилось из бумаги на экран монитора, посредством *BIM* оно переносится из 2D мира в 3D – логически, вместе с появлением соответствующих инструментов и цифровых технологий.

BIM не ограничивается только информационным моделированием сооружения. Технология включает в себя много составляющих, таких как: создание и внедрение программного обеспечения в компаниях, в том числе маркетинг, обучение моделированию и работе в программах, моделирование частей здания для различных направлений, обмен информационными моделями, создание объединенной модели и другое. Речь идет о цифровых моделях, не имеющих ничего общего с физическими макетами зданий. При этом, архитектурная визуализация строительного объекта не является основной задачей *BIM*. Основная задача *BIM* – получение полной (конечной) информационной модели здания и чертежей (из модели). *BIM* применяется (должен применяться) на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта, но, в основном, на стадии проектирования и строительства.

При проектировании информационное моделирование используется, в том числе, и на ранних, предпроектных стадиях, с целью облегчения сметной оценки стоимости здания или сооружения. Информационная модель существенно облегчает разработку основных решений и их согласования. Конечный продукт стадии проектирования – полная информационная мо-

дель конструкции или части конструкции и её чертеж. Для каждой дисциплины используются свои инструменты и программное обеспечение. За много лет накопилась обширная библиотека пользовательских компонентов (узлов, готовых решений, частей).

На стадии создания и, позднее, ведения проекта, очень важную роль играет *BIM*-менеджер [2]. Это специалист, который сам непосредственно не вовлечен в проектную работу и не занимается проектированием. Несмотря на это, *BIM*-менеджер должен иметь соответствующее дисциплине образование и долгий опыт работы с использованием соответствующего программного обеспечения. Этот специалист, лучше всех знает систему моделирования и способен оперативно дать инструкции проектировщикам по работе в программе. *BIM*-менеджер также участвует в совещаниях на строительной площадке, нацеленных на решение проектных проблем. Помимо этого, *BIM*-менеджер отвечает за покупку и установку программ, лицензий, сервисов (в том числе облачных) и т. д. Трудовой процесс специалиста сопровождается ежедневным стрессом, связанным с бесконечным потоком вопросов от пользователей, сложностью программного обеспечения и сбоями в сети. Основные задачи *BIM*-менеджера в процентах от времени полной занятости:

- 50 % – инструктаж и обучение пользователей программам, помощь;
- 5 % – маркетинг, связанный с покупкой программного обеспечения и лицензий;
- 25 % – развитие и модернизация систем внутри компании;
- 20 % – проектная работа, старт и координация модели.

Стадии строительства и проектирования, как правило, накладываются с временным разрывом 6-10 недель. На практике это означает, что чертеж сборного элемента должен поступить в базу данных домостроительного комбината приблизительно за 8 недель до его установки. Столь малый временной разрыв между жизненными циклами здания объясняет необходимость регулярного обзора всех информационных модулей, согласования решений, поиск коллизий. Стоит отметить, что нахождение нестыковок (коллизий), с помощью модели, существенно облегчает и удешевляет стадию строительства. Нахождение коллизий является одной из задач *BIM*. Наличие нестыковок при проектировании зданий не является показателем некомпетентности проектировщиков, а наоборот, информационная модель является хорошим передовым инструментом в поиске коллизий и эффективное использование этого инструмента является признаком компетентности.

Сама информационная модель не используется непосредственно на строительной площадке. Строители работают по чертежам. Тем не менее, инженеры строительной площадки имеют постоянный доступ к актуальной модели. Модель на стадии строительства используется в случаях недостаточной информации на чертеже, разъяснений, решения спорных ситуаций.

Строитель всегда имеет возможность обратиться к инженеру строительной площадки и проверить модель для любой части здания. Практика показала, что использование ноутбуков и планшетов строителями неэффективно. Инженер строительной площадки должен уверенно владеть соответствующим программным обеспечением. Если самостоятельное изучение модели на месте не разрешило возникшие трудности, то инженер строительной площадки оперативно связывается с проектировщиком.

Как упоминалось ранее, BIM-технологии используются в проектировании довольно давно. Речь идет не о плоскостном черчении в *AutoCad* [3], а именно об объемном моделировании в виртуальном трехмерном пространстве, где у каждого объекта, так называемого «симулятора будущего сооружения», имеется множество различных атрибутов. Эти атрибуты будут меняться и сопровождать объект модели на протяжении её жизненного цикла. Атрибутами могут являться, к примеру, тип материала и его объем, спецификации от производителя, класс и условия эксплуатации, координаты местоположения и даже имя специалиста, поместившего объект в модель. Все это и является основой технологии BIM, взявшей первенство на мировом рынке компьютерного проектирования.

Данный вид проектирования позволяет создавать сооружения с очень высокой точностью, качеством и минимальным шансом возможных ошибок. Для совершения подобного существует программа *Tekla Structures* [4], созданная в Финляндии компанией *Tekla corp.* (сейчас принадлежит американской *Trimble Inc.* [5]) и получившей признание проектирующих и строительных компаний по всему миру. Именно о ней и пойдет речь.

Tekla является программой семейства BIM, позволяющей моделировать объекты (объекты – отдельные части конструкции или сооружения, такие как балка, колонна, стена и т. д.) посредством использования простых и сложных геометрических форм как в трехмерном виртуальном пространстве, так и в двумерном. Система поддерживает множество форматов импортируемых файлов, например, универсальные *.ifc*, *.dwg*, *.xml*, *.skp*. Это огромное преимущество, открывающее возможность внедрения в основную модель дополнительных, так называемых референс моделей (*reference model* – в переводе с английского, справочная модель) [6] различных дисциплин, вовлеченных в проект и использующих другие программы моделирования. К примеру, работая в основной (конструкционной) модели, специалист может увидеть объекты дополнительных систем, таких как элементы водоснабжения, электрики, монтируемого оборудования, производственных линий и т. д. Это позволяет оценить возможные нестыковки с элементами конструкций и произвести корректировку.

Обладая *Open API* [7], открытым интерфейсом программирования, проектировщик может развивать и модифицировать программу, интегрируя в неё новые инструменты и функции (плагины) или улучшая имеющиеся. Благодаря возможности «доводки» *Tekla* пользуется большим спросом сре-

ди международных проектных компаний. Например, в нашей компании (*Pöyry Plc.*) [8], в темплетах (шаблонах) чертежей установлены фирменные обозначения, рамки, штампы, а в интерфейс системы интегрированы дополнительные подпрограммы, добавляющие функционал моделирования.

Tekla работает по принципу «живой модели»: когда в объемной модели происходят изменения того или иного элемента, они моментально происходят и на чертежах, привязанных к нему. Это существенно облегчает процесс обновления конструкций. Если, к примеру, архитекторы добавляют новый дверной проем в стене, не нужно ждать от них чертежа, чтобы затем сравнить его с конструкционным чертежом, внести изменения и выпустить ревизию, как это было раньше. Стоит лишь вырезать отверстие в модели, и оно тут же оказывается на чертеже. Все, что осталось – поставить отметку о произведенной ревизии.

Поговорим о создании самих чертежей. Все объекты модели, содержащиеся в чертеже, строятся программой из самой модели, то есть из 3D. Таким образом, если вы имеете на чертеже план конструкции (вид сверху) и хотите создать детали или секции, вы задаете окно с направлением вида для необходимых элементов, и программа сама строит разрез или деталь этих элементов относительно заданных параметров: масштаб, цвет и толщина линий, глубина вида, отражаемые объекты, и т. д. Стоит отметить, что дополнительная информация, такая как аннотации, маркировки, названия, размеры, сопутствующие данные, может задаваться как вручную, так и автоматически. Списки армирования и материалов создаются и обновляются автоматически.

На этом функциональность программы не заканчивается. В последней версии *Tekla Structures* 2017-го года реализована возможность анализа нагрузок. Что же делает *Tekla* особенной программой? Наряду с *Autodesk Revit* [9], *Tekla* имеет некоего рода оболочку или среду [10] (от английского «*environment*»), которая определяет все основные параметры работы программы. Во-первых, среда задает язык работы программы, поэтому среды и существуют конкретно для работы в определенной стране. Во-вторых, среда определяет, по каким стандартам будет создаваться вся проектная документация проекта (темплеты чертежей, рамки, таблицы, виды размерных линий, штампы, шрифты, обозначения и т. д.). Также среда содержит в себе цифровую библиотеку компонентов и элементов конструкций от местных производителей. Она может включать множество различных каталогов, определенных изготовителем и использующихся для облегчения процесса моделирования. Вся информация и параметры, которые содержит среда, полностью настраиваемы и могут быть дополнены и отредактированы для любых условий выполнения проекта, страны или компании проектировщика.

Несмотря на свою многогранность и спектр использования, у *Tekla*, как и у любой программы, имеются и минусы:

– требование высокоскоростного интернет – соединения (особенно при работе с большим количеством референс моделей или использованием облачных сервисов);

- необходимость большой вычислительной мощности;
- высокая стоимость лицензии;
- необходимость обучения для работы в программе.

В целом, *Tekla Structures* как основной инструмент именно конструкторского проектирования во много раз улучшает качество и точность конечного проекта, что позволяет существенно сэкономить на стадии строительства и эксплуатации. Своевременное устранение неточностей и моментальное получение актуализированных данных, в совокупности с огромным функционалом программы, делают её незаменимым инструментом конструкторов и инженеров, позволяющим сократить время и средства, потраченные на проект в целом.

Почему же *Tekla* пока не получила признания в России? Мы считаем, что это связано, в первую очередь, с тем, что, как и сама программа, так и её применение, требует больших затрат времени и ресурсов. Одна только лицензия на использование программы одним специалистом стоит более миллиона рублей. Со слов Юрия Жукова, заведующего лабораторией автоматизации исследований и проектирования сооружений «НИЦ Строительство»: «У нас действительно все пока ограничивается в лучшем случае применением BIM-моделирования в архитектуре и конструировании. Главная «закавыка» здесь, думаю, в том, что эти технологии пока достаточно затратные. Ведь чтобы применять информационное моделирование, проектная организация должна закупить достаточно много соответствующих программ, приобрести более мощные компьютеры, причем не только для архитекторов, но и для рядовых специалистов. Между тем сегодня в крупном, казалось бы, проектом бюро такими программами порой владеют человек пять-семь, не больше. То есть затраты велики. А эффект наступает далеко не сразу. Он как бы «отложен» и появляется тогда, когда охвачен весь жизненный цикл здания» [11].

Однако, несмотря на колоссальную стоимость, в Финляндии, *Tekla Structures* пользуются 85% инженеров (согласно данным *Finnish BIM Survey 2013*) [12]. Второй, немало важный аспект – отсутствие нормативной базы. Чтобы применять программу в России, вся проектная документация, созданная в *Tekla*, должна соответствовать стандартам конструкторской документации ГОСТ (ЕСКД) [13]. Как упоминалось ранее, за оформление документации отвечает системная среда. Проблема заключается в том, что большинство российских стандартов создавались для работы в *CAD* – программах и интегрировать их в *BIM* довольно сложно. Мы думаем, что решение именно этой проблемы и должно стать следующим шагом на пути развития как *BIM*-технологий, так и внедрения *Tekla Structures* в России [14-15].

Также, элементарное отсутствие цифровых библиотек и каталогов российских производителей для системы *Tekla* серьезно ослабляет процесс проектирования.

Подводя итоги, мы хотим подчеркнуть, что хоть российская среда для работы в *Tekla* и не является полноценной, уже сейчас можно использовать эту программу и все базовые задачи проектирования будут выполнены. Программа является превосходным инструментом проектирования и, поскольку ближайшее будущее за *BIM*-технологиями, внедрение *Tekla* может стать отличным этапом развития конструкторского информационного моделирования в России.

Литература

1. What is BIM? Article. URL: <https://www.aconex.com/what-is-BIM> (дата обращения: 02.03.2018).
2. What is a BIM Manager and what do they do? Article. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-a-bim-manager-and-what-do-they-do> (дата обращения: 02.03.2018).
3. AutoCad. About the program. URL: <https://www.autodesk.com> (дата обращения: 02.03.2018).
4. Tekla Structures BIM software. URL: <https://www/Tekla/com/products/Tekla-structures> (дата обращения: 02.03.2018).
5. Trimble Inc. URL: <https://www.trimble.com> (дата обращения: 02.03.2018).
6. Understanding Reference models and Reference architectures. SATURN 2014. Software architecture conference. URL: <https://www.aprocessgroup.com> (дата обращения: 02.03.2018).
7. Tekla Open API. Cad support. URL: <https://www.tekla.com/openAPI> (дата обращения: 02.03.2018).
8. Poyry Plc. URL: <https://www.poyry.com> (дата обращения: 02.03.2018).
9. Autodesk Revit. Программное обеспечение Revit для информационного моделирования зданий. URL: <https://www.autodesk.ru/products/revit-family/overview> (дата обращения: 02.03.2018).
10. Tekla Structures. User Assistance page. Environments. URL: https://teklastructures.su/pport.tekla.com/190/en/gen_environments (дата обращения: 02.03.2018).
11. Жуков Ю. Почему Минстрой предпочел BIM-технологии. Строительство.ru. Всероссийский отраслевой интернет-журнал. URL: <http://rcmm.ru/tehnika-i-tehnologii/22401-pochemu-minstroy-predpochel-bim-tehnologii.html> (дата обращения: 02.03.2018).
12. Finnish BIM Survey 2013. URL: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus_ja_kehittamistoimita/6JKJM353s/BIM_Survey_Finland_Tulokset.pdf (дата обращения: 02.03.2018).
13. ГОСТ 2.001.2013. ЕСКД. Общие положения. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.
14. Соловьева Е.В., Сельвиан М.А. Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования (BIM) в строительных организациях // Научные труды КубГТУ. 2016. № 11. С. 110-119.
15. Шурин А.О., Шатрова С.А., Максимцев Д.С., Ануфриев Н.В. BIM-технологии в России // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». 2018. № 1.

УДК 721.01

Жук Юрий Николаевич,
канд. техн. наук, заведующий лабораторией,
заместитель директора ООО «ЕВРОСОФТ»
Панасенко Юрий Вячеславович,
инженер, руководитель группы
(ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
АО «НИИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО»)
E-mail: shuk@eurosoft.ru,
panyuriy@eurosoft.ru

Zhuk Yuri Nikolaevich,
PhD of Tech. Sci., head of laboratory,
deputy Director EUROSOFT
Panasenko Yuri Vyacheslavovich,
Eng., group leader
(TSNIISK named after V.A. Kucherenko
«NITS «Stroitel'stvo»)
E-mail: shuk@eurosoft.ru,
panyuriy@eurosoft.ru

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ
ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (BIM)**

**THE DESIGN OF BUILDINGS AND STRUCTURES WITH THE USE OF
SOFTWARE PLATFORMS FOR INFORMATION MODELING (BIM)**

По заданию Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Лаборатория автоматизации исследований и проектирования сооружений (ЛАИПС) Центрального научно-исследовательского института строительных конструкций (ЦНИИСК) им. В.А. Кучеренко АО «Научно-исследовательский центр «СТРОИТЕЛЬСТВО» подготовила ряд гостов России и Сводов правил по тематике информационного моделирования в строительстве. В докладе рассмотрена проблема обмена данными между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в различных программных комплексах. Приведены различные варианты формирования позиционной модели в российском программном комплексе STARK ES.

On behalf of the Ministry of construction and housing and communal services of the Russian Federation Laboratory of automation of research and design of structures (LAIPS) of the Central research Institute of building structures (TSNIISK) named after V. A. Kucherenko, JSC "research center" STROITELSTVO " prepared a number of state standards of Russia and Codes of practice on the subject of information modeling in construction. The report deals with the data exchange problem between building information model (BIM) and model used in the different software. There are given different variants of analytical model formation in Russian software STARK ES.

Технология информационного моделирования основана на единой модели, с которой работают специалисты всех профилей, от архитектора до сметчика, строителя и эксплуатационника. Например, если проектировщик внес какие-то изменения, об этом немедленно узнают все участники проектирования строительного объекта, включая того, кто рассчитывает строительную смету, и вносят свои коррективы. В BIM-модели легко можно понять, какая марка бетона использована для изготовления той или иной колонны или балки, каково она типоразмера, и даже на каком предприятии изготовлена. В результате в одном месте хранится вся информация о здании. На объемной модели наглядно видно, какие ошибки и неточности были до-

пущены, эти неточности можно намного быстрее устранить, и, таким образом, процесс проектирования значительно ускоряется.

BIM-технологии можно использовать не только на этапе проектирования, но и строительства и даже эксплуатации. Технология эффективно работает не только на архитектурно-планировочной стадии, но и на всех последующих, т.е. в течении всего жизненного цикла строительного объекта. Данные технологии позволяют экономить. Ведь они абсолютно прозрачны. Эффект от применения таких технологий в Российской строительной отрасли будет заключаться в первую очередь в более обоснованной стоимости строительства. Любое изменение в проекте будет отражаться в смете. И тогда чрезвычайно сложно станет зависить затраты на возведение объекта: это сразу же покажет модель.

В гражданском строительстве России применение информационного моделирования во многих случаях пока ограничивается архитектурой и конструированием. Имеются случаи, когда BIM применялось для последующей эксплуатации инженерных сетей – в частности, на спортивных объектах Большого Сочи. Но все же это пока лишь отдельные примеры. Технологии пока достаточно затратные, а эффект наступает далеко не сразу и появляется тогда, когда охвачен весь жизненный цикл здания.

Лаборатория автоматизации исследований и проектирования сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко в настоящее время занимается разработкой нормативно-технической базы информационного моделирования (BIM), в том числе:

- правил обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах;
- правил описания компонентов информационной модели;
- правил формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.

Обмен данными между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах, является важной проблемой проектирования зданий и сооружений. К сожалению, большинство применяемых в России BIM-платформ являются дорогостоящими зарубежными разработками: Autodesk Revit, Nemetchek Allplan, Tekla Structures, Graphisoft ArchiCAD и др. Для России актуальна проблема разработки отечественного программного обеспечения для строительной отрасли, среди выполняемых российских разработок BIM-платформ – Renga Architecture. При этом использование для передачи данных IFC-формата не всегда позволяет добиться хорошего качества связи BIM-платформы и расчетного комплекса. Зачастую разработчики программных средств создают технологии непосредственного обмена между форматами применяемых продуктов. То есть в расчетный комплекс передается аналитическая модель здания, дорабатывается там, после чего генерируется конечно-элементная сетка и вы-

полняются все необходимые расчетные обоснования. На рис. 1 и 2 показаны различные варианты формирования позиционной модели российского программного комплекса STARK ES для выполнения последующих расчетов конструкций (в том числе на сейсмические воздействия) путем передачи данных из информационной модели.

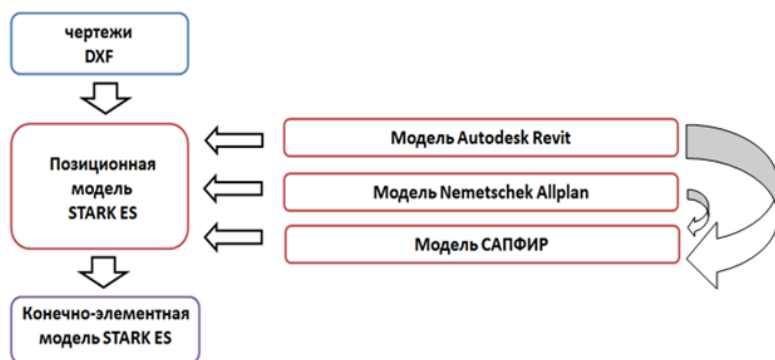


Рис. 1. Варианты передачи данных из информационных моделей

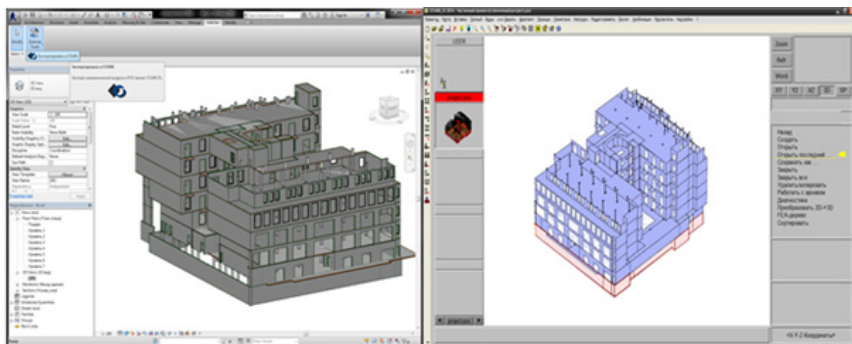


Рис. 2. Формирование позиционной модели ПК STARK ES

В настоящее время внедрение BIM-технологий в строительной отрасли является одной из наиболее приоритетных задач, решаемых в Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. По заданию Минстроя России ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО» подготовил ряд Сводов правил [1–3] и ГОСТов Р [4–6] по тематике информационного моделирования в строительстве. К 2019 г. все строительные объекты, в финансировании которых задействованы бюджетные средства, должны быть полностью выполнены

с применением BIM-моделирования, что позволит получить экономический эффект на протяжении всего жизненного цикла сооружений. Разработка нормативной базы информационного моделирования должна быть продолжена в дальнейшем с увязкой стандартов между собой и с общей нормативно-технической базой строительной отрасли.

Литература

1. СВОД ПРАВИЛ: «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах», 2016 г.
2. СВОД ПРАВИЛ: «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», 2016 г.
3. СВОД ПРАВИЛ: «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели», 2016 г.
4. ГОСТ Р ИСО «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Методология и формат» (ISO 29481-1:2010), 2016 г.
5. ГОСТ Р ИСО «Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов» (ISO 16354:2013), 2016 г.
6. ГОСТ Р «Информационное моделирование в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершено строительства», 2016 г.

УДК 624.21/8

Квитко Александр Владимирович,
канд. техн. наук, доцент
Козак Николай Викторович,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru,
kozak.nickolay@gmail.com

Kvitko Aleksandr Vladimirovich,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Kozak Nikolai Viktorovich,
student
(Saint Petersburg State University of Archi-
tecture and Civil Engineering)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru,
kozak.nickolay@gmail.com

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИСКУССТВЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

INFORMATION TECHNOLOGIES IN MODERN CONSTRUCTION OF ARTIFICIAL TRANSPORT STRUCTURES

В настоящее время в инженерно-строительной сфере все большее и большее применение находят различные информационные технологии. Помимо использования относительно давно известных систем автоматизированного проектирования (САПР) и расчетных комплексов, на сегодняшний день значительное внимание уделяется активно развивающемуся информационному моделированию сооружений (BIM). Если в области гражданского строительства использование BIM стало достаточно распространенным явлением, то в области строительства искусственных транспортных сооружений, процесс

внедрения данных технологий идет с некоторым отставанием. В данной работе будет проведено сравнение областей применения технологии информационного моделирования в гражданском строительстве и в мостостроении, а также произведен обзор специфических областей проектирования мостовых сооружений, в которых применение информационных моделей дало бы значительный положительный эффект.

Ключевые слова: искусственное транспортное сооружение, мост, информационные технологии, информационная модель, САПР, BIM.

When designing any structures today, various information technologies are often used. In addition to using CAD systems and software for structural analysis, today we actively use information structure modeling (also called BIM). However, in the construction of artificial transport structures the BIM introduction is delayed in compared with construction of buildings, where this technology is now used quite often. In this article, we will compare applications of information technologies in the construction of buildings and construction of bridges. In addition, we will review the special areas of bridge design where it would be very useful to use information technology.

Keywords: artificial transport structure, bridge, information technologies, information model, CAD, BIM.

Искусственные сооружения транспортной инфраструктуры, а именно мосты, виадуки, путепроводы и эстакады, занимают обособленное место в системе строительства объектов. Это обусловлено значительным разнообразием конструктивных элементов таких сооружений, определенной сложностью проведения необходимых расчетов при их проектировании и постоянно увеличивающихся нагрузок от транспортных потоков, разнообразием применяемых форм конструктивных элементов, расчетных систем возводимых объектов и их технологической сложностью, по сравнению с объектами промышленного и гражданского строительства.

В последние годы в процесс проектирования объектов активно внедряются различные программы, электронные системы и информационные технологии.

Поэтому, будет весьма полезным и интересным проведение сравнения процессов развития и применения информационных технологий в проектировании и строительстве искусственных сооружений транспортной инфраструктуры и промышленных и гражданских зданий.

Поднимая вопрос информационных технологии, в первую очередь необходимо уточнить термины и понятия. Важно определить, что понимается под общепринятым термином САПР. В настоящее время данную аббревиатуру используют для обозначения систем **автоматизированного** проектирования, т. е. систем, которые позволяют инженерам применять автоматизацию оформления документации, производить математическое моделирование проектируемых конструкций и т. п. В комплексе с САПР также рассматривается BIM-технологии, или технологии информационного моделирования зданий и сооружений. Во многом являясь продуктом и областью САПР, информационная модель сооружения, тем не менее, выходит за границы рамок проектирования и строительства, подразумевая свое использование на всех стадиях жизненного цикла проекта.

Рассматривая историческое развитие информационных технологий в мостостроении, важно отметить тот факт, что были разработаны и системы **автоматического** проектирования сооружений, т. е. такие системы, которые сводили к минимуму участие инженера в процессе проектирования. Данные системы были разработаны для использования в области быстровозводимых мостов в военной сфере. Примером может служить САПР-ВМ, программа, позволяющая на основе исходных данных и типовых проектных решений проектировать различные варианты мостовых переходов, наводимых с целью восстановления прерванного движения через водную преграду. Разработке подобных систем способствовали высокая унификация компонентов сооружения, а также простота геометрических параметров. В гражданском мостостроении ввиду большой вариативности схем и конструкций данная технология своего полного развития пока не получила. В настоящее время существуют специальные программы (*Autodesk Infracore* и др.) и программные надстройки (*Bridge Structure for Autodesk Revit* и др.), позволяющие получить в первом приближении эскизную информационную модель предполагаемого сооружения по входящим параметрам (геометрическая ось сооружения, габарит проезжей части, проектные нагрузки, характер пересекаемого препятствия), но, в любом случае, полученная модель предполагается к дальнейшей доработке высококвалифицированной командой инженеров (рис. 1).

Основным процессом области информационных технологий в строительстве в настоящее время можно считать внедрение информационных моделей сооружений (*BIM*), эволюционно меняющих подход к классическому проектированию. В рамках этого процесса происходит смена формата объекта проектирования – разрабатывается комплекс моделей сооружения целиком, а не отдельные элементы разрабатываемых моделей (виды, планы, разрезы, спецификации и графики) [1].

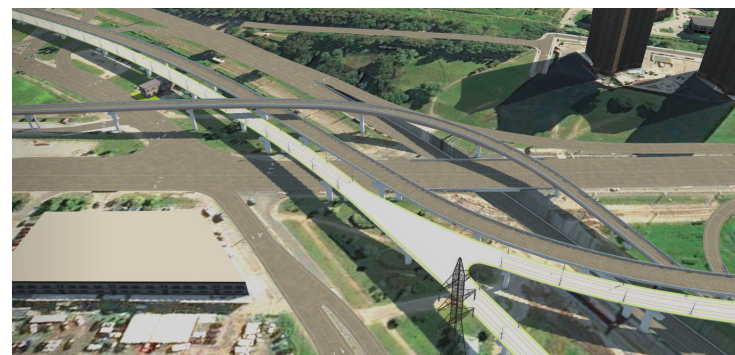


Рис 1. Эскизное моделирование многоуровневой транспортной развязки в комплексе программ Autodesk 2018 (*Infracore* + *Civil 3D*)

Естественно, что данный переход был обусловлен появившимися возможностями хранить и обрабатывать большие объемы данных вследствие развития вычислительной техники и информационных технологий в целом. Благодаря подобной комплексности работы на этапе проектирования значительно облегчается задача контроля проекта и совместной разработки проектных решений различных разделов, что особенно важно в области гражданского строительства. Основными программными комплексами, предоставляющими такую возможность, в области гражданского строительства являются продукты *Autodesk (Revit, Steel Advance)*, *Graphisoft (ArchiCAD)*, *Trimble (Tekla)*, *Bentley System*. В данных комплексах разработка решений всех разделов – архитектурной части, конструкций, инженерных сетей проводится в едином комплексе моделей, который, по необходимости, сводится в одну контрольную модель (*Autodesk NavisWorks, Bentley Navigation* и др.). В современном мостостроении, в сравнении с промышленно-гражданским строительством, количество взаимосвязанных между собой разделов проекта значительно меньше, поэтому эффект контроля совместной работы при использовании информационной модели менее заметен. Однако, вместе с этим, остается удобство работы над единой моделью, возможности отслеживать невязки и быстро корректировать документацию, изменяя модель (рис. 2). Одними из наиболее приспособленных к линейной специфике мостовых объектов являются продукты *Bentley System*, которые уже в 1999 году выпустили программное обеспечение, специализирующееся на работе с информационными моделями мостов (*BrIM*).

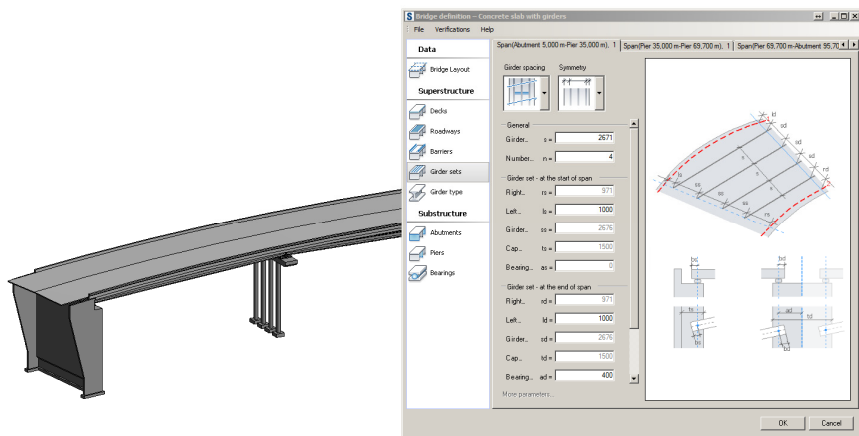


Рис. 2. Моделирование мостового сооружения в *Autodesk Revit 2015* с использованием надстройки *Bridge Structure*

Стоит заметить, что в области мостостроения на первый план выходят такие возможности использования информационного моделирования, как параметризация – в первую очередь, параметрическая оптимизация схем и топологическая оптимизация конструкций [2]. В гражданском строительстве, исключая уникальные сооружения, чаще всего параметры конструкции определяются технологическими процессами или планировочными решениями, тогда как в мостостроении параметры несущих конструкции определяются, прежде всего, необходимостью обеспечить работу сооружения в заданных условиях.

Ввиду значительной вариативности расчетных схем сооружений (в рамках естественных ограничений) и типов пролетных строений это открывает возможность разрабатывать наиболее экономичные варианты с оптимальными характеристиками. Безусловно, на процессы оптимизации необходимо накладывать технологические и организационные ограничения, что бы запроектированное сооружение имело шансы на воплощение в реальной жизни с учетом современного развития строительных технологий и процессов организации строительства.

Важным инструментом области информационного моделирования сооружений являются расчетные программы и комплексы (рис. 3).

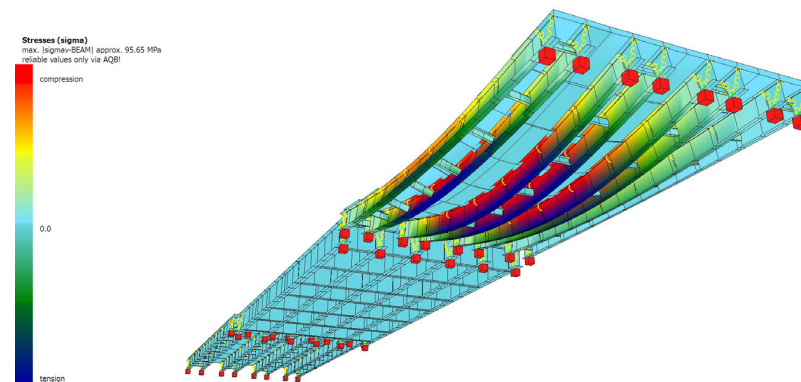


Рис. 3. Расчётная модель стального пролетного строения с анимацией воздействия на конструкцию смещенной от оси нагрузки. Расчетный комплекс *SOFiSTiK*

Хорошо известные на протяжении последних десятилетий, как скорее физико-математические модели сооружений, задаваемые инженером-расчетчиком на основе его видения проекта, в настоящее время эволюционируют в компоненту комплекса информационных моделей сооружения в целом. Аналитическая модель сооружения выстраивается программными средствами с заданным уровнем детализации на основе имеющегося ком-

плекса моделей, учитывая оси элементов, геометрию, прочностные и жесткостные характеристики материалов и используемых схем сооружений. Данный процесс имеет большое значение для мостостроения, где ввиду повышенной ответственности сооружения высокие требования следует предъявлять к точности и адекватности рассчитываемых моделей. Учитывая особенности работы конструкций, например, многостадийность работы сооружения при его возведении и значительную роль динамических нагрузок, становится необходимым использование средств информационного моделирования для наиболее точной передачи модели в расчет.

Значительный потенциал информационное моделирование имеет и на этапе эксплуатации мостовых сооружений [3]. Ввиду большого числа подведомственных дорог, и, как следствие, мостовых сооружений, у профильных управляющих организаций как на федеральном, так и региональном уровнях возникает необходимость систематизации объектов для их постоянного мониторинга и проведения своевременных обслуживающих мероприятий. В настоящее время в России существуют несколько мостовых баз данных (в первую очередь АИС ИССО и АБДМ), которые используются на федеральных и части региональных дорог. Данные базы несут в себе информацию об объектах и их составляющих, позволяя проводить оценку состояния сооружения и определять приоритетные объекты для обслуживания. Фактически данные базы являют собой многоуровневые информационные модели сооружений, но не несут информацию о геометрии сооружения. К числу перспективных направлений в области информационных технологий, можно отнести расширение функциональности данного типа информационных моделей вплоть до объединения их с информационными моделями, используемыми при проектировании мостовых сооружений [4].

В целом стоит отметить, что на сегодняшний день наблюдается тенденция адаптации части современных программных комплексов информационного моделирования сооружений к задачам мостостроения. В тоже время некоторые задачи требуют собственного подхода к решению задач информационного моделирования в связи с трудностью реализации их решения с использованием комплексов, ориентированных на гражданское строительство [5].

Литература

1. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
2. Ходяков В.А., Пастушков В.Г. Применение теории эволюции Дарвина в процессе оптимизации конструкций // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: Материалы международной научно-практической конференции, г. Пермь: ПНИПУ, 2014. С. 534-538.
3. Ботяновский А.А., Пастушков В.Г. Применение BIM-технологий и новейшего оборудования при исследовании фактического технического состояния мостового

сооружения // Труды ПНИПУ. № 1 (Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы конференции). Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. С. 342-345.

4. Скворцов А.В. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 16-23.

5. САПР+1. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19617 (дата обращения: 25.02.2018).

УДК 624.05

Сычев Сергей Анатольевич,

канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: sasychev@ya.ru

Sychev Sergey Anatolievich,

PhD of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: sasychev@ya.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ

DESIGN TECHNOLOGY INTERACTIVE PROJECT OF MANUFACTURE OF WORKS IN THE CONSTRUCTION OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS FROM MODULAR SYSTEMS

Излагаются принципы интерактивного проектирования проектов производства строительных работ на основе использования технико-информационных моделей, технологических схем и макетов строительных объектов в системе *6D*; особенности ускоренного монтажа сооружений из унифицированных конструкций и модулей быстровозводимых зданий. Высокая скорость строительства обеспечивается качественным интерактивным проектом производства работ, логистикой последовательности и полноты информации, применением качественных технологий с автоматическим контролем точности установки строительных конструкций и выполнения строительно-технологических операций.

Ключевые слова: ускоренный монтаж, унифицированные модульные конструкции заводского изготовления, скоростное строительство, интерактивный проект производства работ, логистика, высокие информационные технологии, контроль качества работ.

Outlines the principles of interactive design projects of construction works through the use of techno-information models, process flow diagrams and layouts of construction sites in 3D; especially the accelerated installation of constructions of uniform designs and modules of prefabricated buildings. High speed of construction ensures a quality interactive project of manufacture of works, logistics, sequence and completeness of the information, the use of high-quality technology with automatic control of accuracy of installation of building structures and construction operations.

Keywords: accelerated installation, standardized modular design, factory manufacturing, fast construction, interactive project production work, logistics, information technology, quality control of works.

В современных условиях строительного производства имеется острая необходимость разработки методологии комплексной оценки и анализа эффективности инженерных решений, выбора в конкретных условиях строительства рациональной технологии выполнения монтажа объемных модулей. Ускорение научно-технического прогресса в области высокоскоростного строительства зданий из модулей невозможно без широкого внедрения принципиально новых технологий, обеспечивающих высокую производительность труда, эффективность и качество возведения зданий из модулей. Поиск оптимальной технологии модульного строительства зданий связан с определением совокупности параметров и характеристик системы, которые обеспечивают минимизацию приведенных затрат, трудоемкости и продолжительности работ, социально-экологические, эргономические и другие требования.

В последние годы мы редко встречаем в практике строительства детально разработанный проект производства работ. Это объясняется следующими причинами: отсутствием соответствующих организаций и специалистов; грамотных проектировщиков, инженеров-конструкторов, способных быстро и качественно выполнить проектный заказ; устарелой нормативно-справочной базы, учитывающей безопасность, экологичность, эффективность, технологичность проекта; отсутствием требований обязательного наличия документа ППР при строительстве. По существу проект организации работ (ПОС) почти полностью заменил ППР при экспертизе и строительстве, вместо календарного плана производства работ представляется квартальный график объемов финансирования; динамичная технология производства строительно-монтажных работ заменяется статичным генпланом, совмещенным с ситуационным планом инженерно-технических коммуникаций. Таким образом, сегодня ППР вытеснен из практики строительного производства и заменяется ПОС – проектом организации строительства. Усиление влияния организации работ над технологией часто дает негативные сбои в части безопасности строительных работ, приводит к аварийным ситуациям, травмам, гибели рабочих, к разрушению конструкций зданий [1–5].

Проект производства работ (ППР) – организационно-технологический документ, разрабатываемый для реализации проекта и рабочего проекта и определяющий технологии строительных работ (технологические процессы и операции), качество их выполнения, сроки, ресурсы и мероприятия по безопасности (МДС 12-81.2007 и др.) требует большого количества высококвалифицированных проектировщиков, способных разрабатывать качественные технологические карты, определяющие объем и состав операций, потребность в средствах механизации, требования к качеству, трудоемкость, ресурсы и мероприятия по безопасности (МДС 12-29.2006 и др.).

Можно сказать, что имеются противоречия в проектной документации по производству работ, обязательной для выполнения при строительстве любого объекта. В связи с чем учеными в СПбГАСУ ведется разработка ин-

терактивного ППР на основе BIM (информационное моделирование зданий) технологий, предлагается концепция, которая по оценке разработчиков технологии позволит получать многомерную визуализацию процесса монтажа конструкций здания в любой момент времени, сборки сложных узлов, точности установки конструкций и агрегатов технологического оборудования. Проектировщики в процессе проектирования СМР смогут видеть, как, в какой последовательности и при помощи каких технических средств (кранов, подъемников, лебедок и др. механизмов) нужно выполнять монтаж (демонтаж, сборку) конструкций или иную задачу. Внедрение в производство интерактивных технологических процессов сборки позволит коренным образом изменить и дополнить действующую систему конструкторско-технологической подготовки проекта. При этом многократно может быть проверена надежность, прочность, устойчивость, безопасность выполнения конкретного рабочего процесса до начала строительства. В результате мы значительно сократим продолжительность строительства, уменьшим трудоемкость работ, добьемся правильного соотношения «цены и качества» проекта, удешевим процесс изготовления новых изделий в заводских условиях. Значительно уменьшаются риски проектных ошибок, повышается качество рабочей документации, а, следовательно, и качество выполнения строительных работ. Интерактивная работа отличается от обычной виртуальной реальности тем, что проектировщик видит окружающую действительность, с учетом наслоения дополнительных факторов и условий, в которых будет возводиться проектируемый объект. При проектировании информация вводится через специальные очки, в которых могут быть заданы визуальные команды, пошагово ориентирующие технологические расчеты, варианты расстановки техники или правильные действия инженера. К очкам подключается база данных. Это дополнительная расширенная информация, реальная ситуация хода строительства, которая достаточно тесно интегрируется и с запасами конструкций, парком машин, нормативными требованиями, техническими регламентами, учитывающими контроль качества, безопасность, надежность, эффективность строительства. Внешне очки не отличаются от обычных, однако, они показывают дополнительную информацию о многих характеристиках и технико-экономических показателях процессов: скорости передвижения кранов, машин, механизмов, транспорта; расстоянии безопасной зоны работы; производительности и трудоемкости работ.

По оценке авторов, технология интерактивного информационного ППР, позволит получать трехмерную визуализацию процесса монтажа конструкций, сборки сложных узлов и агрегатов технологического оборудования с учетом безопасности производства работ и точности монтажа элементов, при использовании в конструкциях вмонтированных пьезометрических, GPS или ГЛОНАСС датчиков. По существу все нормы СП, СНиП, ЕНиР, ВНИР, ТЭР, МРТ включены в память ПК с приемным устройством очков. Не нужно делать бумажный чертеж в многократной версии, отпадает необ-

ходимость подготовки технической документации в виде объемных томов и чертежей. Появляется возможность многократно проигрывать различные варианты производства работ.



Рис. 1. Интерактивные средства виртуальной строительства на основе *ВМ* технологий

В координатной системе изображения можно на электронном листе сделать все узлы, соединения, привязки монтажных элементов в пространственной ориентации монтажа конструкций с датчиками, перемещения элементов и редактирование объекта; многократно проверить различные варианты и версии прежде чем вывести чертеж на плоттер. Может быть создано несколько плавающих видовых экранов для сложных объектов. После сравнительного анализа и сопоставления выбирается оптимальный вариант, который будет окончательным решением конкретной инженерной задачи. *ВМ* ППР представляет возможность оперативного получения необходимой технической информации, зачастую без дополнительных запросов к проектировщику и вышестоящему руководству. Преимущества технологии интерактивного ППР очевидны, поскольку модель позволяет наблюдать проект изнутри, все взаимосвязи и детали объемно-планировочных и инженерно-технологических решений, применяемых материалов и оборудования.

Правильно настроенная информационная система интерактивного ППР направлена на осуществление постоянного мониторинга происходящих процессов в управляемом объекте относительно заданной программы его развития, помогает вскрывать причины возникающих отклонений, неиспользования резервов и возможностей повышения эффективности строительного производства, помогает выработать варианты оптимальных решений по устранению неблагоприятной ситуации, в виде нарушений требований ППР, сокращение брака.



Рис. 2. Построение многомерной модели интерактивного проекта производства работ монтажа модульного здания на основе *ВМ* технологий

Контрольные замеры происходят один раз в отчетный период (например, по закрытию рабочего дня). Результаты замеров заносятся в соответствующие отчетные документы, сметы и т. п., в соответствии со штатной процедурой уполномоченным лицом (контроллером, прорабом и т. д.). Съёмка объекта строительства производится с фиксированных мест, углов обзора, и т. п. инструментальными средствами – тем же уполномоченным лицом, либо со стационарно установленных камер. Отчёты заносятся в базы данных. Ключевая процедура – сравнение реальных параметров строительства с проектными документами.

Выводы

1. Предложена методология интерактивного проектирования проектов производства строительных работ на основе использования технико-информационных моделей, технологических схем и макетов строительных объектов в системе многомерных моделей: представлены особенности и принципы ускоренной сборки (монтажа, демонтажа) унифицированных модульных конструкций, способы предварительно изготовленных на заводе блок-секций и модулей, их транспортирования и монтажа быстровозводимых модульных зданий.

2. Высокая скорость строительства обеспечивается качественным интерактивным проектом производства работ, логистикой изложения последовательности и полноты информации, применением *ВМ* технологий, применением постоянного контроля качества производства работ на всех стадиях

строительства с автоматическим контролем точности установки строительных конструкций.

Литература

1. Афанасьев А.А. и др. Технология возведения полносборных зданий. Москва, 2007. 358 с.
2. Афанасьев А.В., Афанасьев В.А. Организация строительства быстровозводимых зданий и сооружений. Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. СПб.: Стройиздат, 1998. С. 226-230.
3. Бадьин Г.М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.
4. Верстов В.В., Бадьин Г.М. Особенности проектирования и строительства зданий и сооружений в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 1(22). С. 96-105.
5. Угорелова Н.В. Автоматизация монтажа сборных строительных конструкций: диссертация ... кандидата технических наук. Москва, 2000. 167 с.

УДК 624.05

Казakov Юрий Николаевич,
д-р техн. наук, профессор
Алексеев Евгений Александрович,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kazakov@spbgasu.ru,
alexeev-evgenj@yandex.ru

Kazakov Yuri Nikolaevich,
PhD of Tech. Sci., Professor
Alekseev Evgeni Alexandrovich,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kazakov@spbgasu.ru,
alexeev-evgenj@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION OF QUICK-BUILT BUILDINGS AND FACILITIES

В работе рассматривается основное направление внедрения технологий информационного моделирования в технологию строительного производства – применение модульности строительства или его унификации по единообразию и типоразмеру применяемых конструкций. Предложены к применению типовые конструктивные элементы, как сэндвич-панель перекрытия, стеновая сэндвич-панель, стойка, термопакет, оконная панель, дверная панель. Созданные на их основе проекты вполне могут быть рассмотрены в качестве «пилотных» проектов и после проведения экспертизы приниматься в качестве типовых при проектировании и строительстве городков для размещения воинских формирований, размещении временных мест расположения отрядов МЧС и других силовых ведомств, вахтовых поселков для работников нефте- и газодобывающей отрасли в районах Крайнего Севера.

Ключевые слова: BIM-технологии, технология производства работ, сэндвич-панель, типовые элементы, семейства шаблонов.

The paper considers the main direction of the introduction of information modeling technologies in the technology of construction production—the application of the modularity of construction or its unification in terms of uniformity and the size of the structures used. Typical structural elements, such as a sandwich-panel overlap, a wall sandwich panel, a rack, a thermo package, a window panel, a door panel are proposed for use. The projects created on their basis may well be considered as "pilot" projects and after the examination it is accepted as a model for the design and construction of towns for the deployment of military formations, the deployment of temporary locations for detachments of the Ministry of Emergencies and other law enforcement agencies, shift camps for oil- and the gas industry in the Far North. Key words: a plan for step-by-step introduction of information modeling technologies, work production technology, a model for installing a house on the basis of sandwich panels, typical structural elements, a family of design patterns.

Keywords: BIM-technologies, work production technology, sandwich panel, typical elements, template families.

На кафедре технологии строительного производства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета ведутся работы применению BIM-технологии в строительстве быстровозводимых зданий и сооружений в соответствии с основными тенденциями развития строительной отрасли в Российской Федерации.

В декабре 2014 года Минстроем РФ утвержден план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства в проектировании, в соответствии с которым предусмотрено развитие технологии, состоящей, в том числе, из следующих этапов:

- отбор и направление в органы экспертизы "пилотных" проектов, проектирование которых осуществлялось с применением технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства (в срок до марта 2015 г.);
- проведение экспертизы органами экспертизы "пилотных" проектов, подготовленных с использованием технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства (в срок апрель-ноябрь 2015 г.).

Фактически указанные в принятом плане сроки внедрения перечисленных мероприятий уже истекли в декабре 2017 года, но технологии информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, несмотря на уже широкое использование его в проектных организациях, в настоящее время всё ещё являются новшеством и не в полной мере внедрены в практику Российского строительства, в первую очередь – в строительные-монтажные организациях, непосредственно осуществляющих строительство зданий и сооружений.

Одним из наиболее действенных способов скорейшего внедрения информационного моделирования в технологию строительного производства –

это применение модульности строительства или его унификации по единому образцу и типоразмеру применяемых конструкций (рис. 1).

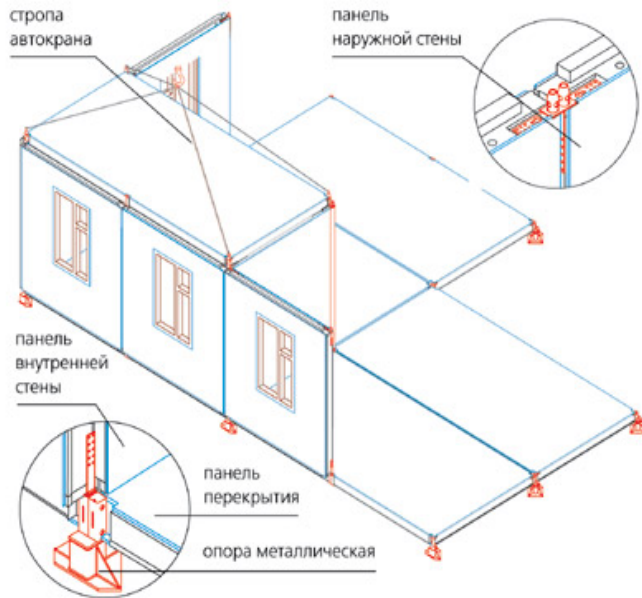


Рис. 1. Модель монтажа дома на основе сэндвич-панелей крупного размера, предлагаемая к использованию в ВМ-технологии [6]

Здания и сооружения такого типа собраны из типовых конструктивных элементов (рис. 2), такие как сэндвич-панель перекрытия, стеновая сэндвич-панель, стойка, термопакет, оконная панель, дверная панель [1, 2].



Рис. 2. Типовые конструктивные элементы для информационного моделирования [6]

Перечисленные конструктивные элементы могут быть положены в основу так называемых «семейств» или шаблонов в программах ВМ-моделирования, как например «REVIT». Создание таких «семейств» не является

трудоемким процессом и вполне может стать их стандартным набором. Типовые элементы должны соответствовать следующей технологии сборки (рис. 3).

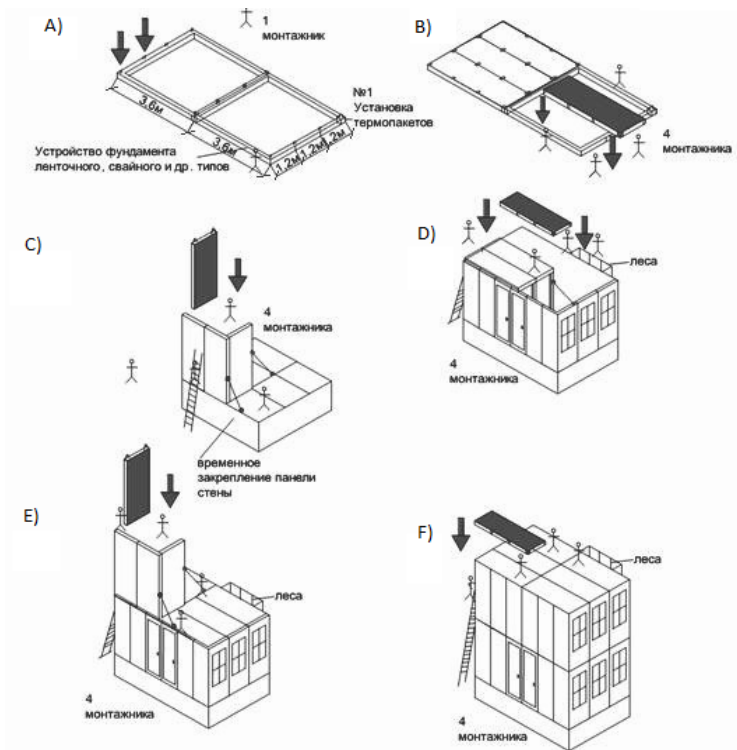


Рис. 3. Модель и принципы технологии быстровозводимого монтажа индивидуальных жилых домов способом «сухой» сборки сэндвич-панелей оптимизированных размеров 1,2×3,6 м и 95 % степени заводской готовности на основе быстросборных узлов «муфта-гильза»:

а) основные виды унифицированных модульных сэндвич-панелей и элементов; б) установка деревянных термопакетов с гильзами на ростверк фундамента с шагами 1,2×3,6 метров вручную; в) монтаж панелей перекрытий наведением их муфт на гильзы термопакетов вручную; г) монтаж панелей стен первого этажа наведением их гильз на муфты перекрытий и временное закрепление вручную; д) монтаж панелей перекрытий автокраном; е) монтаж панелей стен второго этажа автокраном и временное закрепление; ж) монтаж панелей перекрытий второго этажа с последующей «сухой» сборкой стеновых панелей и стропильной системы мансарды, кровли, монтаж инженерных систем, отделка [6]

Созданные на их основе проекты вполне могут быть рассмотрены в качестве «пилотных» проектов и после проведения экспертизы приниматься в качестве типовых при проектировании и строительстве городков для размещения воинских формирований, размещения временных мест расположения отрядов МЧС и других силовых ведомств, вахтовых поселков для работников нефте- и газодобывающей отрасли в районах Крайнего Севера и т. д. (рис. 4).



Рис. 4. Визуальный вариант сборки мобильного здания из конструктивных элементов на основе BIM-технологии [6]

Такие « типовые » конструктивные элементы могут быть положены в основу разработки стройгенпланов строительства, проектов производства работ, технологических карт. При этом, максимальный эффект применения информационной модели строительства в данном случае будет получен на этапе организации строительства – при разработке стройгенплана. При такой организации процесса подготовки строительства появляется возможность максимально эффективно разместить объекты на плане, при необходимости оперативно, без каких-либо затруднений, в режиме «онлайн» внести изменения в процесс коллективной работы. Внесенные изменения, например, в стройгенплан, будут автоматически отражены и в иных планирующих документах, таких как ведомости объемов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ, ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании, график потребности в основных строительных машинах и транспортных средствах, график потребности в кадрах строителей, организационно-технологические схемы и т. д. [3].

При этом особо важно подчеркнуть, что информационная модель здания – это виртуальная модель. Физически BIM существует только в памяти компьютера. Поскольку развитие технологии BIM в наше время находится только на своей начальной стадии, еще не выработан единый стандарт информационного моделирования зданий. Поэтому форма, содержание и способы работы с конкретной информационной моделью определяются используемым ее создателем программным обеспечением, а перенос информационной модели с одной платформы на другую без потери данных пока невозможен [4, 5].

Выводы

1. Предложена идея информационного моделирования, отличающаяся технологической простотой производства, требующая на практике меньший объем производимых операций, способная стать основой проектирования быстровозводимых мобильных зданий и городков, дающая возможность экономии времени, сил и средств и отличающаяся простотой исполнения.

2. Оптимальной областью использования такой идеи информационного моделирования является строительство городков для размещения воинских формирований, размещения временных мест расположения отрядов МЧС и других силовых ведомств, вахтовых поселков для работников нефте- и газодобывающей отрасли в районах Крайнего Севера.

3. Предложенная идея значительно сокращает время на разработку документации организации и производства строительства временных мест проживания, позволяет оптимально и эффективно разместить в них необходимые силы и средства, позволяет оперативно вносить изменения одновременно во все планирующие документы в режиме «онлайн».

Литература

1. Никольский М.С., Хренов В.И., Казаков Ю.Н. Строительство жилых домов на основе панелей типа "сэндвич": учебное пособие. СПб.: СПбГАСУ, 2015. С. 67-69.
2. Казаков Ю.Н., Копанская Л.Д., Тишкин Д.Д. Основы строительного производства: курс лекций. СПб.: СПбГАСУ, 2008. С. 126–178.
3. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Быстровозводимые здания и сооружения: научное и учебно-методическое справочное пособие. СПб.: «Гуманистика», 2004. С. 237-251.
4. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий: учебное пособие. М.: ДМК Пресс, 2015. С. 1-3.
5. Выграненко К.Н. Использование BIM технологий в архитектурном проектировании на примере программного комплекса Revit Architecture. Красноярск: Молодёжь и наука: Сибирский федеральный ун-т., 2012. С. 1–4.
6. Kazakov Y.N. High-Speed Construction of Economical and Comfortable Low-Rise Residential and Public Buildings on the Basis of Optimized Lightweight Frame-Panel Systems. Russia. Moscow. Academia. Architecture and Construction. 2017. № 4. P. 95–102.

УДК 004.94

Першина Ирина Леонидовна, аспирант
Попов Дмитрий Юрьевич, аспирант
Дегтярев Денис Алексеевич, магистрант
 (Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова)
 E-mail: *Irina.Pershina@mail.ru*,
popov.dmitry412@yandex.ru,
ldenis.degyarev@gmail.com

Pershina Irina Leonidovna, graduate student
Popov Dmitry Yur'evich, graduate student
Degtyarev Denis Alekseevich, master student
 (Belgorod Shukhov State Technological University, Russia)
 E-mail: *Irina.Pershina@mail.ru*,
popov.dmitry412@yandex.ru,
ldenis.degyarev@gmail.com

ПРОЕКТНАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

THE DESIGN MODEL OF THE STRUCTURE FOR CREATING A SPECIFIC ACOUSTIC ENVIRONMENT

Работа имеет целью продемонстрировать формирование архитектурно-пространственных форм в интерактивном режиме. В ней рассматриваются возможности создания поверхностей структур, способных синтезировать акустические возможности геосреды в условиях спонтанности силы и направления ветровых потоков. Практическим результатом такого синтеза является специфическое акустическое пространство, естественный фон которого составляет низкая частота звуковых колебаний. Применение в научно-исследовательской и инновационно-творческой работе архитектора этих данных послужит началу решения проблемы создания архитектурной среды, оказывающей лечебное воздействие на физическое и психоэмоциональное состояние человека.

Ключевые слова: архитектурная геоника, специфическая акустическая среда, пространство, моделирование.

The aim of the work is to demonstrate the formation of architectural-spatial forms in an interactive mode. It deals with the possibilities of creating surfaces of structures capable of synthesizing the acoustic capabilities of the geo-environment under conditions of spontaneity of force and direction of wind currents. The practical result of this synthesis is a specific acoustic space, the natural background of which is the low frequency of sound vibrations. The application of this data in the research, innovation and creative work of the architect will serve as the beginning of solving the problem of creating an architectural environment that exerts a therapeutic effect on the person's physical and psychoemotional state.

Keywords: architectural geonics, specific acoustic environment, space, modeling.

Научный контекст данной статьи составляют разработки в области теории архитектуры, в частности, виртуального моделирования, с использованием новых изысканий в области материаловедения. И, одновременно, является практическим подтверждением развития процесса информатизации в архитектуре, развивающемся «по двум руслу: первое – технологическое сопровождение проектирования, существенно интенсифицирующее и изменяющее его процессуальное содержание. Второе – исследования, проводимые в виртуальной среде (или виртуальные исследования), активизирующие

творческий потенциал проектировщика и формирующие профессиональный язык современного архитектора» [1].

Этап проектного моделирования в архитектурной геонике [2–4] является звеном научного исследования, имеющего цель описания акустической пространственной концепции в архитектуре. Возникает необходимость разработки пространственных форм, являющихся «механизмом» синтеза геоявления – воздушных потоков, – для получения архитектурного пространства с акустическим эффектом. Теоретико-аналитические изыскания в области архитектурно-пространственных концепций, как содержания архитектурной геоники, включают в себя возможности использования геосредств, для создания среды, положительно воздействующей на человека [5].

Рассмотрению предлагаются архитектурные модели поверхностей, приспособленных для создания акустического фона [6] в условиях спонтанности силы и направления ветровых потоков. Звуковые колебания рождаются от того, что поток воздуха рассекается надвое, т. е. звук возникает из-за колебания воздушного столба. В качестве приспособления к воспроизводству звука используются приёмы изготовления духовых музыкальных инструментов: «щелевой» (табл. 1, варианты 2–5) и посредством полостей цилиндрической формы (табл. 1, варианты 1, 3, 4, 6).

Приведённые в табл. 1 варианты моделей № 1, 4, 6 разработаны с отверстиями-полостями, расположенными вертикально и горизонтально (вариант 3) относительно уровня горизонта. В отличие от варианта № 1, где трубки являются съёмными элементами, в остальных пяти вариантах отверстия имеют «стационарный» характер, то есть, неотъемлемой частью «тела» структур.

Характер полостей объёмно-пространственных моделей вариантов № 3, 4, 6 приведен в табл. 2.

Учитывая то, что в последние годы широкое применение находят бетонные композиты дисперсного и текстильного армирования, рассматривается возможность выполнения этой модели в бетоне с использованием текстильного армирования. Композитные материалы давно нашли широкое применение в строительной индустрии всего мира. Именно с помощью данных материалов становится возможным упрощение процессов с достижением наилучших результатов. Использование новых армированных материалов, не подверженных коррозии и растворению в бетоне, позволяет значительным образом снизить толщину конструкций, нагрузку на фундамент, увеличить долговечность бетонных изделий и дают возможность архитекторам воплощать самые смелые замыслы в жизнь, не ограничиваясь возможностями строительных материалов.

Текстиль-бетон является в этом смысле ярким примером современного композиционного материала, совмещающий в себе новейшие разработки из области текстильного армирования и классического бетоноведения [7, 8]. За счет сочетания текстильной армирующей сетки и высококачественного

мелкозернистого бетона, конструкции и сооружения из текстиль-бетона выделяются относительно легким весом, сложностью пространственных форм и филигранностью (рис. 1). Текстиль-бетон обладает высокой несущей способностью, что, в сочетании с грамотным проектированием, позволяет обеспечить надежность и безопасность конструкции.

Таблица 1

Объёмно-пространственные модели «акустической» поверхности

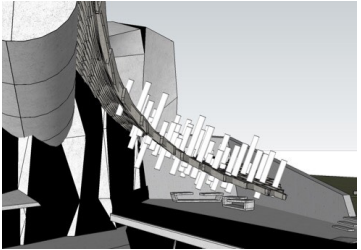
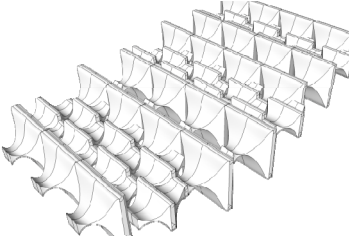
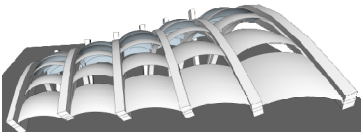
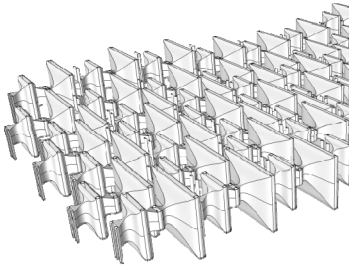
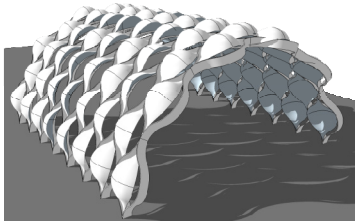
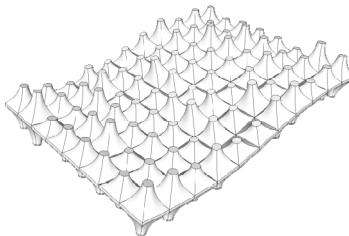
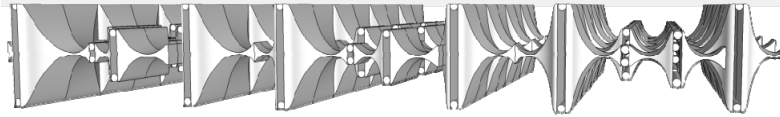
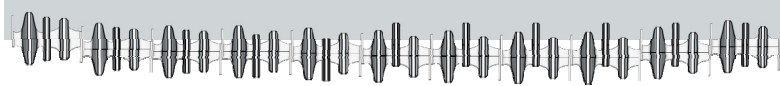
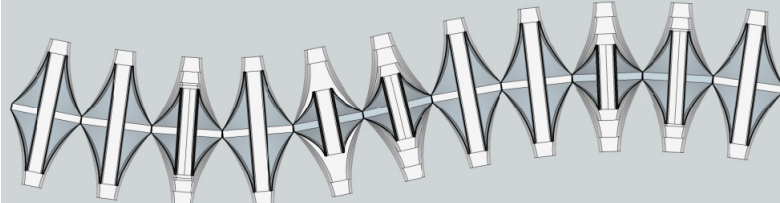
Вар. №	Графическое изображение	Вар. №	Графическое изображение
1		3	
2		4	
5		6	

Таблица 2

Разрезы моделей «акустической» поверхности

Вар. №	Графическое изображение
4	
5	
6	

Для воплощения звуковых пергол предлагается использование текстиль-бетона из местного сырья и текстильной армирующей сетки из щелочестойкого АР-стекла.



Рис. 1 (начало). Каркас арки из текстиль-бетона. Опытная модель [9]

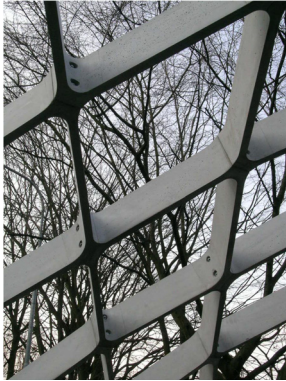


Рис. 1 (окончание). Каркас арки из текстиль-бетона. Опытная модель [9]

Возможности виртуально-комбинаторного моделирования, связанные с визуализацией процесса поиска и создания архитектурной композиции, безусловно, расширяют диапазон подбора способов воспроизводства синтезированного звука. Метод виртуально-компьютерного моделирования структур способствует определению содержания экспериментальной практики проектирования специфического пространства и тем самым обосновать сформулированные теоретические принципы в области архитектурной геоники.

Литература

1. Рычагова Н.А. Компьютерное моделирование в процессе формирования основ архитектурной композиции. Автореф. дисс. канд. арх. М., 2010. 28 с.
2. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // Жилищное строительство. 2013. № 1. С. 9-12.
3. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник ВГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-1 (50). С. 131-136.
4. Першина И.Л. Архитектурная геоника и среда обитания человека // Інноваційні технології в архітектурі і дизайні / Під загальною редакцією д.т.н., проф. Сопова В.П., д-ра арх., проф. Мироненка В.П. Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2017. С. 150-156.
5. Лесовик В.С., Першина И.Л. Определение специфичности пространства в архитектурной геонике // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы Пятнадцатой Междунар. науч.-техн. конф., г. Саранск 26–28 дек. 2016 г. / редкол.: В. Т. Ерофеев (отв. ред.) [и др.]. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017. С. 196-201.
6. Першина И.Л., Панченко Е.И. Проектное предложение создания звукового пространства как компилятора специфической среды // Международный конгресс «Фундаментальные основы строительного материаловедения», БГТУ им.Шухова, Белгород, 2017. эл. ресурс.
7. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон – эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.

8. Лесовик В.С., Попов Д.Ю. Повышение эффективности текстиль-бетона // Региональная архитектура и строительство. 2017. № 4 (33). С. 10-16.
9. Schätzke C. Stabnetze aus Textilbeton. Dissertation. Fakultät für Architektur der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen S. 262

УДК 004.42

Згода Юрий Николаевич,
студент,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yurii.zgoda@mail.ru

Zgoda Iurii Nikolaevich,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yurii.zgoda@mail.ru,

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ BIM-МОДЕЛИ В ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

FEATURES OF CREATING INTERACTIVE BIM-MODEL VISUALIZATION IN VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY

В данной работе описываются ключевые составляющие при подготовке интерактивной визуализации BIM-модели с использованием технологии виртуальной и дополненной реальности. Приводятся различные способы подготовки BIM-модели, основные этапы ее обработки в 3D-редакторе, необходимые для правильного переноса в виртуальную и дополненную реальность. Предлагаются методы оптимизации процесса переноса, реализуется интерактивное взаимодействие с моделью. Описывается использование различных подходов к реализации виртуальной и дополненной реальности, и соответствующие им программные средства. Данный процесс иллюстрируется на примере двух моделей различной степени сложности, что позволяет более подробно изучить описанный выше процесс.

Ключевые слова: BIM-технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, интерактивная визуализация, рендеринг, обработка модели.

In this article, we describe the key components in the preparation of interactive visualization of BIM model using virtual and augmented reality technologies. Various ways of preparing the BIM model are presented, including the main stages of its processing in the 3D editor, which are necessary for correct transfer to virtual and augmented reality. Methods for optimizing the transfer process are proposed, interaction with the model is realized. We describe the use of various approaches to the implementation of virtual and augmented reality, and the corresponding software. This process is illustrated by the example of two models of varying complexity, which allows a more detailed study of the process described above.

Keywords: virtual reality, augmented reality, BIM-technologies, interactive visualization, rendering, model processing.

Технологии виртуальной и дополненной реальности стремительно развиваются в последние годы, позволяя значительно повысить информативность и эффективность визуализации. В отличие от обычных рендеров на плоском экране монитора, эти технологии позволяют детально изучить мо-

дель со всех сторон в объеме (под **объемом** здесь и далее подразумевается стереоскопическое изображение).

Одной из областей, в которой виртуальная и дополненная реальности наиболее востребованы, являются BIM-технологии. BIM-модель дает возможность объединения спецификаций, информации о коммуникациях, чертежах здания и многого другого. В частности, использование данной технологии позволяет крайне быстро перейти от чертежей к трехмерной модели здания, чтобы увидеть некоторые визуальные особенности объекта. Однако, во многих случаях, визуализация средствами *Autodesk Revit*, который является одним из наиболее популярных программных пакетов для работы с BIM-моделями, бывает недостаточно.

Более полезной представляется возможность не просто изучить 3D-модель на экране, но и перемещаться по помещениям, качество отрисовки которых практически не отличается от настоящих. В этом случае, появляется возможность переключаться между различными видами интерьера в реальном времени и отображать различные виды коммуникаций «через стены». Все вышеописанные особенности, в случае использования виртуальной реальности, позволяют создавать объемную визуализацию, которая, при достаточном уровне аппаратного обеспечения и правильно подготовленном программном обеспечении, будет мало отличимой от реальности. Таким образом, у архитекторов значительно расширяются возможности предварительного анализа и исследования объекта.

На этапе проектирования здания, часто создается модель в уменьшенном масштабе (например, из картона), для того, чтобы изучить объект целиком, увидеть его со всех сторон. Однако, данный подход имеет ряд недостатков: в случае изменения чертежей здания, необходимо создавать модель здания заново. Этот процесс требует значительных усилий и времени. Также, в большинстве случаев отсутствует возможность увидеть модель изнутри, изучить планировку на конкретном этаже или какой-либо конкретный срез. С использованием технологии дополненной реальности, появляется возможность отобразить в объеме модель объекта в нужном масштабе, с необходимым уровнем детализации, а также изменять различные характеристики модели в реальном времени, при этом сохраняется возможность изучения его со всех сторон и, в случае использования соответствующей аппаратуры, в объеме.

В некоторых случаях, использование сложной аппаратуры для технологии виртуальной реальности невозможно (в частности, ввиду его дороговизны). В этом случае, одним из наиболее распространенных решений является использование технологии *Cardboard*, разработанной *Google*, заменяющей сложный аппаратный комплекс из мощного компьютера и шлема виртуальной реальности обычным смартфоном и специальным корпусом с линзами, позволяющим разделить изображение с экрана смартфона на отдельные изображения для обоих глаз. Все вычисления при этом выполняют-

ся на смартфоне, что позволяет избавиться от проводов, которые могут мешать при перемещении в виртуальной реальности.

В последние годы, технологии визуализации в реальном времени сделали значительный шаг вперед, позволяя выполнять отрисовку трехмерных сцен в реальном времени с качеством, почти не отличающимся от *offline-рендера*, т. е. появляется возможность получения высококачественных рендеров или демонстрационных роликов, в результате чего на отрисовку одного кадра уходит не 30 минут, а доли секунды. В частности, это связано с активным внедрением технологии физически-обоснованного рендера (англ. *Physically Based Rendering – PBR*), позволяющего достичь максимальной реалистичности при отрисовке объектов.

Также, следует отметить тот факт, что использование визуализации в реальном времени открывает больший простор для архитектора, чем *offline-визуализация*: появляется возможность детальной работы со светом и тенью в реальном времени, использования различных эффектов пост-обработки, анимации и т. д. В результате, можно оценить визуализацию сразу, не ожидая завершения длительной отрисовки.

В данной работе описывается процесс создания интерактивной визуализации BIM-модели для виртуальной и дополненной реальности. Рассматривается процесс по подготовке BIM-модели, созданной с использованием *Autodesk Revit* в формат, наиболее подходящий для работы с 3D-моделями, ее последующая обработка, оптимизация, наложение соответствующих текстур и материалов. Описывается интеграция полученной модели в различные движки (например, *Unreal Engine 4*), каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками (качеством графики, удобством инструментов для работы с моделью, особенностями реализации программной логики).

Для реализации дополненной реальности, в работе используется одна из последних на данный момент технологий *ARCore* от *Google*, позволяющая выполнять отображение 3D-модели поверх любой поверхности в реальном мире без использования специально подготовленных маркеров или отслеживаемых изображений.

В данной работе были использованы две BIM-модели, внешний вид которых представлен на рис. 1: простая BIM-модель жилого дома (справа), реализованная автором, позволяющая быстро апробировать различные методы оптимизации и интегрирования модели, а также *Advanced Sample Project* от *Autodesk* (слева), состоящая из более 5000 объектов, для которой требуется максимально возможная оптимизация и подготовка (в случае прямого экспорта этой модели в движок будет получено более миллиона полигонов, что недопустимо для визуализации в реальном времени).

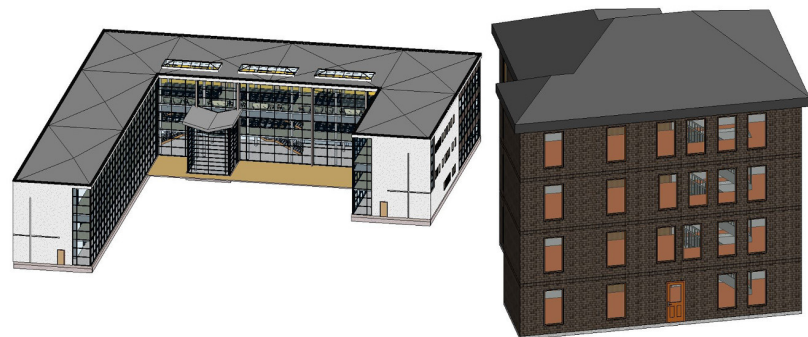


Рис. 1. Внешний вид моделей, использованных в данной работе

Ввиду того, что с простой моделью не возникало никаких сложностей, связанных с экспортом и оптимизацией, на следующих изображениях приводятся только примеры *Advanced Sample Project*.

К сожалению, на данный момент выполнить экспорт из *Autodesk Revit* в *Unreal Engine 4* невозможно. Это связано даже не с тем, что экспорт в *FBX* не позволяет сохранить материалы *Autodesk*, сколько с тем, что по умолчанию вся геометрия будет представлена в виде отдельных подобъектов. В случае, когда используется относительно простая модель, это не приводит к особым затруднениям (хотя, как было сказано выше, теряется вся информация о текстурах). Однако, когда модель имеет высокую степень детализации (наличие мебели, ограждений, колонн и т. д.), то можно столкнуться с резким падением количества кадров в секунду (далее, *FPS*).

В случае с *Advanced Sample Project* (состоит из 5830 объектов), это приводило к тому, что *Unreal Engine 4* при попытке добавления столь сложного (по количеству компонентов) объекта на сцену исчерпывал объем оперативной памяти системы и прекращал работу (тестирование производилось на компьютере с 16 ГБ ОЗУ, процессором *Intel Core i7*, видеокартой *Nvidia Geforce GTX 980*).

Даже когда с помощью различных манипуляций удалось перенести все объекты на сцену, было обнаружено, что средняя частота кадров при этом составляет порядка 2 *FPS* (с учетом того, что для виртуальной реальности требуется отрисовывать по кадру на каждый глаз, 1 *FPS*). При этом, модель состоит из 1 405 923 треугольников, что также крайне отрицательно сказывалось на общей производительности.

В результате данной работы, с помощью различных техник оптимизации геометрии, объединением подобъектов в более крупные блоки, манипуляций с процессом импорта/экспорта и т. д., модель была значительно оптимизирована. Практически без потери качества, количество треугольников

было снижено до 371 173 (т. е. 26,4 % от изначального количества треугольников). Количество *FPS* у интерактивной визуализации повысилось до 120. Стоит отметить, что 120 кадров в секунду не является максимально возможным значением – *Unreal Engine 4* по умолчанию ограничивает максимальное количество кадров в секунду этой цифрой.

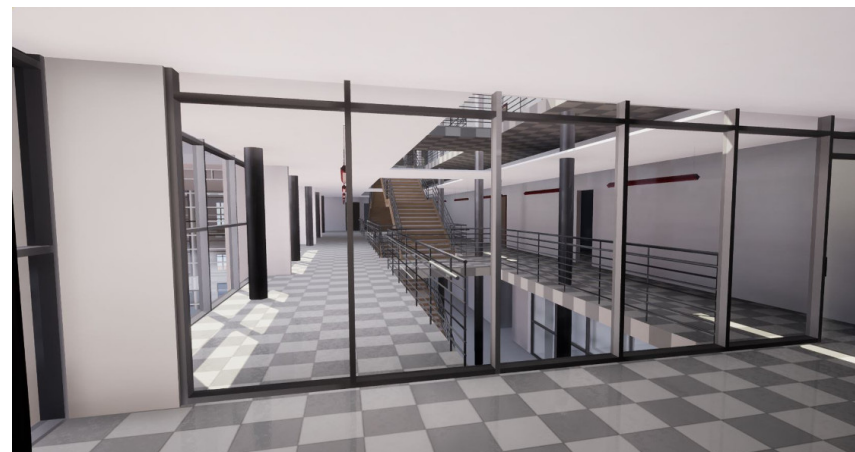


Рис. 2. Интерактивная визуализация *Advanced Sample Project*

Также, было реализовано приложение для ОС *Android*, позволяющее отображать модели с использованием технологии дополненной реальности поверх различных поверхностей (например, стола). Результат работы данного приложения приведен на рис. 3.

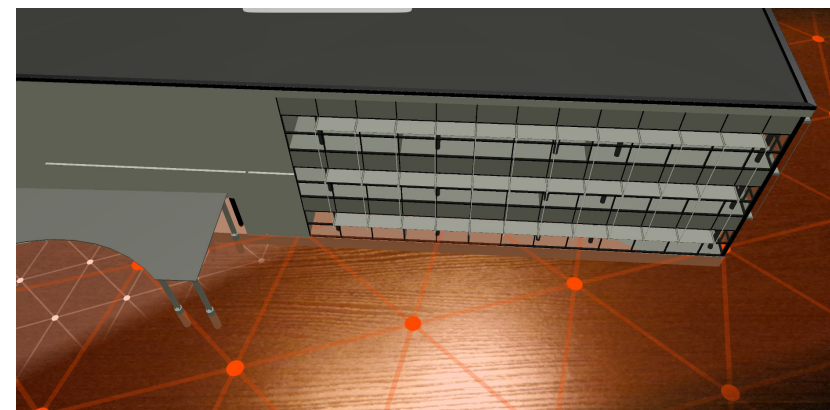


Рис. 3. Интеграция *Advanced Sample Project* в приложение дополненной реальности

Таким образом, поставленные цели были достигнуты, была получена высокооптимизированная 3D-модель, подходящая для визуализаций как в виртуальной, так и дополненной реальности, а также были разработаны демонстрационные приложения для данной технологии.

Литература

1. Официальная документация Unreal Engine. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/> – Заглавие с экрана – Unreal Engine 4 Documentation | Unreal Engine (дата обращения: 01.03.2018).
2. Krygiel E., Dillon B., Vandezande J. Mastering Autodesk Revit Architecture 2016: Autodesk Official Press. Sybex, 2015. 1008 p.
3. Linowes J., Babilinski K. Augmented Reality for Developers: Build practical augmented reality applications with Unity, ARCore, ARKit, and Vuforia. Packt Publishing, 2017. 548 p.
4. McCaffrey M. Unreal Engine VR Cookbook: Developing Virtual Reality with UE4. Addison-Wesley Professional, 2017. 288 p.
5. Shannon T. Unreal Engine 4 for Design Visualization: Developing Stunning Interactive Visualizations, Animations, and Renderings. Addison-Wesley Professional. 2017. 384 p.

УДК 331.4, 624.9

Нам Галина Евгеньевна,

аспирант

Субботина Надежда Андреевна,

аспирант

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: yamibum@gmail.com,

subbota_91@mail.ru

Nam Galina Evgenievna,

Postgraduate student

Subbotina Nadezhda Andreevna,

Postgraduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: yamibum@gmail.com,

subbota_91@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В ОХРАНУ ТРУДА

ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION PROCESS FOR CREATING MODELS FOR INTRODUCTION OF BIM TECHNOLOGIES TO THE OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

В России строительная отрасль занимает первое место по несчастным случаям, вследствие огромного количества сопровождающих строительство опасных факторов, несоблюдения рабочими техники безопасности и т. п. В статье рассматривается процесс анализа строительного производства с целью выявления опасных и вредных факторов на каждом этапе строительного производства. На основе выявленных опасных и вредных факторов будет создана математическая модель, которая позволит выявлять «в реальном времени» наиболее опасные участки производства работ, тем самым способствуя снижению производственного травматизма. Таким образом появляется возможность внедрить

информационные технологии для совершенствования существующей системы охраны труда.

Ключевые слова: профессиональный риск, охрана труда, опасные факторы, вредные факторы, производственный травматизм, BIM-технологии, строительное производство.

In Russia, the construction industry ranks first in accidents due to the huge number of hazards accompanying the construction, non-observance of safety measures by workers, etc. The article reviews the process of analyzing construction production with the purpose of identifying hazards and harmful factors at each stage of construction. Based on identified hazards and harmful factors, a mathematical model will be created that will allow to identify "in real time" the most dangerous areas of production, thereby contributing to the reduction of occupational injuries. Thus, it becomes possible to introduce information technologies to improve the existing system of labor protection.

Keywords: occupational risk, labor protection, hazards, harmful factors, occupational injuries, BIM- technologies, construction industry.

По данным Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями (инвалидность, смертельный исход) с 2006 г. по 2015 г. снизилось в 2 раза – с 14 077 до 7 137. Из 7137 случаев за 2015 г. – 2089 со смертельным исходом. Число погибших в строительном производстве с каждым годом уменьшается, но традиционно остается на очень высоком уровне [1].

Травматизм в строительной отрасли является одной из главных проблем охраны труда, требующей систематического анализа. На данный момент меняются акценты в работе по охране труда – все больше провозглашаются приоритеты профилактики, как самого передового принципа во всем мире. Одной из первоочередных задач в сфере охраны труда теперь является внедрение управления профессиональными рисками через выявление и минимизацию рисков, связанных с профессиональной деятельностью или обусловленных производственной средой. На законодательном уровне планируется прописать новые обязанности для работодателя: он должен будет на регулярной основе системно реализовывать мероприятия по выявлению опасности для работника, по их устранению и по снижению риска [2].

К своевременному выявлению действующих на работников вредных и опасных факторов на объектах строительного производства следует подходить с помощью современных технологий, в частности использовать BIM-моделирование. Чтобы корректно внедрить BIM-технологии в охрану труда, необходимо тщательно проанализировать все этапы строительного производства, которые включают в себя большое количество разнообразных работ. Примером для данной статьи был взят этап возведения надземной части здания, как наиболее трудоемкий и травмоопасный. На рис. 1 выделены виды работ (основная часть), которые необходимо произвести при устройстве надземной части здания.

Далее выделим наиболее часто повторяющиеся виды работ для дальнейшего анализа:

- монтажные работы;
- арматурные работы;
- сварочные работы;
- работы на высоте;
- бетонные работы [3].

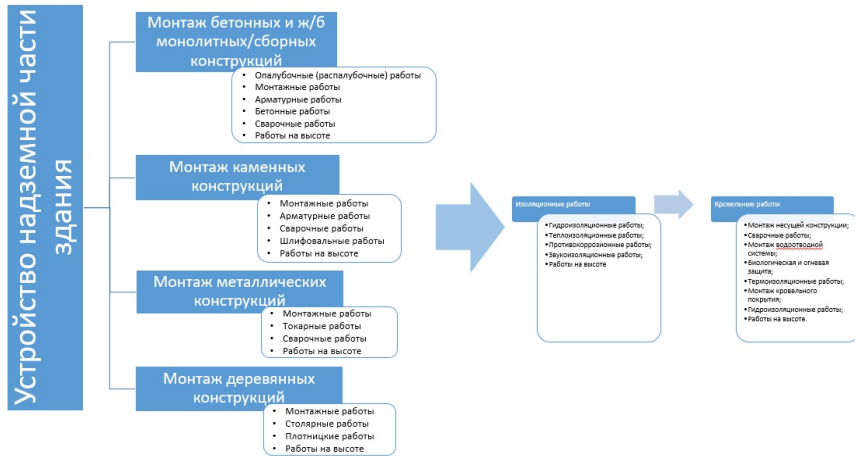


Рис. 1. Основные виды строительных работ при устройстве надземной части здания

В соответствии с инструкциями по охране труда и технике безопасности каждый из этих видов работ имеет ряд опасных и вредных факторов (рис. 2), которые негативно влияют на здоровье работников строительной площадки и могут привести к производственному травматизму [4, 5].

На основе проведенного анализа и полученного ряда опасных и вредных факторов на рабочем месте планируется разработать математическую модель, которая позволит находить «болевые» точки при производстве различных видов работ и выявлять опасности для работника в определенный момент времени. Представляется возможным в дальнейшем внедрить эту математическую модель в ВМ-моделирование для увеличения уровня безопасности и уменьшения числа пострадавших от несчастных случаев в процессе строительного производства. По примеру, рассмотренному выше будут рассмотрены все этапы возведения здания: от нулевого цикла до отделочных работ, для получения полного перечня вредных и опасных факторов, действующих на работников.

Монтажные ж/б работы	Арматурные работы	Бетонные работы	Сварочные работы	Работы на высоте
<ul style="list-style-type: none"> • движущиеся машины и механизмы, перемещаемые машинными изделиями, конструкциями и материалами; • повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; • острое крошечное, заусенцы и шероховатости на поверхности инструментов и оборудования; • повышенная влажность и загрязненность воздуха рабочей зоны; • повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; • физические и нервно-психические перегрузки; • повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; • подвижные части производственного оборудования; • опасные зоны (вблизи котлованов, траншей и других перепадов по высоте, мест, над которыми происходит перемещение грузов грузоподъемными кранами). 	<ul style="list-style-type: none"> • расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более; • острое крошечное, углы, торчащие штыри; • движущиеся машины, механизмы и их части; • повышенное напряжение в электрической цепи; • самопроизвольное обрушение элементов конструкций и падение вышерасположенных материалов и конструкций 	<ul style="list-style-type: none"> • загромождение рабочего места; • отсутствие специальных устройств, инструментов и оснащения для проведения работ в соответствии с технологией; • повышенные уровни шума и вибрации в рабочей зоне; • незащищенные токопроводящие части электрооборудования; • недостаточная освещенность рабочей зоны; • вредные компоненты в составе применяемых материалов. 	<ul style="list-style-type: none"> • повышенное напряжение в электрической цепи; • расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола); • острое крошечное, шероховатости на поверхности заготовок; • повышенная влажность и загазованность воздуха рабочей зоны, токсические вещества в составе сварочного аэрозоля; • повышенная температура поверхности оборудования, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; • повышенная яркость света; • оборудование (газогенератор, баллоны с газом); • расплавленный металл; • ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение. 	<ul style="list-style-type: none"> • расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола) и связанное с этим возможное падение; • разноразмерные конструкции (лестницы) стрелы, леса, подмости и другие вспомогательное оборудование; • падающие предметы, инструмент, материалы и т. П.; • повышенное скольжение (вследствие обледенения, увлажнения, замасливания поверхностей грунта, пола, трапов, ступенек, лестниц, лесов, подмостей и т.п.); • движущиеся автотранспорт, самоходные механизмы, перемещающиеся изделия, материалы; • повышенная скорость ветра; • разряды атмосферного электричества (молнии); • физическое перенапряжение (например, при длительном выполнении работы в неудобной позе); • недостаточная освещенность рабочего места.

Рис. 2. Опасные и вредные факторы при производстве строительных работ

Предупреждение и профилактика, а не реагирование на последствия – вот главный принцип работы современной службы охраны труда.

Литература

1. Министерство труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/labour/safety/226> дата обращения 23.02.2018.
2. Министерство труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/labour/safety/264> дата обращения 24.02.2018.
3. Юдина А.Ф., Верстов В.В., Бадьин Г.М. Технологические процессы в строительстве. М.: Академия, 2013.
4. https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/ дата обращения 04.03.2018.
5. Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 336н от 1.06.15 г. «Правила по охране труда в строительстве».

УДК 721.01:004.9

Садриева Алсу Ромазановна,
студент
Ахтямова Резеда Хакимовна,
старший преподаватель
Ахтямов Ильнар Ингельевич,
старший преподаватель
(Казанский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: alsu.tiarch@gmail.com,
re.ze.da@mail.ru,
achti@mail.ru

Sadrieva Alsu Romazanovna,
student
Rezeda Akhtiamova Khakimovna,
Senior Lecturer
Akhtiamov Ilnar Ingel'yevich,
Senior Lecturer
(Kazan State University
of Architecture and Engineering)
E-mail: alsu.tiarch@gmail.com,
re.ze.da@mail.ru,
achti@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ BIM-МОДЕЛИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТА

PECULIARITIES OF CREATION OF THE BIM-MODEL AT THE DIFFERENT STEPS OF THE DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURAL PROJECT

В данной статье рассматривается процесс внедрения программы Revit в работу архитектурного бюро на разных этапах разработки проекта. Используя опыт прохождения стажировки одного из авторов статьи (Садриева А.Р.) в архитектурном бюро *Dominique Perrault Architecture* авторы на конкретных примерах описывают особенности, преимущества и недостатки создания BIM-модели на эскизном, проектном и финальном этапах разработки архитектурного проекта. Рассмотрение данной темы актуально в связи с тем, что мировой и российский рынок активно и стремительно внедряет BIM-технологии в свою текущую работу. В связи с этим, по мнению авторов, необходимо внести ясность в данный процесс, особенно, с точки зрения архитекторов, так как именно они одними из первых сталкиваются с вопросом создавать или нет BIM-модель и на каком этапе это делать. Опыт автора показывает, что программа *Revit* позволяет успешно работать над информационной моделью здания на любом этапе разработки проекта.

Ключевые слова: Revit, BIM-модель, внедрение, центральный файл, BIM-модель, информационная модель здания, архитектурный проект.

This article discusses the process of implementation of Revit in the working process of the architectural office at different stages. Base on the one of the author's experience of 6-month internship in the architectural bureau *Dominique Perrault Architecture*, authors describe the features, advantages and disadvantages of creating a BIM-model at the different stages of the architectural project. Consideration of this topic is actual because the world and Russian market actively and rapidly introduces BIM-technologies in its current work. According to the author, it is necessary to clarify this process, especially from the point of view of architects, since they are the first who are facing with the question of creating the BIM-model. Based on her experience, the author concludes that the Revit program allows you to successfully work on the information model of the building at any stage of the project.

Keywords: Revit, BIM model, implementation, central file, architectural project.

BIM-технологии – это инструмент, «позволяющий прогнозировать свойства и характеристики реального здания и более эффективно управлять им» [1]. Современный строительный рынок, в том числе и архитектурные бюро, находятся на стадии внедрения инструментов создания BIM-моделей в процесс проектирования. В связи с этим было бы интересно проанализировать какие преимущества и недостатки дает BIM-модель на разных этапах разработки проекта. Для анализа данной темы используется личный опыт одного из авторов (Садриевой А.Р), полученный во время прохождения стажировки в архитектурном бюро *Dominique Perrault Architecture* (Париж, Франция) [2], где автору удалось поучаствовать в создании BIM-моделей для двух проектов.

Для удобства анализа условно разделим процесс разработки архитектурного проекта на три этапа [3]:

- эскизный (пред проектные разработки и эскизный проект);
- проектный (проект, дизайн проект);
- финальный (рабочая документация).

Далее более подробно рассмотрим последние два этапа.

Проектный этап. Один из проектов, в разработке которого приняла участие автор, находился на стадии *DD (Design Development)*. Этот этап предполагает сбор информации со всех смежных специалистов, корректировку и уточнение плановых и конструктивных решений, выбор материалов, расчет финансовой стоимости проекта.

Основой для создания BIM-модели в *Autodesk Revit* были чертежи (планы, фасады, разрезы), разработанные на предыдущих этапах в программе *Autodesk AutoCAD*. Работа над моделью проходила в центральном файле. Каждый, кто работал над моделью, создавал локальный файл, периодически синхронизируя его с центральным в процессе работы [4]. Планировалось, что в ближайшее время к разработке модели подключатся инженеры.

Создание модели включало в себя моделирование следующих элементов здания: несущие стены и перегородки, перекрытия, потолки, фасад, окна, двери, фундамент, вертикальные коммуникации, мебель, окружающая территория, комнаты. При этом информация, которую сообщали эти элементы, была минимальная. Например, стены создавались обычной типовой базовой стеной, регулировалась лишь толщина стены, материал и слои оставались неопределенными. А в случае с потолками, главной информацией, сообщаемой моделью, были положение, границы и высота.

Такой уровень подробности модели дает возможность быстро и легко вносить изменения в проект по мере его уточнения и разработки. На этом этапе с помощью модели в Revit удобно отследить неточности и ошибки в чертежах предыдущих этапов и определить проблемные сложные зоны, требующие особого внимания при разработке. Совместная работа нескольких специалистов над одним файлом дает возможность быстрой обратной связи.

Финальный этап. Другой проект находился на стадии *Contract Administration*. Данная стадия подразумевает, что проект и рабочая документация фактически были готовы, на строительной площадке велась разработка котлована под фундамент. Инициатором создания BIM-модели выступил заказчик. После создания BIM-модель не будет использоваться архитекторами, основной целью создания является оптимизация и финальная корректировка конструктивных систем инженерами. Также модель будет являться источником информации и моделирования различных вариантов в процессе строительства и эксплуатации здания.

Основой для создания модели также были чертежи и детали, разработанные на предыдущих этапах, а также проектная документация. В этом случае все несущие системы были смоделированы инженерами, их файл был вставлен в качестве ссылки в центральный файл архитекторов. Это позволило сразу определить спорные участки здания, где модель инженеров отличалась от проекта. В процессе работы было найдено несколько ошибок в чертежах проекта.

Создание модели включало в себя моделирование следующих элементов здания: финальные покрытия стен, перегородок, потолков (с указанием толщины, слоев, материалов, высоты), двери, оборудование, комнаты, крыши, остекление, покрытия эскалаторов и т. д. [4]. Целью было внести в модель полную информацию по каждому из элементов здания. Отдельно стоит отметить такие функции как фильтры и режимы графики, таблицы. Использование этих инструментов значительно упрощает контроль модели, и в целом работу над проектом.

На этом этапе работы можно наглядно увидеть, что BIM-модель заменяет собой целый ряд файлов, описывающих проект – чертежей, объяснительных записок, документации. Это значительно упрощает работу над проектом.

Также необходимо сказать несколько слов об использовании *Revit* на начальных этапах проектов. Существует сильный стереотип о том, что *Revit* ограничивает архитекторов в творчестве [5]. Данная программа действительно дает достаточно жесткие рамки моделирования объектов. Но важно применять инструменты, отвечающие поставленным задачам. *Revit* никогда не даст вам той же свободы манипуляции как карандаш или эскизный макет, потому что его задача – создавать информационную модель. Когда концепция архитектора формируется во что-то физическое, поддающееся математическому описанию – габариты, формы, объемы – тогда создание информационной модели становится обоснованным.

В заключении, делая вывод из вышеизложенного анализа, перечислим основные преимущества внедрения в процесс проектирования информационной модели здания как основного инструмента проектирования:

- возможность быстро вносить изменения на всех видах и чертежах одновременно;
- возможность быстрой обратной связи различных специалистов, работающих над одним проектом;
- вся информация об объекте собрана в одном файле;
- возможность отследить ошибки и неточности предыдущих этапов проектирования, выделить спорные участки в разрабатываемом проекте;
- возможность контролировать модель с помощью различных инструментов: чертежи, 3д модель, таблицы, фильтры и т. д.

Среди недостатков можно выделить достаточно ограниченную библиотеку семейств мебели и оборудования. Данная проблема решается созданием персональной библиотеки для работы над конкретным проектом.

Опыт авторов показывает, что *Revit* является универсальным инструментом создания информационной модели здания на различных этапах проектирования. Информационная модель здания может значительно упростить работу над объектом в независимости от стадии, на которой находится разрабатываемый архитектурный проект.

Литература

1. Талапов В. В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
2. Официальный сайт архитектурного бюро Dominique Perrault Architecture URL: <http://www.perraultarchitecture.com/en/homepage/> (дата обращения: 20.02.2018).
3. The design process. URL: <https://www.nzia.co.nz/connect/working-with-an-architect/the-design-process> (дата обращения: 21.02.2018).
4. Theon K. Guides and recommendations for Revit users. Paris: DPA personal library, 2017. 123 с.
5. Are You Breaking Revit? URL: <https://www.augi.com/articles/detail/are-you-breaking-revit> (дата обращения: 18.02.2018).

УДК 697.112

Усенко Владислав Владимирович,
студент
Суханова Инна Ивановна,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: willjaf@yandex.ru,
inna.suhanova@mail.ru

Usenko Vladislav Vladimirovich,
student,
Sukhanova Inna Ivanovna,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: willjaf@yandex.ru,
inna.suhanova@mail.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНОЕ
ОГРАЖДЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ
КОМПЛЕКСАХ**

**CALCULATION OF HEAT LOSS THROUGH CLADDING USING MODERN
SOFTWARE PACKAGES**

На данный момент программные обеспечения для проектирования объектов из разных областей набирает популярность, так как они ускоряют рабочий процесс, снижают влияние человеческого фактора, обеспечивают наглядность проделанной работы. Но не всегда результат, который инженер считает вручную сходится с результатом вычисления той или иной программы. Иногда требуется определенная корректировка данных. Для оценки возможности использования расчетов, определены тепловые потери через наружное ограждение в программных комплексах *LiNear Building* и *Audytor OZC*. Выявлено, что данные программы при упрощенном расчете не учитывают некоторые коэффициенты, но существует возможность внести необходимые корректировки.

Ключевые слова: BIM, потери теплоты, *LiNear Building*, *Audytor OZC*, сопротивление теплопередаче, коэффициент теплотехнической однородности.

Nowadays software packages for engineering in different areas become popular since they expedite work process, minimize the influence of a human factor and provide with clarity of work. However, the hand calculated computations do not always coincide with the ones of a program. Sometimes a certain adjustment is needed. Such software packages as *LiNear Building* and *Audytor OZC* were used to calculate heat losses through cladding to estimate the applicability of computations. It revealed that these programs disregard some coefficients during simplified calculation, but there is a possibility to make the necessary adjustments.

Keywords: BIM, heat losses, *LiNear Building*, *Audytor OZC*, R-value, heat transfer performance uniformity factor

В настоящее время все чаще встречается требование заказчика выпускать проекты с применением BIM-технологий. Это подразумевает использование различных программных комплексов. При этом проектировщики, выполняя расчеты, иногда получают разные результаты при одинаковых исходных данных.

В данной статье сравнивается расчет потерь теплоты помещения в программах *Revit*, *LiNear Building* и *Audytor OZC*.

В работе [1] вручную выполнен теплотехнический расчет наружной стены в соответствии с требованиями [2, 3, 4], получен коэффициент тепло-

передачи конструкции $k_{огр} = 0,425 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. Аналогичный расчет в *Revit* дал другие результаты, так как программа не учитывает коэффициенты теплоотдачи наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции, ее теплотехническую неоднородность. Предложен вариант корректировки коэффициента теплопередачи конструкции в программе, что в дальнейшем позволило получить в *Revit* корректные значения потерь теплоты через эту конструкцию $Q = 149,49 \text{ Вт}$ [5].

В расчетном модуле *LiNear Building* существует два варианта теплотехнического расчета ограждающих конструкций: упрощенный и подробный.

Упрощенный расчет не учитывает коэффициент теплотехнической однородности, поэтому коэффициент теплопередачи, а, следовательно, и тепловые потери помещения отличаются от рассчитанных вручную (рис. 1).

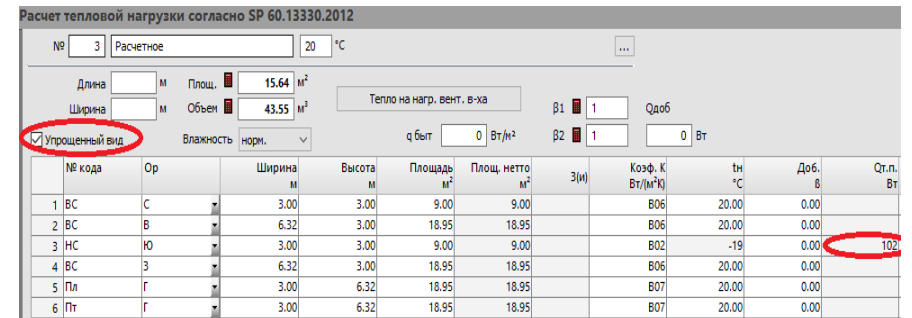


Рис. 1. Упрощенный расчет потерь теплоты в программе *LiNear Building*

Подробный расчет позволяет вводить геометрические и теплотехнические характеристики неоднородностей ограждающей конструкции.

В программе есть и другой способ учета неоднородности конструкции. При снятии галочки «Упрощенный вид» становится доступным окно добавочного коэффициента теплопередачи Δk (рис. 2), который рассчитывается по формуле:

$$\Delta k = \left(\frac{1}{r} - 1 \right) k_0,$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности, для принятой конструкции наружной стены $r = 0,69$; k_0 – сопротивление теплопередаче в упрощенном расчете.

Для рассматриваемого примера

$$\Delta k = \left(\frac{1}{0,69} - 1 \right) 0,29 = 0,13.$$

В итоге получены потери теплоты через наружное ограждение 147 Вт, которые близки к рассчитанным вручную (149 Вт).

Программа *Audytor OZC* так же по умолчанию не учитывает коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции. Поэтому потери теплоты отличаются от полученных выше (рис. 3).

№ кода	границит	Ор	К-во	Ширина	Высота	Площадь тощ. нетто	Э(и)	Козф. К	ΔK(тм)	K(0)	R доп. из.	tn	Козф.п	Доб. в	Ср.п.
1	ВС	в	С	1	3.00	3.00	9.00	В06		0.00	0.00	20.00	1.00	0.00	
2	ВС	в	В	1	6.32	3.00	18.95	В06		0.00	0.00	20.00	1.00	0.00	
3	НС	е	Ю	1	3.00	3.00	9.00	В02	0.13	0.42	0.00	-19	1.00	0.00	147
4	ВС	в	З	1	6.32	3.00	18.95	В06		0.00	0.00	20.00	1.00	0.00	
5	Пл	в	Г	1	3.00	6.32	18.95	В07		0.00	0.00	20.00	1.00	0.00	
6	Пт	в	Г	1	3.00	6.32	18.95	В07		0.00	0.00	20.00	1.00	0.00	

Рис. 2. Подробный расчет в программе *LiNear Building*

Рас.	Символ	Ор.	Помещение или θ	Ac	Δθ	Uк	Φт
3D			°C	м²	К	Вт/м²·К	Вт
✓	0	НС	Тн= -19,0°C	9,00	39,0	0,298	115

Рис. 3. Предварительный расчет потерь теплоты в программе *Audytor OZC*

За счет выбора варианта крепления слоев ограждающей конструкции, можно получить корректное сопротивление теплопередачи данной конструкции. Тогда потери теплоты будут вычисляться верно (рис. 4).

Рас.	Символ	Ор.	Помещение или θ	Ac	Δθ	Uк	Φт
3D			°C	м²	К	Вт/м²·К	Вт
✓	0	НС	Тн= -19,0°C	9,00	39,0	0,426	149

Рис. 4. Окончательный расчет потерь теплоты в программе *Audytor OZC*

Если коэффициент теплопередачи и толщина ограждающей конструкции известны заранее, то есть возможность их задать в программе и, тем самым, избежать погрешности расчета (рис. 5).

Символ: ВС, Описание: Стена внутренняя

Производитель: Вид: Стена наружная

Каталожный номер:

Толщина G: 0,630 м

Кэффициент теплопередачи U: 0,425 Вт/(м²·К)

Рис. 5. Типовые ограждения в программе *Audytor OZC*

В заключение можно сделать вывод, что результаты расчета программных комплексов можно использовать в проектировании, если вы убеждены, что верно ввели все исходные данные. Для этого необходимо предварительно протестировать программу. Иначе велика вероятность внесения ошибки в проект.

Литература

1. Усенко В.В. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций в программе Revit // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции (10 января 2018 г., г. Пермь). – в 5 ч. Ч. 3. Пермь: НИЦ АЭТЕРНА, 2018. 222 с. С. 144-146.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. М.: ФГУП ЦПП, 2012. 105 с.
3. СП 50-13330-2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: ФГУП ЦПП, 2012. 82 с.
4. ГОСТ Р 54851 – 2011. Конструкции строительные ограждающие неоднородные. М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2011. 22 с.
5. Усенко В.В. Потери теплоты в программе Revit // Сборник статей Международной научно-практической конференции (20 января 2018 г., г. Пермь). – в 3 ч. Ч. 2. Уфа: НИЦ АЭТЕРНА, 2018. С. 135-138.

УДК 004.9+697.4

Суханов Кирилл Олегович, аспирант
 Бардадым Виктория Юрьевна, студент
 Попов Владислав Юрьевич, студент
 (Санкт-Петербургский государственный
 архитектурно-строительный университет)
 E-mail: suhanov.kirill1993@mail.ru,
 bardadumvika@mail.ru,
 vlad-popov24@mail.ru

Sukhanov Kirill Olegovich, graduate student,
 Bardadym Viktoria Yurievna, student,
 Popov Vladislav Yurievich, student
 (Saint Petersburg State University
 of Architecture and Civil Engineering)
 E-mail: suhanov.kirill1993@mail.ru,
 bardadumvika@mail.ru,
 popov24@mail.ru

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В REVIT

ANALYSIS OF HEATING DEVICES CONNECTION FOR DESIGNING IN REVIT

Согласно принятым правилам выполнения рабочей документации, трубопроводы на плоских чертежах могут изображаться с фиктивным смещением для удобства чтения. При использовании современного инженерного программного обеспечения создается 3D модель системы отопления, где каждый элемент оборудования, трубопровод должен находиться в строго определенном положении. Это необходимое условие информационного моделирования здания. Применение ложной геометрии недопустимо. Разработано семейство отопительного прибора с узлом подключения к подающим и обратным трубо-

проводам горизонтальной системы отопления. Это семейство обеспечивает реальную геометрию оборудования и создание точной спецификации.

Ключевые слова: BIM-технологии, информационная модель здания, система отопления, семейство радиатора, подключение радиатора к трубопроводам.

According to the accepted rules for execution of working documentation of heating, pipelines on flat drawings can be depicted with a fictitious offset for readability. With the use of modern engineering software, a 3D model of the heating system is created, where each equipment element, the pipeline must be in a strictly defined position. This is a necessary condition for building information modeling. The use of false geometry is unacceptable. A family of a heater with a connection point to the supply and return pipelines of a horizontal heating system has been developed. This family provides the real geometry of the equipment and creates an exact specification.

Keywords: BIM-technologies, Building Information Modell, heating system, radiator family, radiator connection to pipes.

В последнее время в строительстве и архитектуре происходит переход от 2D к 3D (а иногда даже к 4–6D) проектированию с применением BIM-технологий [1]. Информационная модель здания содержит сведения о каждом элементе объекта и является источником создания спецификаций, на основании которых осуществляется закупка материалов и оборудования. Поэтому модель должна полностью соответствовать реальному зданию.

В пилотном проекте «Разработка проектной документации объекта строительства с применением BIM технологий» были запроектированы горизонтальные системы отопления и радиаторы с нижним подключением [2]. Конструирование системы производилось в соответствии с нормативными требованиями [3]. Предусмотрена прокладка трубопроводов из сшитого полиэтилена [4] в цементной стяжке при подготовке пола. Подключение отопительных приборов выполнялись с помощью Г или Т-образных присоединительных медных трубок (рис. 1) [5].

В этом случае трубопроводы проходят непосредственно под прибором вдоль стен (рис. 2) [5].

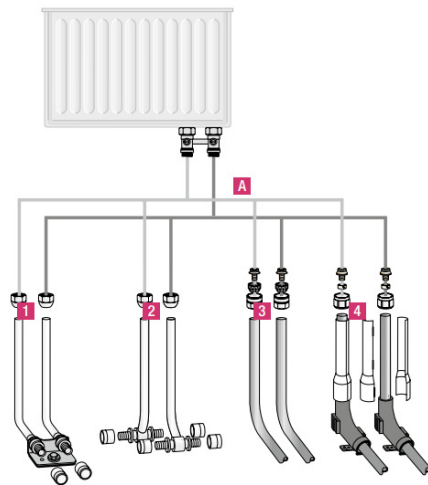


Рис. 1. Общий вид подключений к отопительным приборам из пола

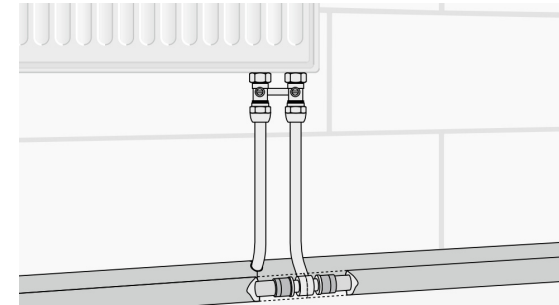


Рис. 2. Подключение отопительного прибора из пола при помощи Т-образных трубок

В рамках работы над пилотным проектом в программе Revit были созданы несколько семейств оборудования систем отопления, в том числе радиатор с узлом подключения. Предлагаемое семейство включает в себя несколько вложенных семейств: отопительный прибор, узел нижнего подключения (прямой блок шаровых кранов с ниппелем), Т-образные присоединительные трубки, подвижные гильзы (рис. 3).

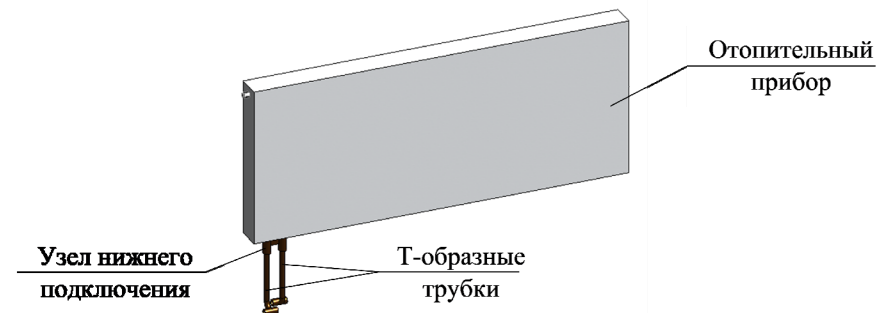


Рис. 3. Семейство отопительного прибора с Т-образными присоединительными трубками

Использование этого семейства позволяет получить модель, которая является точной копией реальной системы отопления (рис. 4), а все его элементы попадают в спецификацию оборудования.

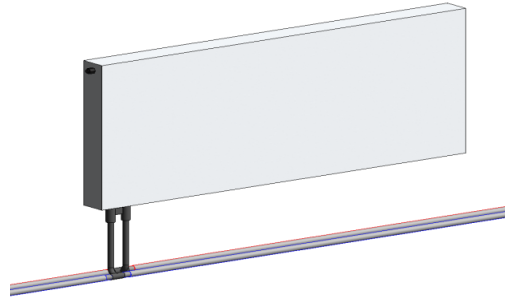


Рис. 4. Подключение отопительного прибора к трубопроводам

Уже сейчас существует возможность подавать на экспертизу и строительную площадку в качестве дополнительной информации BIM-модель объекта. Но рабочая документация выпускается пока в плоских чертежах. План системы отопления, полученный из модели (рис. 5), не совсем соответствует привычному нам, где трубопроводы часто «условно» смещены от своего реального положения.

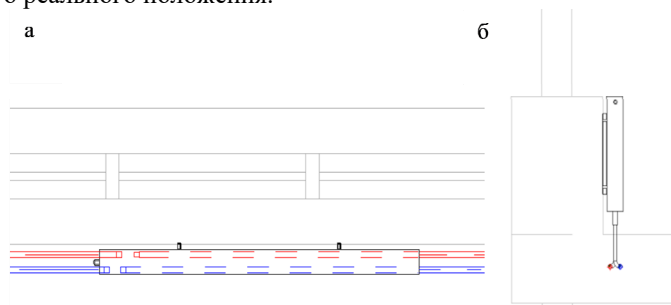


Рис. 5. Подключение отопительного прибора:
а – план; б – разрез

Стоит, однако, иметь в виду, что при наличии информационной модели, любые плоские виды (планы, схемы), полученные из нее, условными уже не являются, а показывают реальное положение элементов зданий/сооружений и систем. Документацию в таких моментах стоит дополнять местными разрезами (см. рис. 5) и, в отдельных случаях, местными изометрическими видами.

Мы имеем расхождение в том, как принято подавать информацию по нормативным документам (принятым в целом для плоских чертежей) и возможностями современных инженерных программ.

Понятие точности модели (геометрической и атрибутивной) – одно из ключевых в технологии информационного моделирования. Таким образом организация, заявляющая о работе в рамках технологии BIM, обязана следовать этому принципу и не имеет права наполнять информационные модели «условной» ложной геометрической информацией.

Пройдет немного времени, информационная модель здания будет использоваться при его монтаже и эксплуатации, тогда преимущества BIM-технологий станут очевидными.

Литература

1. BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained> (дата обращения: 25.02.2018).
2. Покотилов В.В. Системы водяного отопления. Вена: HERZ Armaturen, 2008. 161 с.
3. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: ФГУП ЦПП, 2012. 87 с.
4. Рекомендации по проектированию поэтажной системы отопления HERZ. Ч. 2. Теплопроводная Система HERZ PE-Xc. URL: <http://www.herz-armaturen.ru/upload/book/PE-Xc.pdf> (дата обращения: 25.02.2018).
5. Техническая информация. Радиаторное и напольное отопление. URL: <https://www.rehau.com/download/1786974/ti-radiatornoe-i-napolnoe-otoplenie-rehau.pdf> (дата обращения: 25.02.2018).

УДК 697.4

Ростова Мария Сергеевна, студент
 Сайфуллина Елизавета Альбертовна, студент
 Щеглов Дмитрий Владимирович, студент
 (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
 E-mail: rostova.maria97@yandex.ru,
saiFULLina.liza2016@yandex.ru,
dmitriy.scheglov@rambler.ru

Rostova Mariia Sergeevna, student
 Saifullina Elizaveta Albertovna, student
 Scheglov Dmitriy Vladimirovich, student
 (Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
 E-mail: rostova.maria97@yandex.ru,
saiFULLina.liza2016@yandex.ru,
dmitriy.scheglov@rambler.ru

ПОЭТАЖНЫЙ КОЛЛЕКТОРНЫЙ МОДУЛЬ В REVIT

FLOOR COLLECTOR MODULE IN REVIT

В статье представлены методы использования поэтажного коллекторного модуля в программе Autodesk Revit и рассказано о возможных коллизиях при проектировании. На основе практической работы были выявлены общие и частные проблемы эффективного использования коллекторного модуля для дальнейших расчетов и увязки системы. Были подробно рассмотрены варианты построения коллектора в программе Revit, бес-

печивающие оптимальное функционирование системы отопления здания или сооружения и рационального подбора диаметра труб; раскрыта специфика представления коллектора или коллекторного шкафа; приведены примеры, подтверждающие успешную реализацию в системе отопления.

Ключевые слова: поэтажный коллекторный модуль, коллекторный шкаф, коллектор, проектирование, система отопления, расчет, диаметр труб.

The article presents methods of using a floor collector module in Autodesk Revit and describes possible collisions while engineering. Based on practical work were determinate common and particular problems of effective using collector module for further calculation and linkage the system. Variants of collector modeling in Revit, which provide optimum working of heating system of buildings and constructions and rational choice of pipes diameter, were reviewed; the specificity of representation of collector or collector locker was disclosed; there are examples, which proves successful realization in the heating system.

Keywords: floor collector module, collector locker, collector, engineering, heating system, calculation, pipes diameter.

В наше время, использование ВМ-технологий становится все более популярно, поэтому верно спроектированное оборудования систем ОВ важно для последующих расчетов и конструктивных решений. Особое значение имеет коллекторный модуль, поскольку он играет важную роль в распределении теплоносителя (рис. 1).

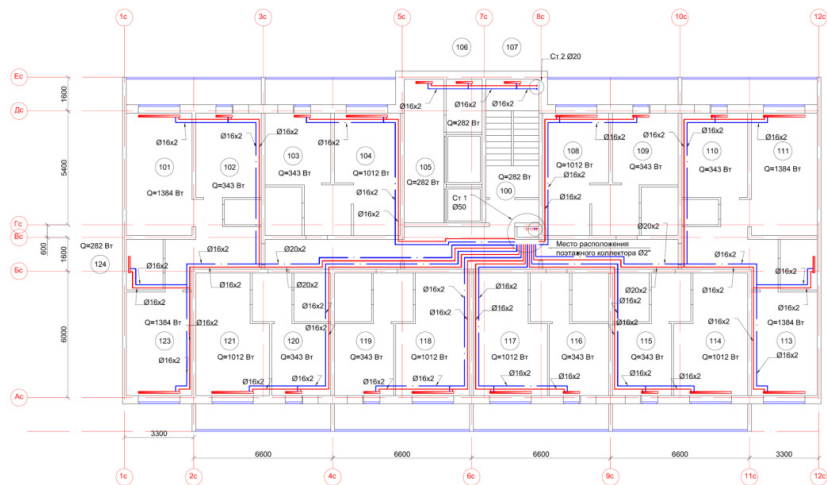


Рис. 1. Лучевая разводка системы отопления жилого здания

Коллекторный модуль (рис. 2) – продуманные конструкторами, компактно собранные и теплоизолированные в заводских условиях арматурные узлы. Их применение позволяет до минимума сократить время проектирования и монтажа системы теплоснабжения, избежать проектных и монтажных

ошибок. При этом стоимость готового модуля ниже стоимости аналогичного по составу набора элементов, приобретаемых по отдельности [1].



Рис. 2. Коллекторный модуль Heiz

этажные коллекторные распределители предназначены для организации квартирного учета тепла при применении поэтажной разводки от центрального распределительного стояка [2]. В системе они служат для распределения теплоносителя к отопительным контурам (к каждому модулю присоединяется один контур). Коллекторные модули могут последовательно соединяться между собой в блоки. Модули комплектуются встроенными шаровыми кранами (на отводах), теплоизоляцией из пенополистирола, средствами крепежа и полусгонами с накидными гайками для подключения насосных групп и насосно-смесительных узлов [3].

Очень часто при проектировании отопления инженеры-проектировщики теряют много времени на разработку распределительных гребенок в системах отопления [4].

При разработке совместного ВМ-проекта, в котором принимали участие студенты различных специальностей СПбГАСУ (архитекторы, инженеры ОВ, инженеры ВК) так же не удалось избежать проблемы, представленной выше. Один из вариантов решения данного вопроса – простейший шкаф (рис. 3) под коллекторный модуль, однако программа может выдать неточный расчет.

В дальнейшем, была найдена обновленная библиотека компании Prorubim, в которой представлена продукция компании Meibes. Ими разработаны семейства этажных отопительных распределителей серии LOGOfloor R (рис. 4) для программного обеспечения Autodesk Revit.

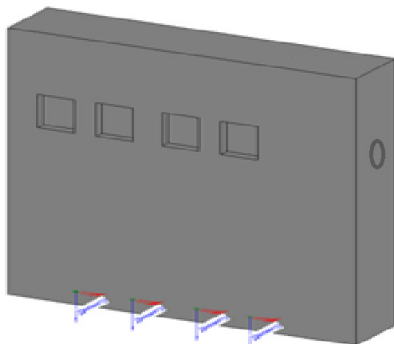


Рис. 3. Коллекторный шкаф

Семейства *Meibes* наполнены общими параметрами в соответствии со стандартом *Autodesk BIM 2.0*, а это значит, что семейства заполняют спецификации, на низком и среднем уровне детализации в проекте отображаются в условных обозначениях, корректно передают данные из системы до и после себя [4].

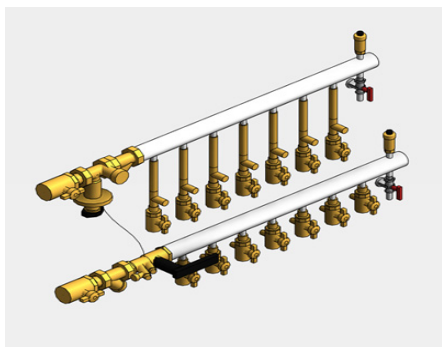


Рис. 4. Поэтажный коллектор Meibes

При проектировании коллекторного модуля в *Revit* необходимо придерживаться *BIM*-стандартов, к примеру:

– Шаблоны семейств. Для создания загружаемого семейства существует необходимость использовать шаблон, в котором уже заложены нужные наборы параметров и свойств. При проектировании важно избегать неверного выбора шаблона, для предотвращения некорректного поведения и отображения элемента модели.

– Разработка семейств. При создании семейства необходимо точно определять параметры и назначение его в системе, для этого рекомендуется применять файл общих параметров организации и придерживаться их [5].

Поскольку *BIM*-технологии развиваются очень быстро, существует цель обеспечить квалифицированную подготовку обучающихся и ввести данное направление в изучаемые дисциплины для более подробного ознакомления.

Исходя из практического использования *BIM*-проектирования, сделан вывод о необходимости создания Российской единой библиотеки семейств, которая будет доступна всем зарегистрированным пользователям. Сама библиотека может представлять собой систематизированный список компаний, которые выпускают свою продукцию для систем ОВК, ВК и прочих.

Литература

1. Каталог коллекторных модулей URL: http://valtec.ru/catalog/recommended/gruppy_bystrogo_montazha/nasosnyj_modul_s_bajpasom_vtvar1lg.html
2. Этажный распределитель от *Maibes* URL: https://content.prorubim.com/materials/etazhnyy_raspredeitel_4_vyhoda_podklyuchenie_sleva
3. Каталог инженерной сантехники URL: http://luch-develop.valtec.ru/catalog/sistemy_modulnogo_montazha/gruppy_bystrogo_montazha/kollekornyj_modul_vtvar30g.html
4. Библиотека семейств для систем отопления URL: <http://prorubim.com/ru/2018/02/meibes/>
5. Все материалы по *BIM* стандарт v 2.0 URL: <https://knowledge.autodesk.com/community/collection/28236>

УДК 628.24

Разумова Марина Валентиновна,
бакалавр техн. наук,
Федоров Святослав Викторович,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: marina.razumova.19@yandex.ru,
svyatoslavfedorov@mail.ru

Razumova Marina Valentinovna,
bachelor of engineering,
Fedorov Sviatoslav Viktorovic,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: marina.razumova.19@yandex.ru,
svyatoslavfedorov@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ AUTOCAD CIVIL 3D ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАРУЖНОГО ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ

USE OF AUTOCAD CIVIL 3D FOR AUTOMATED DESIGN OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE

Внедрение *BIM* программ в России является инновационным направлением развития строительной отрасли, начиная с 2014 года. Выпущено ряд пилотных проектов, вы-

полненных в *BIM*, появляются первые нормативные документы. В настоящее время лидером на мировом рынке по производству САПР и *BIM* программ является компания *Autodesk*. Для проектирования внешних инженерных сетей, в частности водопровода и канализации были представлена такая программа как *AutoCAD Civil 3d*, которая взаимодействует с другим пакетом программ от *Autodesk*. Программа позволяет повысить качество проектирования, увеличить производительность, сократив тем самым сроки проектирования, расширить возможности совместной работы, сделать более детальную проработку проекта, существенно снизить ошибки при проектировании, а также сделать визуализацию всей инфраструктуры генплана с внешними сетями. Теперь стали возможными быстрые динамические изменения в проекте, быстрая оценка альтернативных вариантов.

Ключевые слова: *BIM*, *AutoCAD Civil 3d*, *Infraworks*, трубопроводная сеть, напорная, трубопроводная сеть.

Introduction of BIM programs in Russia is the innovative direction of development of construction branch, since 2014. It is issued a number of the dense projects executed in BIM, the first normative documents appear. Now the leader in the world market in production of a CAD and BIM programs is the Autodesk Company. For design external engineering networks, in particular plumbing and sanitary were such program as *AutoCAD Civil 3d* which interacts with other software package from Autodesk is submitted. The program allows to increase quality of design, to increase productivity, having reduced thereby design terms, to expand possibilities of collaboration, to make more detailed study of the project, it is essential to lower mistakes at design, and also to make visualization of all infrastructure of the general plan with external networks. Now fast dynamic changes in the project, fast assessment of alternative options have become possible.

Keywords: BIM, AutoCAD Civil 3d, Infraworks, pipeline network, pressure pipe network.

AutoCAD Civil 3d – это *BIM* программа от компании *Autodesk* для автоматизированного проектирования генеральных планов и линейных инженерных сооружений, базирующаяся на обычных примитивах *AutoCAD*, все объекты программы являются интеллектуальными и автоматически изменяют свои свойства и параметры. К главным достоинствам программы можно отнести проектирование и визуализацию в 3d, автоматизированное построение профилей, как внешних инженерных сетей, так и дорог и автомагистралей, возможность быстрых изменений в проекте путем изменения динамических объектов в модели, автоматический подсчет земляных объемов [1, 2].

Уже одно только появление динамических связей между объектами, несомненно, позволит увеличить производительность, сократить сроки проектирования и повысить точность.

Программа может работать в связке с другими *BIM* программами от *Autodesk*, такими как *Revit* и *Infraworks*.

AutoCAD Civil 3d позволяет строить цифровую модель рельефа (рис. 1). Получить высотные отметки можно путем импортирования *text*-файла с координатами точек, а так же путем преобразования из текста или блоков высотных отметок из обычного *AutoCAD* [3].

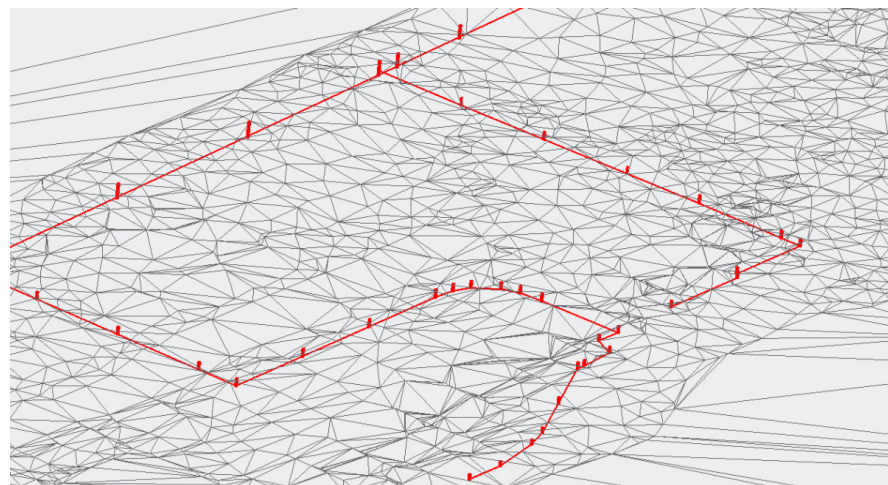


Рис. 1. Цифровая модель рельефа с самотечной сетью

Программа значительно упрощает проектирование наружных сетей водопровода и канализации. Так как объекты являются протяженными, вычерчивание профилей вручную с пересчетом отметок занимает у проектировщика много времени, не исключены ошибки и многочисленные исправления в проекте. Программа позволяет вычерчивать профиль с проставлением всех отметок и уклонов автоматически (рис. 2). Вся сеть и ее каждый элемент имеют свои свойства. В случае правок в проекте, можно поменять свойства объекта (трубы, колодца, фитинга), далее программа подхватит изменения и динамически поменяет профиль и 3d модель.

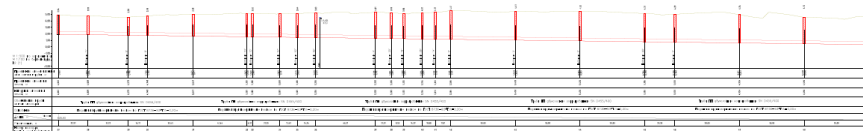


Рис. 2. Профиль самотечной сети

С помощью программы можно автоматически нумеровать элементы сети, и проставлять точные длины и диаметры труб. В свойствах сети можно узнать точный метраж трубопроводов и наглядно увидеть пронумерованное количество элементов, что упрощает составление спецификации.

Инструменты для проектирования сетей НВК поделены на 2 типа: трубопроводная сеть (инструменты для проектирования самотечных сетей) и напорная сеть (водопровод) [3, 4]. В инструменты трубопроводной сети

встроены каталоги с самотечными трубами и колодцами, которые можно создавать дополнительно в конструкторе элементов.

Напорная сеть в *Civil 3d* очень отличается от трубопроводной (самотечной). Объекты создаются через отдельное приложение «Редактор каталогов компонентов». В программу по умолчанию входит русский каталог, но его недостаточно для комплексного проектирования и его приходится дорабатывать вручную. В редакторе компонентов можно загружать фитинги, тройники, задвижки и гидранты в *3d*, особенностью является то, что в каталоги можно добавлять только изделия, сделанные в обычном *AutoCAD 3d*.

С помощью программы можно моделировать траншеи и выемки с различными откосами и получать точные данные о земляных объемах (рис. 3). С помощью специальных плагинов можно строить картограмму земляных объемов.

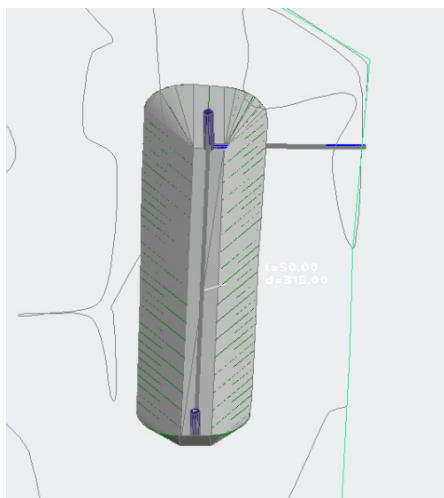


Рис. 3. Траншеи в *Autocad Civil 3D*

Впервые *AutoCAD Civil 3d* появился на рынке в 2006 году и постепенно стал завоевывать популярность среди пользователей, затем программу стали внедрять в крупные проектные институты, шаблоны программы не были адаптированы под РФ и их приходилось дорабатывать вручную, сейчас в новой версии программы русские шаблоны более дополнены.

Программа взаимодействует с такими программами как *Infraworks* и *Revit*.

Infraworks – это программа для создания концептуальной информационной инфраструктуры, которая позволяет делать эффектную визуализацию проектных решений. В частности позволяет делать видео с различными эффектами. К достоинствам этой программы можно отнести то, что рельеф

любой местности с точностью до 1 м, а также застройку с дорогами, парками скверами и. т. д. можно взять со спутника через «Конструктор модели» *Infraworks* (рис. 4). Имеется высота для всех зданий и сооружений. Данные можно экспортировать в *Civil 3d*. Так же можно создать проект в *Civil* и экспортировать его в *Infraworks*. В библиотеку *Infraworks* встроены различные конструкции и объекты, такие как дома, дороги, мосты, различные механизмы, люди. Все это удобно для визуализации [5].

Объекты, созданные в *Revit* так же можно экспортировать в *Civil 3d*, подключив внутренние водопровод и канализацию к наружным сетям.



Рис. 4. Пример территории, взятой со спутника *Infraworks*

Заключение. Программа *AutoCAD Civil 3d* позволяет снизить сроки проектирования, избежать ошибок, сделать качественную визуализацию и несколько вариантов проекта. Каждый проектировщик или проектный институт может дорабатывать свои шаблоны под специфику, оформление и проектные решения своей организации. С помощью дополнительных плагинов можно дополнить функциональные возможности программы.

Литература

1. *Autocad Civil 3d*. Проектирование объектов инфраструктуры Autodesk. URL: <https://www.autodesk.ru/products/autocad-civil-3d/overview> (дата обращения 30.02.2018).

2. Autocad Civil 3d .Решение для проектирования объектов инфраструктуры. URL: <http://www.pss.spb.ru/products/Autodesk/Civil3D.html>(дата обращения 30.02.2018).

3. Пелевина И.А. Самоучитель AutoCAD Civil 3D. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. С. 57-162, С. 365-395.

4. Chappell E. AutoCAD Civil 3D 2016. Essentials. Autodesk official press. 2015. С. 273-339.

5. Быстрое макетирование инфраструктурных моделей с помощью Autodesk In-fraworks. URL: <http://sapr.ru/article/24410> (дата обращения 30.02.2018).

УДК 519.7+004.4

Поляков Илья Сергеевич

студент магистратуры

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: ke7053@yandex.ru

Polyakov Ilya Sergeevich,

master's degree student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: ke7053@yandex.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ BIM

OPTIMIZATION OF THE INTERFACE AND ORGANIZATION OF BIM

В данной статье рассматриваются способы оптимизации проектирования с использованием BIM технологий. На основе анализа результатов проектной организации можно выделить основные моменты, требующие улучшения и оптимизации путем организации работы и использования дополнительного программного обеспечения.

Оптимизация помогает ускорить и упростить процесс проектирования, а также избежать многих ошибок в ходе работы. Это особенно актуально для построения больших и сложных моделей, где исправление ошибок и применение изменений влечет за собой большое количество дополнительной работы. В роли программного обеспечения могут быть использованы: макросы, плагины и внешние программы.

Ключевые слова: BIM, Информационная модель здания, оптимизация интерфейса, организация работы, проектирование, API.

This article discusses the optimization methods of design, using BIM technology. Based on the analysis of the results of the project organization, it is possible to identify the main points that require improvement and optimization due to the organization of work and the use of additional software.

Optimization helps to speed up and simplify the design process and avoid many errors during operation. This is especially actual for building large and complex models, where correcting errors and making changes entails a large amount of additional work. As software can be used: macros, plug-ins and external programs.

Keywords: BIM, building Information model, optimization of interface, organization of work, design, API.

Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model) – это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строи-

тельства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса. Многие модели BIM являются достаточно сложными и трудоемкими (особенно многоэтажные здания). Они несут большой объем информации о проектируемом объекте. При таком подходе к проектированию, встает проблема оптимизации и организации работы. Цели которой являются: упростить и ускорить процесс проектирования, уменьшить затраты на производства, создать новые инструменты работы с проектом.

Оптимизация BIM – технологии разделяется на две основные группы: ускорение создания модели и создание новых инструментов работы с моделью.

Плагины такого рода, как правило, выполняют за пользователя однообразную монотонную работу, по определенному, заданному алгоритму. Во время выполнения команды, пользователь не может управлять проектом и просто ждет окончания работы плагина. Примером такого плагина является программа, которая создает отверстия на месте пересечения воздуховодов из проекта инженеров и стен из проекта архитекторов (рис. 1). После того, как инженер производит проектирование инженерных коммуникационных систем, ему нужно отослать задание архитектору для прорезания проемов в стенах и перекрытиях. Для этого архитектор подгружает задание (для данного способа это просто проект, в котором работает инженер), как связанный файл, и запускает диспетчер отверстий, в котором видит все пересечения (рис. 2) и необходимую по ним информацию, такую как:

- уровень;
- высотная отметка;
- форма проема;
- размеры проема;
- основание проема;
- категория;
- комментарии инженера по этому проему.

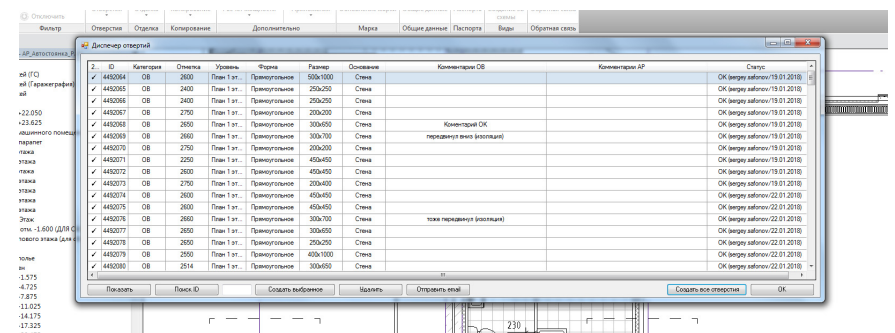


Рис. 1. Программа создания отверстий

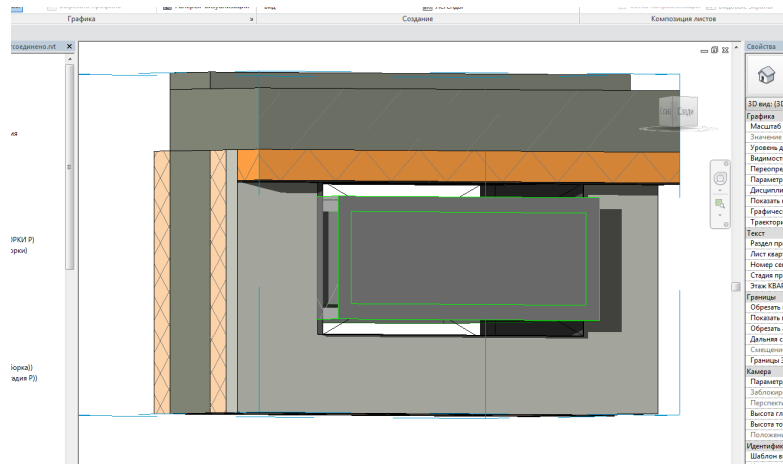


Рис. 2. Проем с воздуховодом, пересекающим стену

В данном проекте более 2 сотен пересечений (рис. 3), и архитектор может построить их с помощью плагина за пару минут. Даже если инженер внесет поправки в модель, то архитектор в диспетчере увидит сообщение о несовпадении элементов или их параметров и, выделив данный проем, поправит его на виде самостоятельно. При множественном несовпадении можно удалить все проемы и построить заново с исправленными параметрами. Если архитектор не согласен с этими изменения, то он может написать об этом в диспетчере или отправить автоматический email со своим сообщением инженеру, где будет указана вся информация по проему и сообщение

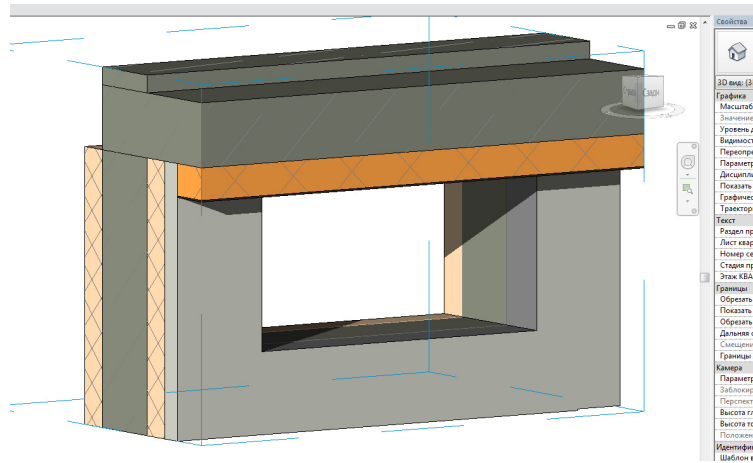


Рис. 3. Проем в стене

архитектора. Данный пример показывает, как можно повысить эффективность работы с моделью, а именно: упростить обмен заданиями, облегчить построение и редактирование модели, а также избежать множества ошибок.

При построении модели, многие пользователи сталкиваются с ситуацией, когда не хватает стандартных инструментов для работы с проектом. В таком случае приходит на помощь API. В плагине можно комбинировать уже существующие инструменты и создавать свои собственные, содержащие необходимый функционал. Примером является плагин создания спецификаций по смешанным категориям (рис. 4).

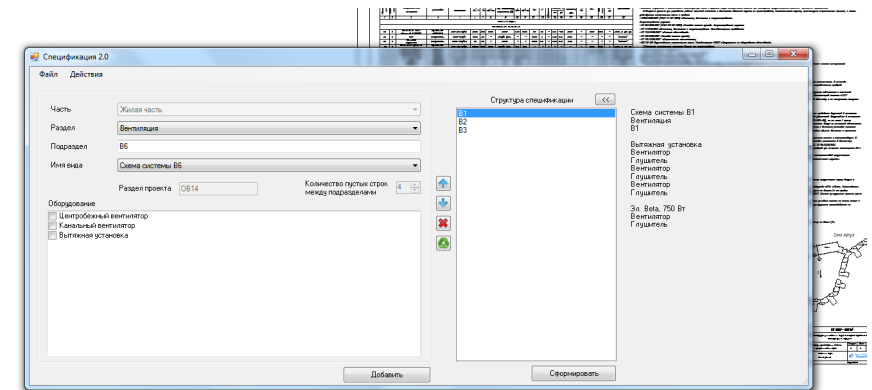


Рис. 4. Программа для создания спецификаций

Он позволяет создать таблицу в заголовке спецификации и заполнить ее на подобии самой спецификации. Уникальность такого подхода состоит в том, что создать спецификацию в таком виде (без единого поля, с определенными категориями) возможно только средствами API. В противном случае, спецификация будет иметь некорректный вид. От пользователя требуется только построить структуру, в которой указаны нужные для этого раздела виды, название ведомости и узлы оборудования. Либо загрузить уже существующую структуру. Программа находит необходимый вид и анализирует элементы и их параметры на этом виде, после чего записывает их в ведомость. (рис. 5). С учетом нюанса печати, каждая ведомость создается на отдельном листе в определенной рамке. Стиль ведомости задается автоматически, но, если есть необходимость, то его можно изменить в шаблоне спецификации, предварительно созданной из плагина. Там же задаются параметры переноса: когда значение параметра имеет длину, превышающую длину ячейки, то оно разделяется на несколько частей, каждая из которых записывается в определенную строку. Ведомости не являются динамическими (как стандартные ведомости Revit) и при изменении модели они те-

ряют свою актуальность. Для этого в плагине используются сохранения структуры, которые позволяют мгновенно создать новые аналогичные ведомости, включающие изменения в модели.

Код	Наименование и количество элементов	Габариты, Объемные характеристики	Ед. измерения	Единица измерения	Кл. др.	Масса элемента, кг	Примечание
В1							
1	Конический элемент	Сторона 1.200		Архитек	мм	1	
2	Колонна цилиндрическая с конической оболочкой (горизонтальная оболочка)	ВК-1(100)-10-10220-100		Архитек	мм	2	
	сферическая с эллиптическими ребрами (с вертикальной оболочкой)			ИТ	мм	2	
3	Воздуховод из листового стекла В-0,5м	1000 1000-10			м	50,0	
4	Мембрана пленочная				кг	7,0	
В2							
1	Колонна решетчатая	Колонна решетчатая		Архитек	мм	1	
2	Воздуховод решетчатый с обшивочным слоем	400050-150		Архитек	мм	10	
3	Воздуховод решетчатый с обшивочным слоем без ребер	400050-150		Архитек	мм	10	
4	Воздушный канал	400 150-150		Архитек	мм	1	
5	Воздушный канал	400 200-200		Архитек	мм	10	
6	Воздушный канал	400 300-200		Архитек	мм	0	
7	Воздушный канал	400 400-200		Архитек	мм	2	
8	Колонна цилиндрическая с конической оболочкой (горизонтальная оболочка)	ВК-1(100)-10-10220-100-100		Архитек	мм	5	
	сферическая с эллиптическими ребрами (с вертикальной оболочкой)			ИТ	мм	5	
9	Колонна цилиндрическая с конической оболочкой (горизонтальная оболочка)	ВК-1(100)-10-10220-100-100		Архитек	мм	1	
	сферическая с эллиптическими ребрами (с вертикальной оболочкой)			ИТ	мм	1	
10	Колонна цилиндрическая с конической оболочкой (горизонтальная оболочка)	ВК-1(100)-10-10220-100-100		Архитек	мм	2	
	сферическая с эллиптическими ребрами (с вертикальной оболочкой)			ИТ	мм	2	
11	Воздуховод из листового стекла В-0,5м	1000 1000-10			м	1,0	
12	Воздуховод из листового стекла В-0,7м	1000 1000-10			м	20,0	
13	Воздуховод из листового стекла В-0,7м	1000 1000-10			м	2,0	
14	Воздуховод из листового стекла В-0,5м	1000 1000-10			м	5,0	

Рис. 5. Спецификация, размещенная на листе

Плюсами нединамических ведомостей является то, что они не нагружают проект (так как для динамики нужно отслеживать изменение параметров элементов и менять их значение в спецификациях, что существенно замедляет работу с большими моделями) и не имеют обратной связи. То есть когда в стандартной спецификации изменяем значение параметра элемента, то он изменяет и в проекте, что вызывает много ошибок.

В итоге мы приходим к выводу, что для наиболее эффективной работы с ВМ, процесс моделирования возможно и нужно оптимизировать: сделать его более простым, быстрым и удобным. Это поможет улучшить качество модели, а также избежать многих ошибок при ее построении и снизить затраты на производство.

Литература

1. Пакидов О. И. Основы ВМ: Информационное Моделирование для строителей. Набережные Челны, 2014. 35 с.
2. Талапов В.В. Основы ВМ: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК-пресс, 2011. 391 с.
3. Талапов В.В. Технология ВМ: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК-пресс, 2015. 410 с.
4. Четверик Н. Затраты на ВМ-технологии в проектировании оправдываются высокой эффективностью. 2014.
5. Revit SDK 2017.

УДК 004.9

Могилina Виктория Сергеевна, студент
 Сазанова Алена Николаевна, студент
 Шумилов Константин Августович,
 канд. техн. наук, доцент
 (Санкт-Петербургский государственный
 архитектурно-строительный университет)
 E-mail: viktoriyams1997@mail.ru,
 alenka_sazanova@mail.ru,
 shkas@mail.ru

Mogilina Viktoriya Sergeevna, student
 Sazanova Alena Nikolaevna, student
 Shumilov Konstantin Avgustovich,
 PhD of Tech. Sci., Associate Professor
 (Saint Petersburg State University
 of Architecture and Civil Engineering)
 E-mail: viktoriyams1997@mail.ru,
 alenka_sazanova@mail.ru,
 shkas@mail.ru

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБОЛОЧЕК В DYNAMO
 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON**

PROGRAMMING OF SURFACES IN DYNAMO WITH USING OF PYTHON

Применение информационного моделирования зданий (ВМ) в различных сферах становится все более и более популярным в течение последних лет (2011–2015). ВМ направляет возможности различных платформ для взаимодействия и обмена данными с друг другом.

Преимущества этого подхода – устранение избыточности и дублирования данных в аналитических моделях и обеспечение устойчивости программных функций.

В статье рассмотрено визуальное программирование оболочек, таких как коническая, сферическая и торообразная оболочка. Концепция ВМ для анализа и расчета нагрузки наиболее полно реализуется в связке Autodesk Revit и Robot Structural Analysis Professional.

Ключевые слова: визуальное программирование, оболочка, анализ нагрузки, использование ноды Python Script.

Applications of building information modeling (BIM) in various fields are getting more and more popular during the last decade (2011–2018). BIM refers to the ability of two separate systems or software programs to communicate and exchange data with each other.

The advantage of this methodology that seamless data transfer offers is that this will remove redundancy and duplicate data generation, in analytical models and ensure the incorporation of sustainable features.

In this article, visual programming of shells is considered, such as: conical shell, spherical shell, toroidal shell. Also, the BIM concept for analysis and load calculation is most fully implemented in a bunch of Autodesk Revit and Robot Structural Analysis Professional.

Keywords: visual programming of surfaces, load analysis, use the node of Python Script.

ВМ – это цифровое представление объекта, которые включает в себя не только трехмерные (3D) геометрические модели, которые непосредственно могут создавать 2D и 3D чертежи. ВМ также может предоставить конкретную информацию по широкому спектру строительных элементов и систем, связанных со зданием (например, конструкции стен, свойства материалов, пространства и тепловые зоны, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC), геопрограммная информация, пространственная нагрузка и т. д.). Эта информация может быть использо-

вана для других целей анализа данных. Использование *BIM* в качестве основного хранилища для информации о строительном проекте произвело революцию в управлении проектами.

Визуальное программирование – способ написания программы с использованием графических объектов. Визуальное программирование часто представляют как следующий этап развития текстовых языков программирования.

Создание объектов включает установление визуальных, системных или геометрических отношений между частями строения. Они развиваются рабочими процессами, которые приводят нас от концепции к результату посредством правил. Возможно, когда мы не знаем об этом, мы работаем алгоритмически – определяем пошаговый набор действий, которые следует базовой логике ввода, обработки и вывода. Визуальное программирование позволяет нам продолжать работать таким образом, но путем формализации наших алгоритмов.

Python – широко используемый язык программирования, популярность которого во многом зависит от его стиля синтаксиса. Он легко читается, что облегчает изучение, по сравнению с другими языками. *Python* поддерживает модули и пакеты и может быть встроен в существующие приложения [1].

Визуальное программирование имеет много преимуществ. Оно позволяет создавать программы без изучения специального синтаксиса в интуитивно понятном интерфейсе. Тем не менее, визуальная программа может стать загроможденной и отставать в функциональности. *Python* предлагает гораздо более доступные методы для написания условных операторов (*if/then*) и циклирования, это мощный инструмент, который может расширить возможности *Dynamo* и позволяет заменить многие узлы несколькими краткими строками кода.

The Python Node. Подобно блокам кода, узлы *Python* представляют собой интерфейс сценариев в среде визуального программирования. Узел *Python* можно найти в разделе *Core > Scripting* в библиотеке. Двойной щелчок по узлу открывает редактор сценариев *Python* (также можно щелкнуть правой кнопкой мыши по узлу и выбрать *Edit ...*) [2].

В результате проделанной работы сделана попытка создать на основе *Python* универсальный скрипт для построения различных видов оболочек. Виды оболочек, построенные с помощью *Python*.

Используя код как на рис. 1, получена коническая оболочка, которая изображена на рис. 2 [3].

Здесь радиус основания, высоту и угол мы можем удобно изменять с помощью стандартных нодов (*Integer Slider* и *Number*). Также использованы: *Surface.ByRevolve* – функция для создания поверхности путем сдвига кривой профиля вокруг луча оси, представляющего собой вектор оси.

```

if Choice==1:
for i in (0,q+1):
x=R1*math.cos(0+w1)
y=R1*math.sin(0+w1)
sur. append(Point.ByCoordinates(x,y,z))
w1=w1+qq
k=NurbsCurve.ByPoints(sur)
sur1=[]
w=0
q2=(R2/q)
for i in range(0,q+1):
x=R1-(0+w)*2
z=(0+w)
sur1. append(Point.ByCoordinates(x,0,z))
    
```

Рис. 1. Пример кода

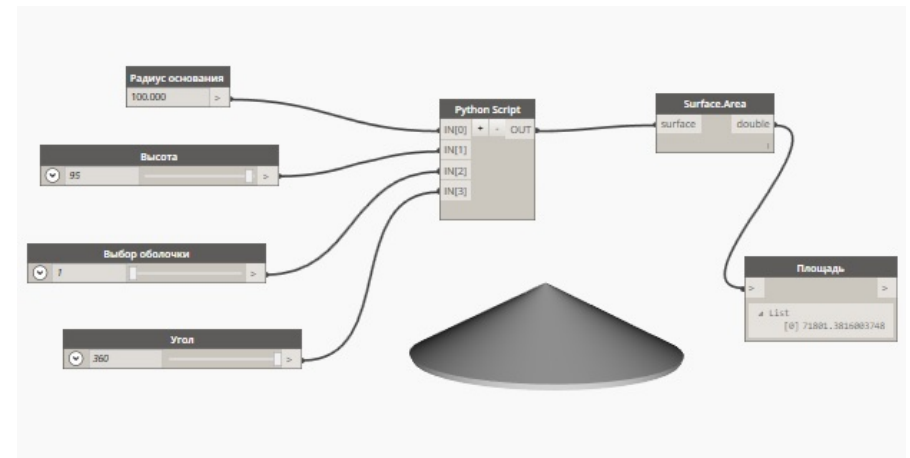


Рис. 2. Коническая оболочка

NurbsCurve.ByPoints – создание сплайна, путем интерполяции между точками.

Surface.Thicken – функция для утолщения.

При вводе 2 получаем торообразную оболочку, которая показана на рис. 3 [4].

Далее была получена сферическая оболочка, изображенная на рис. 4.

Сделана попытка провести расчет надежности конструкций проекта с использованием смоделированных оболочек. Для этого с помощью нодов

Geometry.ExportToSAT и *String* (указываем будущее местоположение файла) проведено преобразование моделей в формат *.sat*, чтобы использовать в *Revit* для анализа данных. Ставим несущие колонны по краям оболочки (рис. 5).

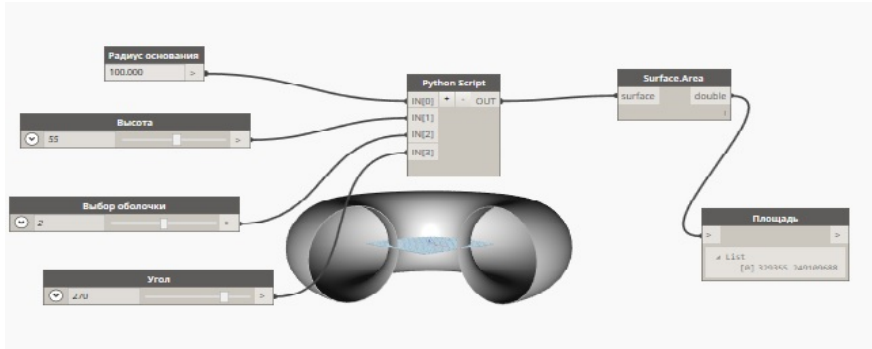


Рис. 3. Торообразная оболочка

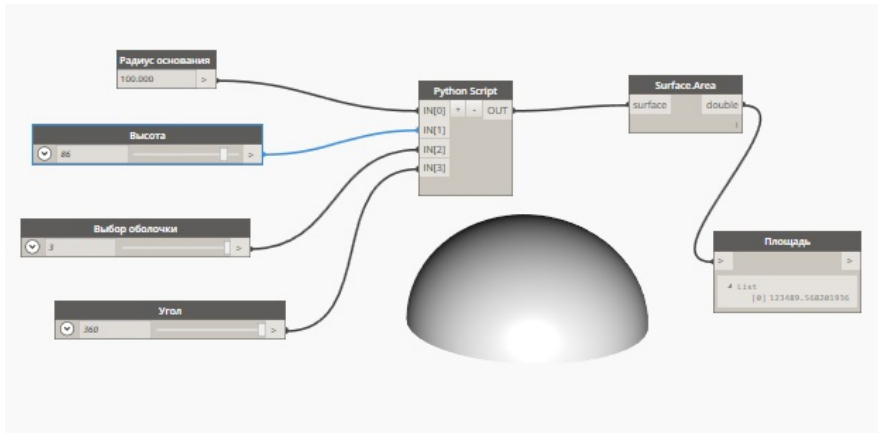


Рис. 4. Сферическая оболочка

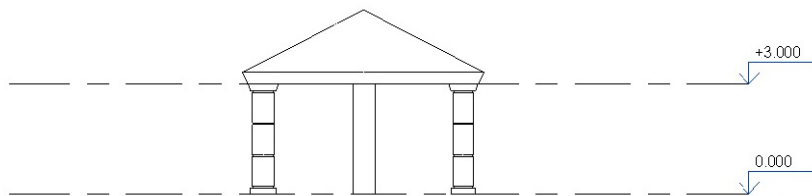


Рис. 5. Расстановка несущих колонн по краям оболочки

Анализ Нагрузки. Сделан переход во вкладку «Анализ» и с помощью инструментов «Нагрузки», «Граничные условия» приложены нагрузки и заданы граничные условия.

Были выбраны «Сосредоточенная нагрузки на элемент», «Линейная нагрузка на элемент», а в граничных условиях «Сосредоточенная».

На данный момент – это предмет дальнейших исследований, так как при анализе нагрузки возникают некоторые проблемы.

Литература

1. Python. URL: <https://www.python.org> (дата обращения: 21.01.2018).
2. The Dynamo Primer. URL: <http://dynamoprimer.com/en/> (дата обращения: 05.02.2018).
3. Лутц М. Программирование на Python / Пер. с англ. 4-е изд. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 120 с.
4. Карпов В.В. Математическое моделирование, алгоритмы исследования модели, вычислительный эксперимент в теории оболочек: Учебное пособие / СПб.: СПбГАСУ, 2006. 330 с.
5. Autodesk Revit Architecture 2012. Официальный учебный курс / Перевод с англ. В. В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2012. 320 с.

УДК 004.9

Подорогина Евгения Александровна,
студент
Шумилов Константин Августович,
канд. техн. наук, доцент
Мазинг Алексей Артурович,
ассистент,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Lace.96@mail.ru,
shkas@mail.ru,
alexmazing@yandex.ru

Poddorogina Evgeniya Alexandrovna,
student
Shumilov Konstantin Avgustovich,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Mazing Aleksey Arturovich,
assistant,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Lace.96@mail.ru,
shkas@mail.ru,
alexmazing@yandex.ru

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В DYNAMO – REVIT

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS IN DYNAMO – REVIT

Совсем недавно в России появились *BIM* технологии и перевернули подход к строительному процессу. Конечно же, результаты впечатляют: на сегодняшний день проектировать, строить и управлять можно намного качественней, дешевле и эффективнее. *BIM* технологии – это одно из приоритетных направлений развития в сфере проектирования и строительства. Но надо отметить, что новое приживается не просто. Представленная работа нацелена на улучшение понимания взаимодействия компонентов *BIM* технологий и современного строительства.

В статье ставится задача исследовать два способа построения зданий. Для этого будем использовать возможности *Revit* в комбинации с инструментом для *BIM* моделирования в *Revit – Dynamo*, который позволяет значительно расширить функциональные возможности *Revit*.

Ключевые слова: *BIM* технологии, визуальное программирование, *Dynamo*, *Revit*, *Python Script*, ноды.

Not that far in Russia, *BIM* technologies appeared and turned an approach to the construction process. Notably that the results are impressive: today it can designed, built and managed much more better, cheaper and more efficiently. *BIM* technology is one of the priority areas of development in the fields of design and construction. But it should be noted that the new approach takes root not easily. This work is aimed to improve understanding of the interaction of *BIM* technology components and modern construction.

The article aims to explore two ways of building construction. For this we will use the capabilities *Revit* in combination with a tool for *BIM* in *Revit – Dynamo*, which allows to significantly extend the functionality of *Revit*.

Keywords: *BIM* technologies, Visual Programming, *Dynamo*, *Revit*, *Python Script*, nodes.

BIM моделирование – это процесс, в результате которого формируется информационная модель здания, которая позволяет хранить в себе физические характеристики, эксплуатационные свойства, способы возведения отдельных элементов и самого объекта в целом [2]. Всё что будет необходимо для вовлечённых в процесс проектирования, строительства и эксплуатации объекта специалистов находится в одной информационной модели здания. Для каждого участника, вовлеченного в проект, *BIM* проявляется в различных формах. Во-первых, это зависит от степени вовлеченности специалиста в общий процесс создания модели здания. Во-вторых, непосредственно от специализации. Различные участники – проектировщики (архитекторы, инженеры и смежники), строители и управляющие, как самим процессом строительства, так и уже готовым объектом на выходе, взаимодействуют с *BIM* по-разному и воспринимают только ту его часть, которая касается непосредственно их поля деятельности.

На сегодняшний день существуют различные схемы визуального программирования при моделировании зданий [1, 2]. В данной статье рассматривается конкретный пример, а именно такой инструмент визуального программирования как *Dynamo*. Данный инструмент предоставляет возможность значительно расширить функциональные возможности *Revit*, ускорить процесс проектирования и повысить качество итогового результата. Данный инструмент может работать как в связке с программой *Revit*, так и без данной программы. Рассмотрим два варианта, в первом будем использовать *Design Script*, а во втором применим *Python Script* и так же стандартные ноды. Стоит отметить что *Design Script* это собственный язык программирования такого инструмента визуального программирования как *Dynamo*, ориентированный на создание геометрии. Большинство имеющихся в программе нодов являются операторами *Design Script*, они оформлены в виде нодов (это прямоугольники с входными и выходными слотами), в то же время эти операторы можно записывать текстом в кодовом ноде, который вызывается

двойным щелчком левой кнопки мыши по свободному полю *Dynamo*. Кодовый нод может распознавать записанную в него информацию и автоматически формировать входные и выходные слоты.

В первом случае рассмотрим возможности *Design Script*. Для этого необходимо создать два пользовательских нода для реализации функций копирования и создания перекрытий (рис. 1) [3].

Функция копирования(gmtr,h0,k)	Функция создания перекрытий(cur,flo,lev)
<pre>def copy(gmtr,h0,k) { return=[Imperative] { j = 0..(k-1); g={}; for (i in j) { g[i]=gmtr.Translate(0,0,h0*i); } return=g; };</pre>	<pre>def floo(cur:var[],flo,lev) { return=[Imperative] { k=Count(cur); j = 0..(k-1); g={}; for (i in j) { g[i]=Floor.ByOutlineTypeAndLevel(cur[i],flo,lev); } return=g; };</pre>

Рис. 1. Стандартные ноды

Начальные данные в первой функции: *gmtr* – это геометрический примитив – полигон, *h0* – высота этажа, *k* – количество этажей, во второй функции: *cur* – это поворот перекрытия, *flo* – тип перекрытия, *lev* – уровень перекрытия. Далее соединяем с нужными нам нодами и в итоге получаем (рис. 2).

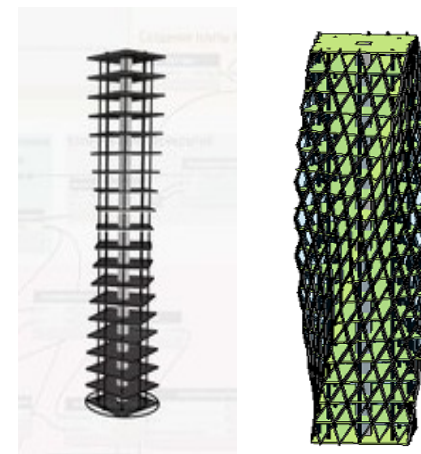


Рис. 2. Результат работы функций копирования и создания перекрытий

Во втором случае рассмотрим возможности *Python Script*, в котором при визуальном моделировании здания будет использоваться 5 оснований (вариантов геометрии), а также их основные характеристики, то есть радиус и высота [4]. Для того, чтобы построить этажи использован нод – *Python*, в котором была применена линейная интерполяция. На иллюстрации ниже представлен фрагмент из кода (рис. 3) [5].

```

if a==1:
    arr.append(Circle.ByCenterPointRadius(Point.ByCoordinates(x,y,h),r))
    if last_h != h:
        for i in range (1,10,1):
            lamb = i/10.0
            h_new = h+(IN[ind+1][2]-h)*lamb
            r_new = r+(IN[ind+1][3]-r)*lamb
            arr.append(Circle.ByCenterPointRadius(Point.ByCoordinates(x,y,h_new),r_new))
elif a==2:
    arr.append(Polygon.RegularPolygon(Circle.ByCenterPointRadius(Point.ByCoordinates(x,y,h),r),4))
    if last_h != h:
        for i in range (1,10,1):
            lamb = i/10.0
            h_new = h+(IN[ind+1][2]-h)*lamb
            r_new = r+(IN[ind+1][3]-r)*lamb
            arr.append((Polygon.RegularPolygon(Circle.ByCenterPointRadius(Point.ByCoordinates(x,y, h_new), r_new),4))
    
```

Рис. 3. Линейная интерполяция

Для данной задачи используется интерполяция между двумя радиусами $r_{new} = r_1 + (r_2 - r_1) \cdot lamda$, где $lamda$ от 0 до 1 включительно; если она равна 0, то получим $r1$, а если равна 1, то получим $r2$. Таким образом созданы этажи.

Далее рассмотрим создание поэтажных перекрытий. Для этого необходимо использовать три нода:

1. *Curve.SplitByParameter* – разделение на две части с заданным параметром (параметр может быть любым, но для примера возьмём 0,2). Этот нод необходим для того, чтобы задать окружности [3].

2. *PolyCurve.Curves* – получение кривых в составе сложной кривой. Этот нод необходим для создания полигонов, таких как треугольники, квадраты и многоугольники [3].

3. *Floor.ByOutlineTypeAndLevel* – создание перекрытия *Revit* при наличии контура кривой, в пределах которой собственно и будет создано перекрытие и уровня, на котором необходимо создать данное перекрытие [3].

В результате проделанных манипуляций получены этажи с перекрытиями, что можно увидеть на иллюстрации ниже (рис. 4).



Рис. 4. Сформированные этажи и перекрытия

Для дальнейшего преобразования данного объекта, с помощью нода *Surface.ByPatch*, необходимо создать поверхность, которая станет своего рода ограждающей конструкцией данного объекта. Следующий шаг, это непосредственно задание толщины перекрытий с помощью нода *Surface.Thicken* [4]. В результате, после проделанных манипуляций, смоделировано здание, которое может изменять свою геометрию в зависимости от задаваемых исходных данных (рис. 5).

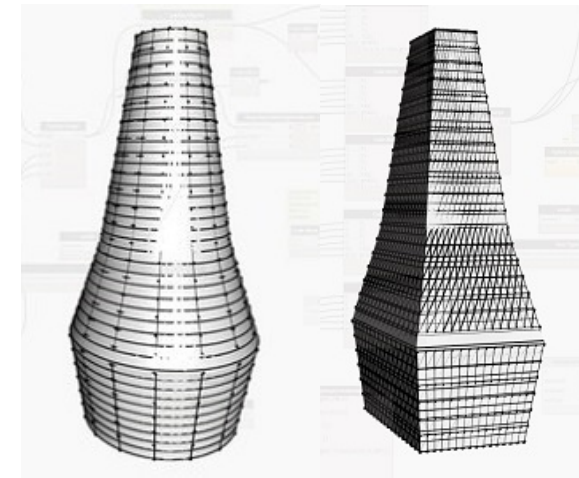


Рис. 5. Здание, которое может изменять свою геометрию в зависимости от задаваемых исходных данных

По результатам проделанной работы, можно сделать вывод, что в *Dynamo* есть возможность создавать и моделировать пространственные объекты не только с использованием стандартных нодов, но и написанием собственного кода как с помощью *Design Script*, так и на языке программирования *Python*. С помощью данного языка программирования удалось создать универсальный скрипт для моделирования зданий с различной геометрией. *Python* – это универсальный язык, который обладает достаточно простым синтаксисом и очень удобен для операций, где используется цикличность,

а также, что не мало важно, данный язык программирования позволяет значительно уменьшить количество цепочек узлов, что положительно влияет на снижение затраченного времени для выполнения поставленной задачи. В работе, представленной в данной статье следует отметить, что при помощи написания одного *Python Script* можно сократить количество цепей узлов. В противном случае для каждого варианта геометрии понадобилась бы отдельная цепочка что увеличило бы затраты времени на написание данной операции. *Python Script* позволяет оптимизировать рабочее время, а так же предоставляет большие возможности по созданию геометрии в рабочей модели.

Литература

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М., 2011. 392 с.
2. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения. URL: https://stroimoi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannyye-s-etim-zabluzhdeniia (дата обращения 24.02.2018).
3. DesignScript Guide. URL: http://dynamobim.org/wp-content/links/Design_Script-Guide.pdf (дата обращения 26.02.2018).
4. Autodesk Revit Architecture 2012. Официальный учебный курс / Перевод с англ. В. В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2012. 320 с.
5. Россум Г., Дрейк Ф.Л.Дж. Язык программирования Python. 2001. 454 с.

УДК 624

Алишабаб Мари Шик, аспирант
(Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого)
Высоцкий Александр Евгеньевич, ген. директор
Макаров Сергей Игоревич,
ведущий BIM-специалист
(Компания Vysotskiy Consulting)
E-mail: roesh_k@hotmail.com,
AV@bim.vc, sm@bim.vc

Alshabab Mary Shick, PhD student
(Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University)
Vysotskiy Alexander Evgenyevich, CEO
Markarov Sergey Igorevich,
Leading BIM-specialist
(Vysotskiy Consulting Company)
E-mail: roesh_k@hotmail.com,
AV@bim.vc, sm@bim.vc

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТОЧНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА ОБЪЕМОВ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ BIM В AUTODESK REVIT И NAVISWORKS MANAGE

PRACTICAL RECOMMENDATIONS TO INCREASE ACCURACY AND TIME EFFICIENCY OF BIM-BASED QUANTITY TAKEOFF IN AUTODESK REVIT AND NAVISWORKS MANAGE

Данное исследование призвано дать практические решения и рекомендации для проектировщиков, сметчиков и оценщики, которые используют *Autodesk Revit* и *Autodesk Navisworks Manage* для проектирования зданий моделей и для извлечения количества материалов этих моделей таким образом, что страхует точность величин и минимизировать время, затрачиваемое на этот процесс.

Исследование охватывает 11 моделей и 27 случаев с учетом различных сборных элементов, а также различных методов и решений для проектирования этих элементов. Далее методы сравнивались с точки зрения точности, эффективности экономии затраченного времени и уровня квалификации проектировщика и сметчика. Рекомендации анализа были протестированы путем проектирования и определения объемов работ многоэтажного жилого здания. Полученные результаты показывают, что несоблюдение рекомендаций может приводить к отклонениям в количествах в *Revit* между (1–33) % и *Navisworks Manage* между (1–247) %, в то время как, проектирование и определение объемов работ в соответствии с рекомендациями, имеет 0,0 % отклонения от реальных значений. Следуя предложенной схеме рабочего процесса при проектировании архитектурных и структурных моделей здания, время, затрачиваемое на проектирование и предварительный расчет объемов материалов, сократилось (2–4) раза.

Ключевые слова: информационное моделирование здания (BIM), предварительный расчет объемов работ (QTO), *Autodesk Revit*, *Autodesk Navisworks Manage*.

In the scope of this paper, BIM-based quantity takeoff feature was studied in Autodesk Revit and Autodesk Navisworks Manage to give practical recommendations and solutions for designers and surveyors to extract the quantities of materials without a deviation from real values. The steps taken to minimize the time consumed during the design and takeoff processes were also included in this research.

The study covered 11 models and 27 cases, taking into account various assemblies of building elements and different methods and solutions to design these assemblies. The methods were then compared in terms of accuracy, time efficiency and skill level of the designer/surveyor. The recommendations were then tested on a bigger scale by designing and extracting the quantities of a multi-storey residential building. In case where the recommendations were ignored, a deviation of (1–33) % in Revit quantities and (1–247) % in Navisworks were observed. On the other hand, designing the model and extracting its quantities following recommendations proved a 0.0 % deviation from real values. The suggested scheme of workflow for the design and quantity takeoff for the architectural and structural models of the building, proved that consumed time was at least halved and in some instances quartered.

Keywords: Building Information Modelling (BIM), Quantity Takeoff (QTO), Autodesk Revit, Autodesk Navisworks Manage.

Introduction and Literature Review

BIM tools contain routines to perform calculations using the element's geometric properties and provide spatial quantities like area and volume in text form [1]. That makes quantity takeoff (QTO) one of the most useful tasks that can be automated through BIM use [2].

The lack of reports that focus on BIM-based QTO is most likely a consequence of the under usage of this feature and the absence of standard regulations for design measurements. To overcome the mentioned obstacles, more researches should be done in this field. One of the remarkable studies was performed by Monteiro and Martins in 2012 [3] and 2013 [4] to evaluate the QTO feature in ArchiCAD. The study was carried out using a feasible approach where different methods of designing the compound elements were studied with listing the advantages and disadvantages for each method, without going through the details and special cases of each category of the buildings elements. Another study by

Cerqueiro in 2014 [5] addressed an evaluation of the QTO accuracy in Revit and Vico office but it did not cover any solutions to increase the accuracy of the QTO process.

Methodology

The study covered 11 models and 27 cases, taking into account various assemblies of building elements denoted by variable X and different methods and solutions to design these assemblies represented by variable Y. Variable Z was used to express the technical conditions of the elements assembly such as connection, intersection or partial embedding. For an example Fig. 1. shows the eighth model of the study. This model was used to represent the case where structural columns are partially embedded in foundation walls. It was noticed that Revit automatically cleans the join between the concrete elements, but we notice that the automatic join cuts the wall volume from the columns, which does not suit the real case scenario. To fix that, we can use the Switch Join Order tool to cut the volume of the columns out of the volume of the walls.

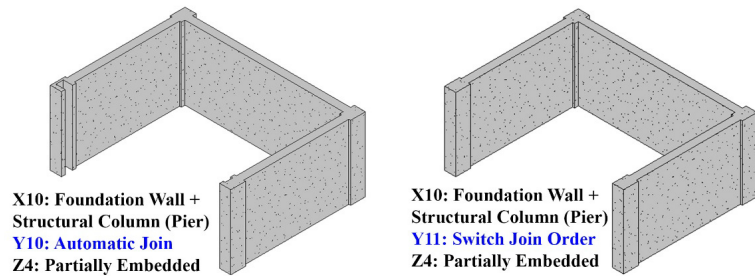


Fig. 1. 8th Model: structural columns partially embedded in foundation walls

For each case, the deviation was determined by comparing the Surface Area and the Volume of the assemblies obtained in Revit and Naviswork Manage to those which were manually calculated. The time consumed for designing and taking off the materials in each case was also estimated. The methods were then compared in terms of accuracy, time efficiency and required skill of the designer and surveyor (scale from 0 to 4). Fig. 2. shows the results of the first model.

The recommended ways were then tested on a bigger scale by designing and extracting the quantities of a multi-storey residential building. The building consists of 5 floors with a brick façade, a compound flat roof, concrete foundations and a bearing structure of steel [6].

The study covered step-by-step notes to design the architectural and structural models of the building. The notes were provided to avoid mistakes that may affect the accuracy of the quantities. Fig. 3. shows both the architectural and structural models of the building.

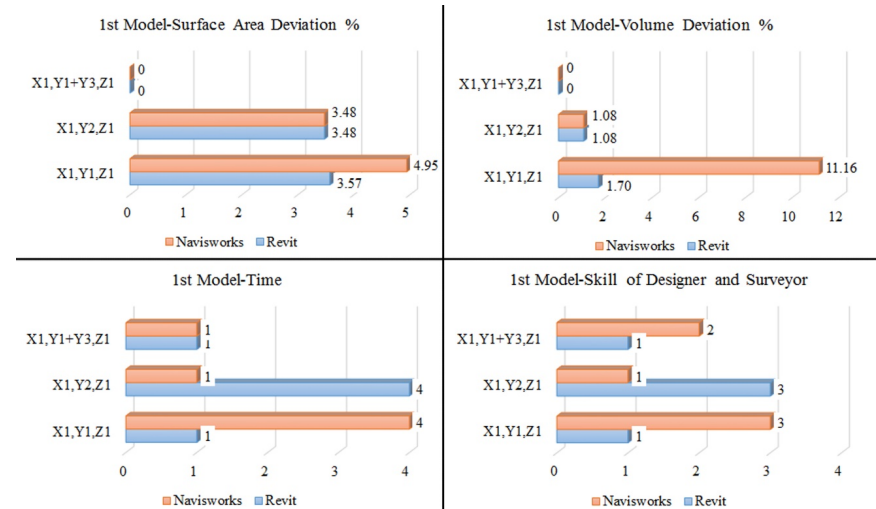


Fig. 2. The Results of the 1st Model: Connection between two Exterior Walls
 X1: Multilayer Exterior Wall with 2 Exterior Finishes with Same Thickness
 Y1: Compound Wall, Y2: one layer is one wall, Y3: Create Parts, Z1: Connection

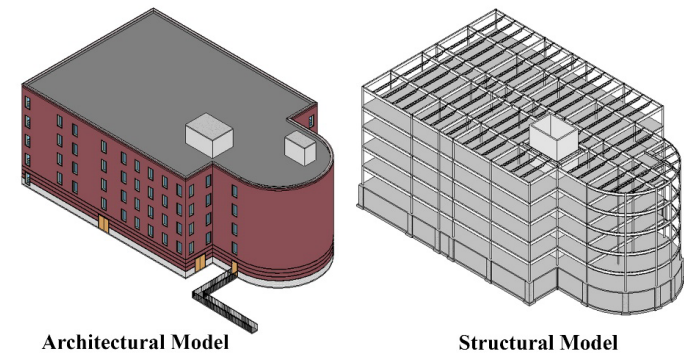


Fig. 3. The studied multi-storey residential building

Results and Discussion

Based on the studied 11 models and 27 cases, a set of design and takeoff recommendations was created for different categories of building elements both in Revit and Navisworks Manage. For an example during the study of the 8th model, it was noticed that Revit and Navisworks give only half of the surface area of the foundation walls and Navisworks also gives only half of the surface area of the structural columns which also lead to deviation from the real values. That can be corrected by adding a calculated value to the material takeoff schedule in Revit

and by editing the Item Calculations in Navisworks. The recommendations were presented in tables that included all the covered building categories within the study. Table shows a sample of them for the exterior walls, foundation walls and piers.

Recommendations for design and takeoff of some of the studied building elements

1,2,3,4: with Slab & Slab Edge & Foundation Walls

5,6: Edit Item Calculations: Area =ModelArea*2

7: Add Calculated Value (Surface Area = Material: Area * 2) to the Material Takeoff schedule

Tools	Revit				Tools	Navisworks			
	Elements	Ext. Walls	Found. Walls	Piers		Elements	Ext. Walls	Found. Walls	Piers
Wall Joins	√ (Miter)				Wall Joins	√ (Miter)			
Create Parts	√				Create Parts	√			
Join Geometry			√ (with Piers)	√ ¹	Join Geometry		√ (with Piers)	√ ²	
Attach Top/Base			√ (with Slab on Grade)		Attach Top/Base		√ (with Slab on Grade)		
Switch Join Order				√ ³	Switch Join Order			√ ⁴	
At Grids					At Grids				
At Columns				√	At Columns			√	
Divide Parts by Intersecting References					Divide Parts by Intersecting References				
Schedule/Quantities	√ (Parts Schedule)				Take off Elements to Corresponding Item	√	√ ⁵	√ ⁶	
Material Takeoff	√ (Miter)	√ ⁷	√		-				

Following the above mentioned recommendations and the down suggested scheme of workflow for the design and takeoff of architectural and structural models of the building, allows to extract quantities with no deviation and can save time form (2–4) times (Fig. 4). To start designing the structural model, first the coordination between the two models should be set in order for the elements to align correctly, which starts by setting the project Survey Point in the architectural model, then linking it to the structural model using Origin to Origin option, pin the link and Acquire Coordinates from it to make the Survey point of the structural model the same as the architectural. We can then Copy/Monitor the grids and levels from the architectural model to the structural one, taking into account setting the right Options for the Copy/Monitor command. The design of the 2 models can then go in parallel. After finishing each one, it is recommended to export it to Navisworksto detect and resolve any possible clashes. Then in each model it is recommended to create a 3D View for exporting to Navisworks. We can choose which elements to hide in each so that we don't have any duplications when we assemble the final model. We can then append both models to Navisworks to recheck the alignment between them, detect and resolve the clashes. It is preferable to create the parts of the objects at the end since the parts will make the clash detecting process harder and the model (0.5–1) times heavier in Revit.

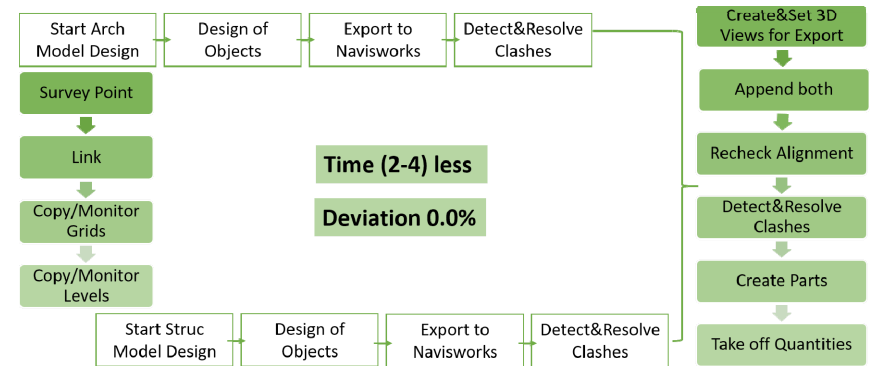


Fig. 4. Suggested scheme of workflow to design and takeoff quantities of architectural and structural models

Conclusion

Quantity takeoff is one of the most important features that can be automatized in BIM softwares. More researches should be carried out with the aim of improving QTO in BIM. This paper gives a summary of a thorough research about QTO in Autodesk Revit and Navisworks Manage. The study offers practical recommendations to increase the accuracy and time efficiency of designing and extracting quantities of various sets of building categories. Taking into account the presented recommendation can help avoiding (1–33) % and (1–247) % deviations from real values of quantities in Revit and Navisworks respectively. Following the suggested scheme of workflow for design and quantity takeoff of architectural and structural models of the building, proved that consumed time was at least halved and in some instances quartered.

References

1. Aram S., Eastman C., Sacks R. A Knowledge-based framework for quantity takeoff and cost estimation in the AEC industry using BIM. The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining. 2014. P. 458-436.
2. Shick Alshabab M., Vysotskiy A.E., Khalil T., Petrochenko M.V. BIM-Based Quantity Takeoff. Proceedings of International Scientific Conference Week of Science in SPbPU. Civil Engineering (SMART City), Construction of Unique Buildings and Structures. 2017, No. 4(55).
3. Monteiro A., Martins J.P. BIM Modeling for Contractors – Improving Model Takeoffs, CIB W078 29th International Conference on Applications of IT in The AEC Industry. 2012.
4. Monteiro A., Martins J.P. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. Automation in Construction. 2013. 35. P. 238-253.
5. Cerqueiro D. C. Assessment of the quantity takeoff accuracy as an automatic process. The special case of Revit and Vico office. 2014.
6. Revit 2017 Essential Training: Structure, E. Wing, URL: <https://www.lynda.com>.

УДК 69.05:658.513

Романович Марина Александровна,
канд. техн. наук, доцент
Адель Омар Аyed, студент
(Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого)
E-mail: p198320@yandex.ru,
reeuroo@hotmail.com

Romanovich Marina Alexandrovna,
PhD of Sci. Tech., Associate Professor
Adel Omar Ayedh, student
(Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnic University)
E-mail: p198320@yandex.ru,
reeuroo@hotmail.com

**ОЦЕНКА СТОИМОСТИ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ (BIM)
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА В САУДОВСКОЙ АРАВИИ**

**COST ESTIMATION AND PERFORMANCE ANALYSIS USING BUILDING
INFORMATION MODELING (BIM) FOR THE PROJECT IN
CONSTRUCTION INDUSTRY OF SAUDI ARABIA**

BIM известен как один из ключевых подходов, принятых на этапе строительства, для реализации успешной интеграции архитектурных, конструкционных, механических и электрических систем. BIM улучшает контроль качества строительства, устраняя конфликты между работами и сокращая время на устранение ошибок. Метод построения информационной модели здания создает косвенные выгоды для всех заинтересованных сторон. Однако BIM в строительные проекты еще не внедрен окончательно. Более того, большинство строительных компаний не могут получить выгоду от использования BIM из-за отсутствия навыков и знаний, необходимых для внедрения BIM. Это исследование будет нацелено на оказание помощи подрядчику в Саудовской Аравии в интеграции системы BIM на этапе строительства. В исследовании будут рассмотрены преимущества и проблемы внедрения подрядчиком информационной модели в строительной отрасли Саудовской Аравии, с помощью оценки готовности BIM модели для строительного проекта, который находится в городе Даммам, Королевство Саудовская Аравия.

Ключевые слова: информационная модель здания (BIM), строительный проект, оценка стоимости.

BIM is known as one of the key approaches adopted during construction phase to realize the goal of integrating Architectural, Structural, Mechanical and Electrical systems. BIM improves construction quality control by eliminating conflicts and reducing rework. Building Information Modeling approach produce consequential benefits to all stakeholders. However, BIM in construction projects is not yet carried out. Furthermore, most of the construction parties are not able to get benefits of using BIM due to lack of information and have difficult to BIM approach. This research will aim to assist local contractor in Saudi Arabia to adopt BIM in the construction stage of the EPC fast-track project delivery. The research will highlight benefits and challenges for a contractor performance implementation for Building Information Modeling (BIM) in the construction industry of Saudi Arabia and it will be done through Building Information Modeling (BIM) maturity measurement for project case study, which, is in the city of Dammam, Kingdom of Saudi Arabia.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), construction project, cost estimating.

1. Introduction

BIM can be used in the pre-construction phase in cost and quantity estimates, and in integration and coordination among building components and their scheduling data [1].

BIM is a smart model-based method that affords vision for generating and handling building and infrastructure projects faster, more economically, and with less environmental impact promises to eliminate the problem associated with the old-fashioned approach to project coordination and management [2].

BIM is not just defined by a three-dimensional (3D) graphical model; it also includes the ability to transmit and reuse the information embedded in the graphical model.

2. Survey of construction companies in Dammam city of Saudi Arabia

The survey was conducted to analyze the construction field use of BIM for cost estimating in Dammam City in Saudi Arabia. The survey was conducted to understand the role of BIM's to develop cost estimates for construction projects.

Responses were categorized to identify whether small, medium or large companies employed participants. The first step in the survey was to obtain information about the survey participants. Participants were asked the size of their company, their location, and their job description (Positions). The second category of questions related to BIM software, as participants were asked what BIM programs they are currently using and if BIM is being utilized for quantity take-offs and pricing. Survey participants were also asked if BIM improves the quality of estimates or decreases the amount of time required for cost estimating and effect of BIM use on project profitability.

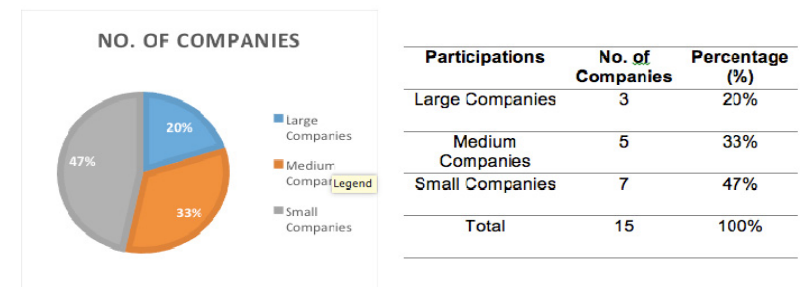


Fig. 1. Summary of participants in the survey

3. Benefit of BIM

There are a few specific examples of how BIM impacts construction administration [3]:

1. Better-coordinated construction documents
2. Reduced total project costs
3. Improved team collaboration
4. Improved tools for owner Operations/maintenance
5. Safer projects

BIM Workflow versus traditional 2-D workflow over time by making better informed decisions earlier in the process. You can positively impact cost and performance (Fig. 2).

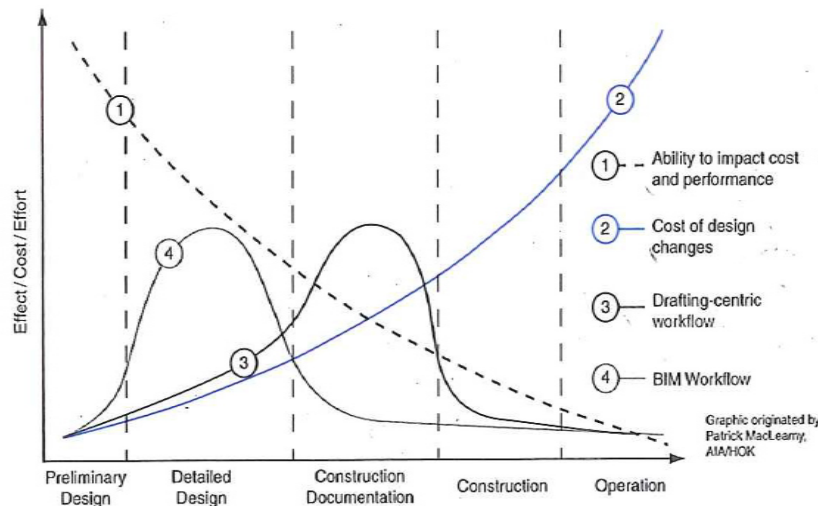


Fig. 2. Positive impact cost and performance [3]

4. Cost

Using Building Information Modeling (BIM) technique provides chance to control the project’s construction cost in practical way. Once the cost determined and linked to the construction scheduling, the five-dimensional building information model is generated.

4.1. Cost Control

Using BIM technique to generate three-dimensional model that will be exported in IFC format and convert it into Navisworks to do scheduling. In the end integrate the BIM cost with actual scheduling to obtain monthly cost [4]. The process map of this comparison test is illustrated in Fig. 3.

4.2. Cost Saving

Owners perceived the greatest savings in terms of time and money because of clash detection, rework avoidance, lower overall project costs, better project outcomes, improved process outcomes and better-performing buildings

As shown in Eq. (1), calculated ‘Return of Investment’ by taking a ratio of profits received as a result of an investment over the price of the investment and then multiplying it by 100 in order to establish a percentage that can be used as an indicator of performance [5].

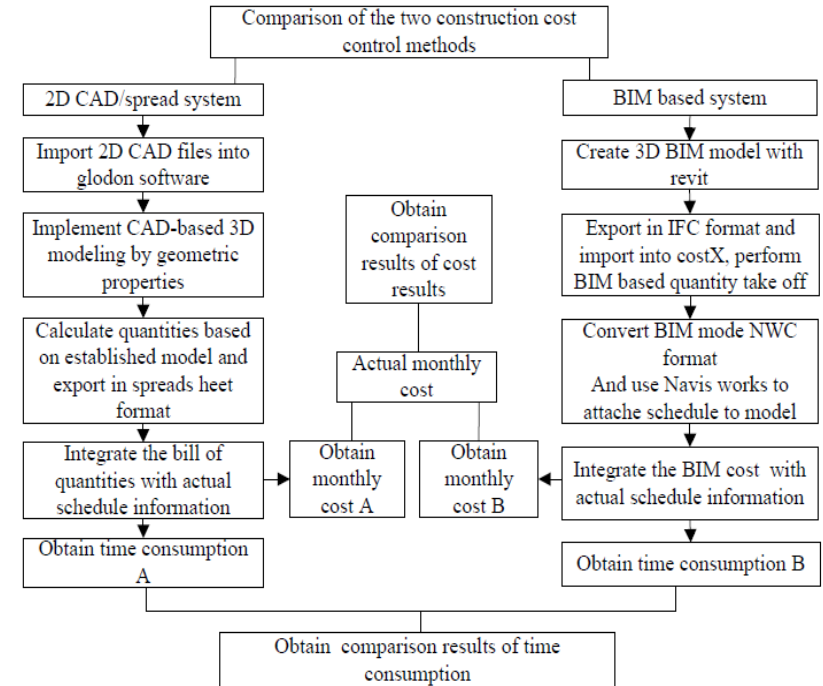


Fig. 3. Process map of research tasks and workflow [4].

$$ROI = \frac{\text{Gain from investment} - \text{Cost of investment}}{\text{Cost of investment}} \times 100. \quad (1)$$

When applied to BIM, it is suggested that ROI be measured as a ratio of net savings to costs because the potential savings that result from this technology are considered profit to contractors, designers, and other stakeholders. Project teams were assigned to assess the level of intensity of each clash that was discovered. Then unit cost and crew hour rates were estimated in association with the type of clash, as if it had been discovered by traditional means [5].

4.3. Survey of companies, which use BIM for cost estimation in Dammam city of Saudi Arabia

Another survey was conducted in which total of 15 different classification companies were included and they were inquired about using cost estimation. 5 of the companies answered in affirmative but the other 10 told that they still use conventional methods to estimate the cost of the project. The companies, which do not use BIM at this point, some of them said that they would shift to BIM for cost estimation soon.

5. Use of BIM by Foreign Companies in Saudi Arabia

Most of the construction companies in Saudi Arabia employ teams from other countries for Using BIM for cost estimation and quantity takeoff's, which affects local economy. With the competition of high-rise buildings the investors do not depend on the local companies for using BIM, as they are not experts.

6. Conclusion

Using BIM technology has many advantages for construction regarding saving time and cost. All the project members and team will gain benefits from accurate building model. It helps for a better and smoother process of planned construction that saves time and money and reduces the chance for conflicts and errors. Although, many construction companies in Dammam are using BIM cost-estimation for saving the overall cost of the construction but employing local companies would be better option if they want to increase the savings at a national level.

References

1. Elbeltagi E. Journal of Engineering Research and Applications. 2014. 4:7. P. 56-66.
2. Building information modeling. Available at <http://usa.autodesk.com/building-information-modeling/about-bim/> accessed at 26 February 2018.
3. Fisk E.R., Reynolds W.D. Construction Project Administration. Ninth Edition, 2010. P. 90-92.
4. Zhao P., Wang C. A Comparison of Using Traditional Cost Estimating Software and BIM for construction cost control, Smart Construction and Management in the Context of New Technology. ASCE, 2014. 259 p.
5. Giel K., Issa R.A. Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction. J. Compute. Civ. Eng. 2013. P. 512-513.

УДК 69.05:658.513

Романович Марина Александровна,

канд. техн. наук, доцент

Ши Пэйюй, студент

Ван Цзыюэ, студент

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

E-mail: p198320@yandex.ru,

spy920818@gmail.com

Romanovich Marina Alexandrovna,

PhD of Sci. Tech., Associate Professor

Shi Peiyu, student

Wang Ziyue, student

(Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University)

E-mail: p198320@yandex.ru,

spy920818@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ GUANGLIANDA ДЛЯ РАЗВИТИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В КИТАЕ

THE DEVELOPMENT OF BIM TECHNOLOGY IN CHINA – THE APPLICATION OF GUANGLIANDA SOFTWARE

Технология BIM в управлении строительством постепенно развивается и углубляется. в значительной степени. Для повышения эффективности строительных процессов все страны мира активно продвигают дальнейшее развитие технологии BIM. Внедрение BIM технологий на российском рынке реализуется преимущественно на платформах,

разработанных компанией Autodesk, Revit и Navisworks, а Китай, согласно собственным национальным условиям, использует Revit и Guanglianda для разработки и внедрения технологии BIM. В процессе непрерывного развития и использования Guanglianda специалисты заметили, что эта программа сыграла позитивную роль в улучшении качества строительных проектов в Китае, позволила сократить продолжительности проектов и стоимость строительства.

Ключевые слова: управление строительством, Guanglianda, управление рабочими, контроль затрат, информационные технологии.

BIM technology in the construction management is gradually deepening, to a great extent to improve the construction efficiency, all countries in the world are actively promoting the further development of BIM technology, Russian BIM technology mainly own Revit and Navisworks and other software, and China according to their own National Conditions Use Revit and Guanglianda to develop BIM technology. In the continuous development and use of Guanglianda, people find it has played a positive role in improving the quality of the project, shortening the project duration and reducing the construction cost.

Keywords: construction management, Guanglianda, labor management, cost control, information technology.

1. Introduction

For the construction industry the professional application is the foundation and the collaborative platform is the hub, the industrial big data is the key, the production factor platform is the support, the enterprise informatization construction is tendency. In China, the construction industry is one of the pillars of the national economy. So, the whole industry is basically disconnected from the Internet and data, the management innovation capability is weak and the enterprise transformation is difficult. Because of this situation, Guanglianda innovates technology by effectively supporting of updating, transforming and upgrading the entire traditional construction industry, it promotes the construction products, building process, operation process. Now it has become the general software of Chinese construction industry and the industry coverage rate is 100% [1].

2. Development status of China BIM with Guanglianda as carrier

2.1 Current situation of Guanglianda

At present, the products and services of Guanglianda have penetrated into the whole industry chain of construction industry, and the industry status is indispensable. Up to now, Guanglianda has set up subsidiaries, offices and research and development center in the United States, Britain, Sweden, Singapore, Finland and other countries [2]. At the same time, it establishes the agency partnership with more than 40 countries. Guanglianda's Cubicost and MagiCAD technology products have been at the forefront of BIM technology in the world. It has been welcomed and recognized by the global users, and the global users has seen the great achievements made by Chinese architecture [3, 4].

Building the whole industry financial chain of the construction is the tendency. Between the construction industry upstream and downstream construction enterprises in business correspondence has a big demand, Guanglianda through its

big data platform for accumulation, improve the construction industry and making appropriate financial products and services for enterprises in all stages.

Since 2011 BIM technology has been applied more deeply in China [5]. It is not only the BIM technology applied to large-scale national projects, but also the BIM technology applied to the seemingly insignificant projects of some small companies. Different project-levers of BIM application in China. In the construction management of construction projects, BIM technology has different degrees of application in different fields. Different fields using BIM during the management process shown in Fig. 1.

2.2 Application case of Guanglianda

Taking an entity building in China as an example, the cost of GBQ software is analyzed based on the GBQ function. According to the floor plan of a building, it is divided into two bays. Table 1 shows a typical floor of the residential building selected a bay as analysis object, where Q –volume of work, X1-labor cost, X2-material cost, X3-mechanical cost, X4-management cost, P-total cost.

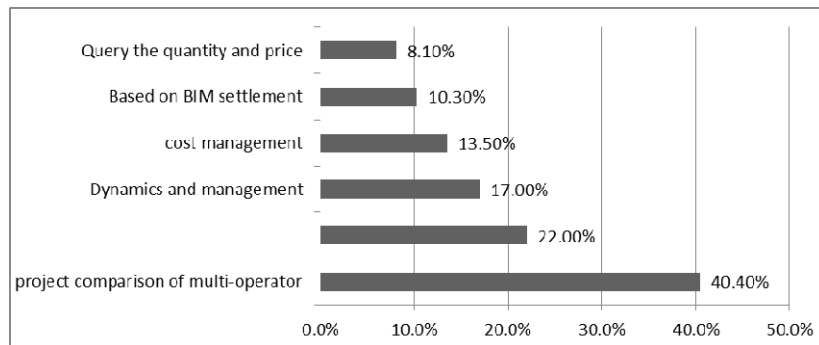


Fig. 1. Different fields using BIM during the management process

Fig. 2 shows the trend of costs in different stages. In terms of cost, labor cost, material cost, mechanical cost and management cost are mainly selected as the statistical objects. The image shows that the cost of the external wall phase is the highest, and the appropriate method can be adopted for this stage.

Naviswork and Guanglianda are closely linked and differentiated. Both China and Russia use Revit as a tool for 3D modeling [6]. The implementation of functions such as Labor management and Real-time management, and the use of different software between Russia and China Guanglianda and Naviswork shown in Fig. 3.

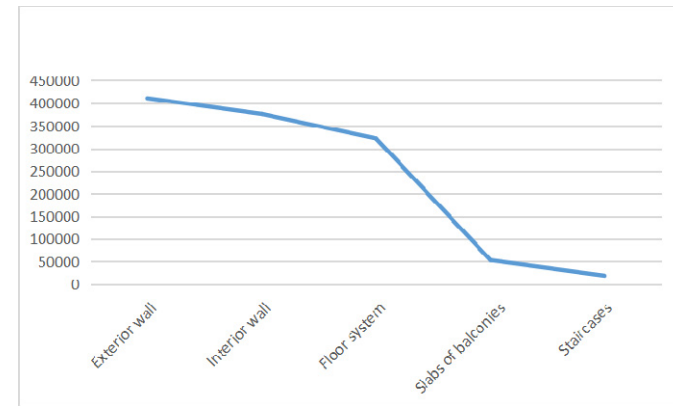


Fig. 2. Cost change trend chart

Comprehensive unit price analysis with Guanglianda (GBQ)

Task	Unit	Q	Unit Price/Ruble	X1	X2	X3	X4	P
Exterior wall								410914
Rebar	Ton	5.088	50313	7143	37704	130	2299	255993
concrete	Cubic meters	30.7	5152	1768	2821	13.43	235	154921
Interior wall								376059
Rebar	Ton	4.214	50313	7143	37704	130	2299	212019
Concrete	Cubic meters	31.84	5152	1768	2821	13.43	235	164040
Floor system								321709
Rebar	Ton	2.503	50313	7143	37704	130	2299	125933
Concrete	Cubic meters	38	5152	1768	2821	13.43	235	195776
Slabs of balconies								53178
Rebar	Ton	0.59	50313	7143	37704	130	2299	29685
Concrete	Cubic meters	4.56	5152	1768	2821	13.43	235	23493
Staircases								18943
Rebar	Ton	0.155	50313	7143	37704	130	2299	7799
Concrete	Cubic meters	2.163	5152	1768	2821	13.43	235	11144

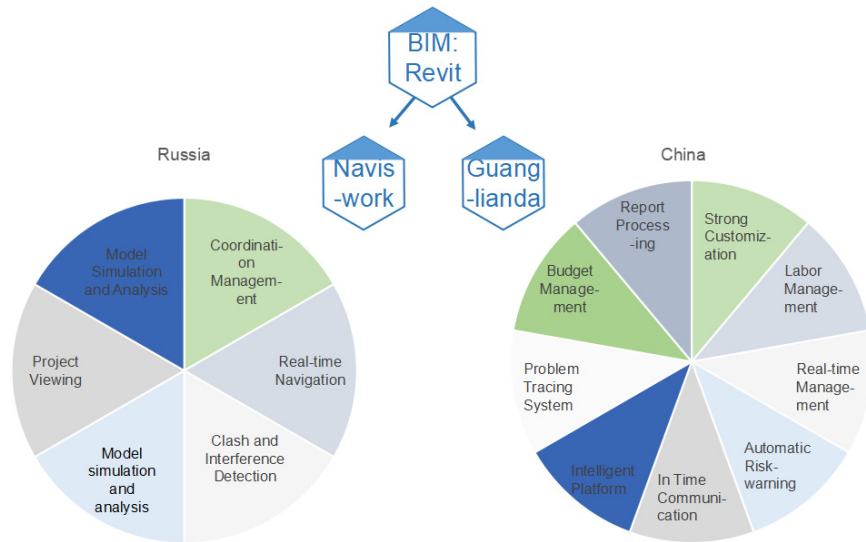


Fig. 3. Differences and relations between Guanglianda and Naviswork

3. Discussion

As a BIM software Guanglianda is popular because of its own characteristics. Guanglianda is mainly divided into modeling and calculation, BIM application software and Guanglianda cloud three aspects. It takes BIM integration platform for the core, through the modeling standard Ganglianda, to precisely establish construction, steel structure and installation of 3D model, then import the Guanglianda BIM 5D collaborative platform for integration [7]. So as to provide timely and accurate information in the schedule management, cost management and materials management and other key processes. What's more it helps managers to effectively make management decision, finally achieve the purpose of shortening project period, controlling the project cost, improving project quality.

4. Conclusion

Guanglianda software is a practical software, it analyzes the application status of China construction industry, researches changes of the future direction of reform. It sums up experience, pioneers innovation to improve the structure, function, features and common operation methods of the software. The most important, it meets customer requirements in the most extent, and brings us efficient way of working. At the same time, Guanglianda, as an international software, also focuses on developing international markets, so it is also applicable to other countries.

References

1. Mengyao C. Software and integrated circuits: Guangliand-Digital Construction Building New Landscape. 2017.
2. Yuejia C. International Financing: Guanglianda-Chinese construction industry wisdom upgrade leader. 2017.
3. Yeyong B. Zhongguancun: decrypt Guanglianda 's' Everlasting "road". 2017.
4. Fuqiang. Guanglianda GBQ 4.0 pricing software applications and Q & A doubts, 2012. P. 15-17
5. Romanovich M., Wang Z., Shi P. International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT, 2017. P. 265-272.
6. Romanovich M. A., Shi P., Wang Z., Zhao L. Research On Chinese Intelligent Guanglianda in High-rise Construction. 2018. (In the publishing process)
7. Xu J. Research on application of BIM 5D Technology in central grand project. 2016.

УДК 004.9

Чан Нгуен Ань Куан, студент
 Романович Марина Александровна,
 канд. техн. наук, доцент
 (Санкт-Петербургский политехнический
 университет Петра Великого)
 E-mail: quanecko@gmail.com

Tran Nguyen Anh Quan, student
 Marina Romanovich Alexandrovna,
 PhD of Tech. Sci., Associate Professor
 (Peter the Great Saint-Petersburg
 Polytechnic University)
 E-mail: quanecko@gmail.com

EFFECTIVELY INTERACTED PROJECT MANAGEMENT IN CONSTRUCTION SITE WITH RFID TECHNOLOGY

Modernization in project management using information exchange environment with Radio Frequency Identification (RFID) system and Building Information Model (BIM) technology. RFID has been used extensively in the control of goods, in some smart systems such as an identify card (ID) that allows access into the building and studied in supply chain management improvement. This research aims to apply RDIF technology to off-site project management, integrated with BIM technology, field based protocols will be improved, implementation computed safety management as well as proposing frame standard for cost estimation or labour productivity in individual organization.

Keywords: Radio frequency identification (RFID), building information model (BIM), project management, safety management, labour chart, facility management

1 Introduction

Project management from graphic chart schedule to construction site basis is a working progress that requires many efforts from the project management team, ability of the project manager and the technical expertized knowledge. Today with the support of BIM technology, using 3D, 4D models has helped project managers more easily to control their work, staying on track with the planned schedule, reducing risk as well as resources used for construction work.

Control the implementation of large and complex projects including sequence of many sub-contractor, work with suppliers, quality controlling is very important and possibly difficult in some specific case. RFID has just brought the revolution not only in supply chain management industry element, succeeding in construction industry. Ensuring the prefabricated component is in the right place and following the progress. The right material is in the work place with precisely qualified. Real time informations help in modified planned schedule, improvement strategy and goals. Consequently, the author wants to come up with the idea of incorporating BIM technology and the RFID system bring construction site works to comprehensibly visualize in real-time, support project management more effectively. Intergrated BIM and RFID methods will be talked through in this study.

2 Computed project management

2.1 Radio Frequency Identification

RFID is a location tracking item using radio waves to communicate. This technology gives a tag to tracked object containing electronically stored information. Using a Tag reader, data can be captured in a computer within hundreds of meter and it isn't necessary to be directly line in sight with the tag. The collected informations will be sent to database center then to analysis, filter and make it easily access for users such as project management team or site supervisor, give further decision improving productivity or having better work control in site.

2.2 Supplier and storage

“Materials for project and construction site equipment can be accounted up to 50-60% of total project budget” (Kini, 1999). An answer for how to manage them effectively leading to reduce project costs. Identification is a special important part of classify material and object. Work flow and quality control in construction industry will be more efficient when each component is identified and classified clearly, moreover it allows better producing and transporting identified components, a foundation step of applying effectively life cycle design.

Manufacturer use RFID technology to manage the components in storage or in site by embedding an RFID tag on products which its informations transferred to a reader device on a crane. With support of global position system (GPS), tracking components then can be relocated, also a variety of work can be done as inspecting incoming materials, qualifying standard of specimen and also logistic process.

Contrary with manufacturing insudstry, nature construction supply chain is comlex and dynamic, as a consequence of right time manament and procurem't's difficulty. Sensing technology of RFID will automatically provide convenience and simply the process. Firstly, at the portal, tag reader can check embedded tag component in database record. “The transportation speed is reduced when using identification according site test” (Song et al. 2006). Then relevant individuals will organize and distribute their work and resource further based on the information collected from database. “Automatical and integrated work from infor-

mation technology support improved between 31 % and 45 % in productivity” (Zhai et al. 2009).

2.3 Data collection to 3D model

Linking RFID information in to BIM model via application program interface (API) which using the tagged information to locate the element, communication is accomplished with BIM API. Based on ID tag, the BIM database is searched to locate and highlight the element.

Defining labour location in their duty location in construction site is very important, it reflects actual work distribution is aligned with planned schedule. Thus, tag readers can be installed in specific control points such as site gate, staircase, work zone or any location deemed critical within the construction site. With the Industry Foundation Classes (IFCs) give a common data model for each individual sector possibly use to control their labour work, over that is the project manager can manage their team workflow and keep track sub-contractor work in their proper place.

3 Measurable approach

3.1 Safety management

It was discussed above that RFID tag can be attached to building materials either manufactory or upon arrival on the constuction site. By using RFID readers located in material storage or in areas keeping material resource temporary, supervisor with storage's duty may keep track of the security of building materials, equipments and the GPS receiver can locate the tagged component, transfer information to the central portal. A simple report can be sent to responsible person when an item missing from the storage such as a steel beam, masonry tile units and others.

Assumption everyone must be attached an identified card with RFID tag which relevant to their personal job in site, to get pass the entrance gate and the ID required visible. The RFID reader in entrance will record all the information and transfer it to the portal. Only the person registered with ID card by organization or department can be allowed going to the site. With multiple RFID reader as access point installed in different zones, data will be sent to the project manager to recognize their worker and their proper place working. Construction site always has own protocol to ensure the level of safety, authority of work crews, cleanliness is suitable with regulated organization code or national code. This integrated system will record all the safety and security violation when a person enter to a forbidden area or unauthorized zone (depends on training regulation and rules of organization), it alarm to supervisors having responsibility with him or unauthorized area. For these reasons, it is crucial to determinte authorized entering in these zone.

3.2 Forming labour estimated data for organization

Based on its characteristic of locating track person in site, manager easily monitor the people flow in and out from each different zones. Eventhough the system can't show exactly the coordinated location, recognize who enter in which zone is extremely important. It is also capable to define the productivity of labour

crews. When a person with RFID tag enter the entrance or their work zone, their arrival time is recorded in device, if they move to another permitted zone to adopting their work such as take tools, transport bricks, ask for support and so on, this system installed in each zone will record their appearance once more times, recorded time will be measured in average of started points and destination points. Data received through portal can be analyzed and filtered to calculate either the working time of a worker or the travel time, which can be presented a graphical chart of actual labour performance. "Automating the analysis of recorded data saves significant time when examining labor productivity. For instance, the data can be graphed to compare the work in the different zones. Activities such as productivity, number of workers, and scheduling can be visualized to see the trends, progress, or even compare whether the work is on schedule. Having the data in visual form is important to for planning and coordinating future work. Importantly, knowing the current status and productivity rate allows for a more accurate assessment of what is needed" (Costin et al, 2015).

With exported man hours report in various display option such as daily, monthly, annually according to working area, worker crew and it show their location in highly detailing coordinating BIM models, knowing worker role in their selected zone. It is enable to write a procedure guideline of work in each sector or forming an estimated data based on real-time record for company, organization, helping in estimating budget and planning in the following projects.

3.3 Facility and asset management

Facilities and asset Management is the process of optimizing an asset lifecycle (design, preparation, implementation, operation, maintenance, demolition and recycling), to optimize their service delivery potential and to decrease the related risks and costs. Transferring informations to maintenance personnel from facility manament system is in low performance data, long process time and delays in handing over and maintenance phase as a result. Building enviroments to apply RFID technology indoor is taken consideration. A study project make an effort to maintain and inspect a fire valve by using RFID technology which bring out three usable case : The first case is a fire valve on the ceiling detected by RFID reader-enable pocket device by an facility management inspector, the second situation is filling out a digital work-order form stored in the tag and the last one is worker transfer recorded data to a central facility management system for maintenat purpose. Tests accomplished over 60 continous days reported without data loss, long readable ranges and high reading performance (Ergen et al. 2007a).

4 Conclusion

The integrated RFID technology in BIM model in project management cover many significant gaps from traditional process. Automatical and intelligent system from RFID technology enhance effectively safety management in construction site, provide accurate informations of prefabricated component from manufactory for quality control, facilitate cooperation among contractor and other parties in reference to construction jobs, moreover using RFID with BIM model

gain benefit with real-time controlling and monitoring every section work, easily adjust in material placement or working path, improving productivity. An enable potential of life cycle has just showed a small part on applying RFID in facility management, the practice work should be implemented to predict and apply in comprehensive term. Perspectives from this research can lead future construction industry into new stage that raise a building life cycle, also the projec management behaviours in information technology phase.

References

1. Trimble ThingMagic, RFID + CLOUD + BIM for managin personnel in vertical construction, 2012.
2. Kini D.U. Materials management: The key to successful project management. J. Manage. Eng. 1999. 15(1). P. 30-34
3. Song J., Haas C.T., Caldas C., Ergen E., Akinci B. Automating the task of tracking the delivery and receipt of fabricated pipe spools in industrial projects, Automation in Construction. 2006. 15(2). P. 166-177.
4. Zhai D., Goodrum P.M., Haas C.T., Caldas C.H. Relationship between the Automation and Integration of Construction Information Systems and Productivity, ASCE Journal of Construction Engineering and Management. 2009. 135(8). P. 746-753.
5. Costin A.M., Teizer J., Schoner B. RFID and BIM-enabled worker location tracking to support real-time building protocol control and data visualization. 2015. 509 p.
6. Ergen E., Akinci B., East B., Kirby J. Tracking component and maintenance history within a facility utilizing radio frequency identification technology. J. Comp. Civ. Eng., 2007. 21(1). P. 11-20.
7. Ergen E, Akinci B., Sacks R. Life-cycle data management of engineered-to-order components using radio frequency identification. Adv. Eng. Inform. 2007. 21(4). P. 356-366

УДК 004.9

Могиллина Виктория Сергеевна, студент,
Поддорогина Евгения Александровна,
студент,
Шумилов Константин Августович,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: viktoryiams1997@mail.ru,
Lace.96@mail.ru, shkas@mail.ru

Mogilina Viktoriya Sergeevna, student,
Poddorogina Evgeniya Alexandrovna,
student
Shumilov Konstantin Avgustovich,
PhD in Tech. Sci., Associate professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: viktoryiams1997@mail.ru,
Lace.96@mail.ru, shkas@mail.ru

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В НАДСТРОЙКЕ DYNAMO

UNIVERSAL TECHNOLOGY OF MODELING OBJECTS IN THE SUERSTRUCTURE DYNAMO

Абсолютно новым и радикальным инструментом для удовлетворения многочисленных потребностей в строительстве и архитектуре является концепция BIM-технологий. Она объединяет различные программные продукты и инструменты, что

значительно упрощает представление будущего объекта. Говоря о возможностях BIM, стоит заметить, что это технология будущего, которая позволяет предприятиям упростить решение большого количества задач, стоящих при осуществлении строительного процесса.

В статье описаны преимущества информационного моделирования, рассмотрены основные плюсы надстройки Dynamo программного обеспечения Autodesk Revit на конкретных примерах.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование, визуальное программирование, Autodesk Revit, Dynamo.

A completely new and radical tool for meeting the numerous needs in civil construction and architecture is the concept of BIM-technologies. It combines various software products and tools, which generally simplifies visualization of the future object. Speech about the capabilities of BIM is worth notify that this is a technology of the future, which will allow enterprises to simplify the solution of a large number of tasks included in the course of the construction process.

Our article describes the benefits of information modeling, and also discusses the main advantages of the Autodesk Revit software Dynamo add-on by a specific example.

Keywords: BIM, information modeling, visual programming, Autodesk Revit, Dynamo.

BIM (Building information modeling, или Building information model) – информационная модель здания или информационное моделирование здания. [1] *BIM*-технология – это не просто 3D модель, а целый новаторский подход к современному проектированию, возможность создать полную базу данных, которая включает в себя юридическую, техническую, архитектурную и любую другую информацию о характеристиках объекта. Мы изначально затрачиваем большую часть времени на создание модели для того, чтобы в дальнейшем на выходе получить качественную проектную документацию, которая создается тем или иным программным обеспечением автоматически. Это является одним из преимуществ *BIM*-технологии на этапе проектирования, что привлекает внимание, прежде всего, строительных организаций, которые заинтересованы в повышении эффективности процесса проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Роль программного продукта Autodesk Revit и надстройки Dynamo в информационном моделировании.

Построение информационной модели – достаточно трудоемкий и длительный процесс, который можно обосновать в масштабных проектах. Главным инструментом, позволяющим осуществлять проектирование с помощью *BIM*-технологий, является высокотехнологичное программное обеспечение. С его помощью мы можем создавать полный комплекс подготовки строительной проектной документации, опираясь при этом на начальную виртуальную модель здания. Одним из таких инструментов является программа Autodesk Revit [2].

Главным преимуществом Revit является то, что при внесении изменения в каком-либо параметре элемента здания, остальные изменяются автоматически. Это повышает скорость создания объектов, проектных докумен-

тов и снижает возможность возникновения ошибки до минимума. Также Autodesk Revit отлично работает со спецификациями и ведомостями. Введение *BIM*-технологии позволяет значительно уменьшить сроки строительства и ввода объекта.

Dynamo – это специальная надстройка для Autodesk Revit, которая позволяет расширить возможности программы в следующих направлениях: построить сложную геометрию, обработать данные, обновить свойства и многое другое [3]. Вместо сложного кода *Dynamo* использует небольшие блоки, написанные простым языком, которые соединяются между собой в логические цепочки. Такой метод называется визуальным программированием. В надстройке есть возможность для написания программ на *Design Script* и *Python Script* (рис. 1), что наделяет пользователя большими возможностями. Например, изображение сложной геометрии по формуле, расположение компонентов по определенным правилам, подключение новых параметров ко многим объектам, различные инженерные расчеты [4].

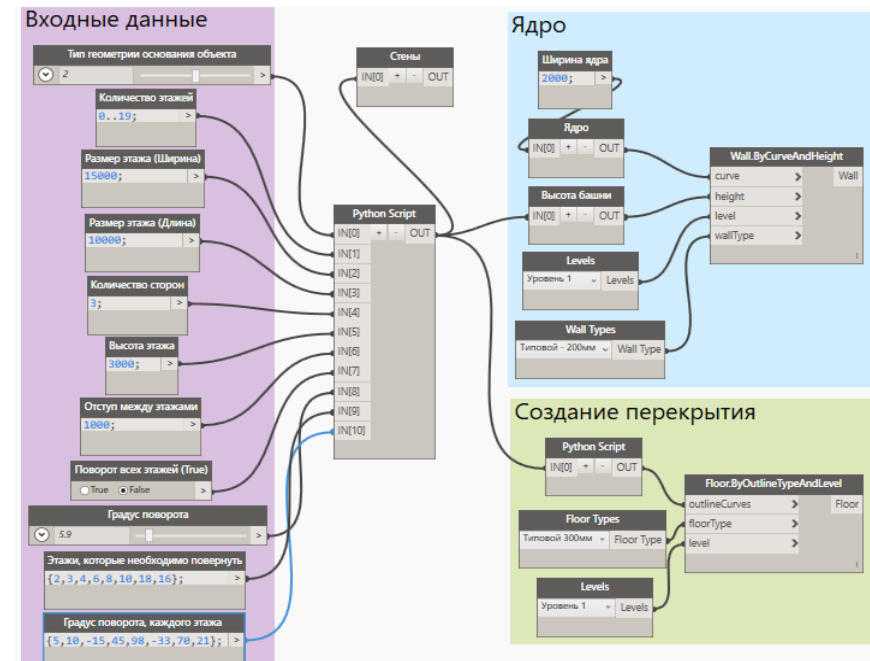


Рис. 1. Пример использования нода Python Script

Визуальное программирование позволяет создавать программы без изучения специального синтаксиса в интуитивно понятном интерфейсе. Тем

не менее, такая программа может стать загроможденной, а иногда может и отставать в функциональности. Поэтому, в данной статье показано преимущество *Python Script* в работе со сложной геометрией моделей зданий. *Python* – широко используемый язык программирования, популярность которого во многом зависит от его стиля синтаксиса. Он достаточно легко читается, что позволяет облегчить изучение, также поддерживает модули и пакеты и может быть встроен в существующие приложения. *Python* – это мощный инструмент, который расширяет возможности *Dynamo* и заменяет многие узлы и цепочки стандартных нодов несколькими краткими строками кода [5].

Представленный пример использования нода *Python Script* (см. рис. 1) позволяет автоматически проектировать здание с несколькими видами оснований, а также поворачивать любой этаж на произвольный угол (рис. 2).

```

if int==1:
    #добавляем к массиву круги
    j=0
    for k in koef1:
        #i==0 or i==2 or i==4 or i==6 or i==8:
        for i in lst:
            if i==k:
                geom.append(Ellipse.ByOriginRadii(Point.ByCoordinates(0,0,i+j),size1,size2))
            else:
                geom.append(Ellipse.ByOriginRadii(Point.ByCoordinates(0,0,i+j),size1,size2))
                j=j+height2

if int==2:
    #добавляем к массиву квадраты
    for k in koef1:
        for i in lst:
            if i==k:
                geom.append(Rectangle.ByCornerPoints(Point.ByCoordinates(size1,-size2,j),Point.ByCoordinates(-size1,-size2,j),
                Point.ByCoordinates(-size1,size2,j),Point.ByCoordinates(size1,size2,j)))
            else:
                geom.append(Rectangle.ByCornerPoints(Point.ByCoordinates(size1,-size2,j),Point.ByCoordinates(-size1,-size2,j),
                Point.ByCoordinates(-size1,size2,j),Point.ByCoordinates(size1,size2,j)))
                j=j+height2

if int==3:
    #добавляем к массиву многоугольники
    for k in koef1:
        for i in lst:
            if i==k:
                geom.append(Polygon.RegularPolygon(Circle.ByCenterPointRadius(Point.ByCoordinates(0,0,i+j),size1,kol))
                j=j+height
            else:
                geom.append(Polygon.RegularPolygon(Circle.ByCenterPointRadius(Point.ByCoordinates(0,0,i+j),size1,kol))
                j=j+height2

if bool==True:
    for i in range(0,lst.Count,2):
        geom1.append(Geometry.Rotate(geom[i],Point.ByCoordinates(0,0,0),Vector.ByCoordinates(0,0,100000),p))
        p=p+degrees
    for i in range(1,lst.Count,2):
        geom1.append(Geometry.Rotate(geom[i],Point.ByCoordinates(0,0,0),Vector.ByCoordinates(0,0,100000),p1))
        p1=p1+degrees

if bool==False:
    for i in range(0,spis.Count,1):
        for j in range(0,spis.Count,1):
            if i==j:
                geom[spis[i]+spis[i]-2]=(Geometry.Rotate(geom[spis[i]+spis[i]-2],Point.ByCoordinates(0,0,0),
                Vector.ByCoordinates(0,0,100000),grad[j]))
            geom[spis[i]+spis[i]-1]=(Geometry.Rotate(geom[spis[i]+spis[i]-1],Point.ByCoordinates(0,0,0),
            Vector.ByCoordinates(0,0,100000),grad[j]))

H=height*lst1.Count+height2*(lst1.Count-1)
    
```

Рис. 2. Часть кода *Python Script*, отвечающая за выбор геометрии основания и за поворот этажей

Если выбрать автоматический поворот каждого этажа, то результатом такой программы в *Dynamo* будет один из следующих вариантов, представленных на рис. 3. Если же самим указать какие этажи необходимо повернуть и на какой градус, то в итоге получим геометрию в *Revit*, изображенную на рис. 4.

Соединив *Python Script*, в котором прописано создание основного массива элементов, с другими скриптами, мы с получили перекрытия и стены для нашего здания, и вписали во внутрь него лифтовую шахту (ядро). Применение нода *Python Script* освобождает нас от необходимости циклично повторять одни и те же действия или плодить большое количество цепочек нодов.



Рис. 3. Отображение геометрии в *Dynamo*, автоматический поворот каждого этажа

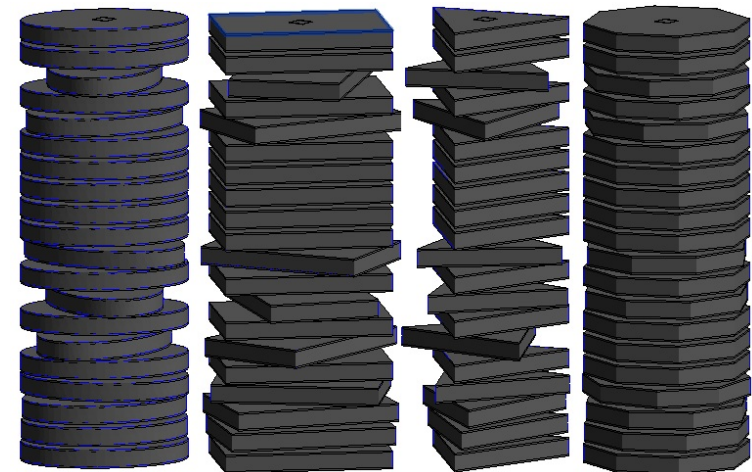


Рис. 4. Отображение геометрии в *Revit*, поворот отдельных этажей на заданный угол

На рис. 5 показан объект, который уже перенесен в *Autodesk Revit*.

На основе материала, рассмотренного выше, можно сделать вывод о том, что применение надстройки *Dynamo*, в частности нодов *Python Script*, значительно упрощает и ускоряет работу в *Revit*, а также позволяет создавать универсальные скрипты, ориентированные на различные варианты исходных данных проектируемого объекта. Это избавляет нас от необходимости повторять одни и те же действия многократно и делает интерфейс менее громоздким и визуально понятным.

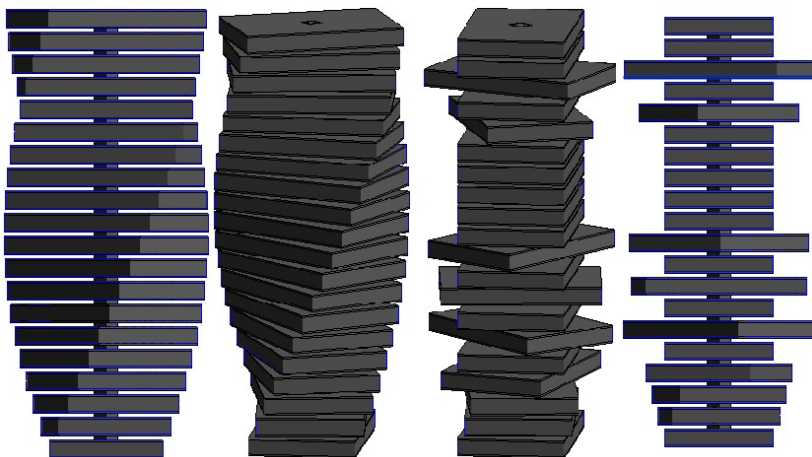


Рис. 5. Отображение объекта в *Revit*

Литература

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
2. Ланцов А.Л. AutoDesk Revit 2015. Компьютерное проектирование зданий. Издательский Центр РИОР, 2014. 664 с.
3. Динамо. URL: <http://dynamobim.org/> (дата обращения: 12.02.2017).
4. Динамо: автоматизация рутин и новые функции для Revit. URL: <http://bim.vc/dynamo/> (дата обращения: 12.02.2017).
5. Python Software Foundation. URL: <https://www.python.org/> (дата обращения: 15.02.2017).

СЕКЦИЯ 3. МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ BIM В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

УДК 004.92+624+721+378

Семенов Алексей Александрович,
канд. техн. наук,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sw.semenov@gmail.com

Semenov Alexey Aleksandrovich,
PhD of Tech. Sci.,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sw.semenov@gmail.com

ИНТЕГРАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ BIM В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗОВ

INTEGRATION OF THE BIM CONCEPT IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF BUILDING UNIVERSITIES

В работе рассматриваются вопросы внедрения технологий информационного моделирования в строительную отрасль (*BIM*). Излагаются преимущества данного подхода и перспективы перехода на новые технологии проектирования, управления процессом строительства и эксплуатации в ближайшем будущем. Выявлен ряд факторов, осложняющих переход к работе в рамках *BIM*. Отмечается важность подготовки кадров, владеющих технологиями информационного моделирования. Рассматриваются варианты внедрения концепции *BIM* в образовательный процесс строительного вуза.

Ключевые слова: *BIM*, информационное моделирование, учебный процесс, компьютерное проектирование, цифровая экономика, информационные технологии.

The paper considers the issues of introduction of information modeling technologies in the construction industry (*BIM*). Advantages of this approach and prospects of transition to new design technologies, management of the construction and operation process in the near future are described. A number of factors that complicate the transition to work within the framework of *BIM* are revealed. The importance of training personnel possessing information modeling technologies is noted. The variants of the introduction of the *BIM* concept into the educational process of a construction institution are considered.

Keywords: *BIM*, information modeling, educational process, computer design, digital economy, information technology.

В настоящее время в строительной отрасли происходит процесс активного внедрения *BIM*-технологий (*Building Information Modeling*) – технологий информационного моделирования зданий, которое, фактически, является частью цифровой экономики [1]. В отличие от работы в классических системах автоматизированного проектирования (*САПР*), работа в *BIM*-ориентированных программных комплексах позволяет моделировать не только сами строительные объекты, но и управлять их характеристиками, а также всевозможными их изменениями во времени [2–4]. Кроме того, одним из основных принципов информационного моделирования является стремление объединить

в одной информационной модели все стадии жизненного цикла здания и все разделы проектирования [5]. К сожалению, объединить весь проект в одной модели (одной базе данных) пока не получается. Технология позволяет сократить количество источников данных по проекту, но не позволяет свести их число к единице. Отсюда рождается целый класс задач (и класс программного обеспечения) по сопровождению BIM-проектов. Возникают новые специализации. Следовательно, появляются новые вызовы перед проектным сообществом и учебными заведениями.

Таким образом, совершенствование программных комплексов, позволяющих осуществлять информационное моделирование жизненного цикла здания, направлено на добавление расширяющих функционал подпрограмм.

В марте 2015 года приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации был утвержден «План поэтапного внедрения технологий BIM в области промышленного и гражданского строительства».

Согласно вышеуказанному плану, с 2020 года будет обязательным применение технологий информационного моделирования (BIM) в процессах проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, возводимых за счет бюджета РФ.

Развитию концепции информационного моделирования в строительстве и ее внедрению в отрасль и образовательный процесс посвящено большое количество публикаций.

В работе Z. Pezeshki и S. A. S. Ivvari [6] приводится классификация и обзор литературы с 2000 по 2016 годы, посвященной информационному моделированию зданий, а также показано, как были разработаны различные методологии BIM в течение этого периода. Авторами отмечаются основные направления развития методологии информационного моделирования, а также связанных с ним исследований и разработок:

- ориентация методов BIM в соответствии с потребностями экспертизы;
- способность постоянно видоизменяться и учиться является движущей силой методологий BIM и станет ключом к будущим интеллектуальным приложениям.

В обзоре [7] основное внимание уделяется выявлению будущих тенденций развития процесса проектирования зданий с учетом технологии информационного моделирования (BIM). Авторы отмечают, что в настоящее время использование технологий BIM широко внедряется как в строительной отрасли, так и в академической среде. В исследовании показаны преимущества BIM, такие как систематичность процесса моделирования, мощная платформа для интерактивной визуализации и стандартизованный обмен данными.

Как с появлением любой новой технологии, так и с появлением BIM возникают сложности с ее внедрением.

Для работы с большим проектом в рамках одной информационной модели необходима, в первую очередь, высокопроизводительная вычислительная техника. В конечном счете, помимо необходимости обеспечения участников проекта мощными рабочими станциями, это приводит или к необходимости приобретения мощного сервера, или к переходу на облачные технологии. Это могут быть либо облачные хранилища, либо сервисы для решения частных задач («облачный рендеринг», «облачные расчеты»). К сожалению, это почти всегда зарубежные сервисы, в связи с чем сразу становится актуальным вопрос конфиденциальности и защиты информации, особенно в случае работы по госзаказу.

Другой важный момент – организация командной работы. Участники BIM-проектов должны создавать, изменять, хранить объекты модели по определенным правилам. Такие правила обычно регламентируются «BIM-стандартом».

Создание информационной модели здания основано, во многом, на использовании уже существующих «микромоделей» отдельных его элементов. Например, при создании модели здания можно выбрать из справочника нужные модели дверей, оконных блоков, сантехнического, вентиляционного оборудования и т. д. Удобство использования такого справочника заключается в том, что все имеющиеся там объекты не просто изображены, а еще содержат в себе дополнительную информацию о материале, стоимости, прочностных характеристиках, сроках службы и т. д.

На начальных стадиях создание базы данных таких объектов является достаточно сложной работой, требующей большого количества времени и трудозатрат. Однако при дальнейшей проектной деятельности использование объектов, уже имеющихся в базе данных, существенно ускоряет и автоматизирует рабочий процесс.

Для решения этой проблемы есть один из подходов, согласно которому справочники таких объектов должны разрабатываться их производителями. Например, если производитель металлопластиковых окон хочет, чтобы его продукция использовалась при строительстве, когда разработка проекта осуществляется в рамках концепции BIM, то он должен предоставить на все используемые варианты объектов их информационные модели. В таком случае задача специалистов организации суметь подключить внешнюю базу элементов (библиотеку, каталог) к проектной среде организации. В настоящий момент такая задача не всегда решается просто.

Необходимость использования BIM-технологий ставит серьезную задачу по подготовке кадров [8–10]. В настоящее время ее решение стало реальной необходимостью для строительных вузов – подготовить выпускника, компетентного в вопросах информационного моделирования. В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете (СПбГАСУ) информационное моделирование преподается в рамках курсового и дипломного проектирования для архитекторов, строителей, специалистов по инженерным сетям, специалистов в области IT.

В ходе внедрения BIM-технологий в учебный процесс СПбГАСУ двумя наиболее важными формами стали «комплексный проект» и «совместный проект». Оба эти проекта направлены, в первую очередь, на освоение важнейших принципов информационного моделирования – разработку разных разделов проекта в единой модели и командную работу. В первом случае, студент выполняет задания по нескольким дисциплинам, работая в одной модели – создает архитектурные формы, рассчитывает конструкции, прокладывает инженерные сети. Данный вид работы не требует максимальной проработки всех разделов модели, поскольку студент бакалавриата проходит подготовку по конкретному направлению, и у него недостаточно знаний по остальным разделам.

Во втором случае несколько студентов с разных направлений подготовки работают командой над одним проектом. В данной ситуации существует ряд рисков, связанных с недобросовестностью и низкой мотивацией отдельных студентов. Присутствие такого студента в команде существенно тормозит выполнение общего проекта, и поэтому такая форма освоения BIM хорошо себя показывает только при задействовании части группы.

Информационное моделирование активно внедряется в сфере строительства, архитектуры и смежных областях [4, 6, 11–13]. Можно сделать вывод о том, что развитие технологий работы с информационными моделями является ближайшей перспективой строительной отрасли в России. Сейчас большинство возникающих проблем, связанных с их внедрением, уже имеют некоторые варианты решения.

Вполне вероятно, что процесс внедрения BIM будет происходить постепенно: начиная от выполнения одного-двух разделов проекта в рамках информационной модели, до выполнения всего проекта целиком. При своевременном совершенствовании программного обеспечения, развитии нормативной базы и подготовке кадров переход на BIM даст необходимое развитие строительной отрасли России.

Литература

1. Добрынин А. П., Черных К. Ю., Куприяновский В. П., Куприяновский П. В., Синягов С. А. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4, № 1. С. 4–11.
2. Ferrandiz J., Banawi A., Peña E. Evaluating the benefits of introducing “BIM” based on Revit in construction courses, without changing the course schedule. Universal Access in the Information Society. 2017. doi: 10.1007/s10209-017-0558-4.
3. Mainicheva A. Y., Talapov V. V., Zhang G. Principles of the information modeling of cultural heritage objects: the case of wooden Buddhist temples. Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia. 2017. 45 (2). P. 142–148. doi: 10.17746/1563-0110.2017.45.2.142-148.
4. Шарманов В. В., Симанкина Т. Л., Мамаев А. Е. BIM технологии в оценке уровня охраны труда. 2017. № 1(69). С. 77–88. doi: 10.18720/MCE.69.7.

5. Гинзбург А. В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 61–65.
6. Pezeshki Z., Ivari S. A. S. Applications of BIM: A Brief Review and Future Outline. Archives of Computational Methods in Engineering. 2016. doi: 10.1007/s11831-016-9204-1.
7. Chi H.-L., Wang X., Jiao Y. BIM-Enabled Structural Design: Impacts and Future Developments in Structural Modelling, Analysis and Optimisation Processes. Archives of Computational Methods in Engineering. 2015. 22 (1). P. 135–151. doi: 10.1007/s11831-014-9127-7.
8. Халаби С. М., Савельева Л. В., Плотникова О. Г. Внедрение технологий информационного моделирования в инженерно-архитектурное образование // Architecture and Modern Information Technologies. 2017. Т. 40, № 3. С. 322–331.
9. Капитонова Т. Г. BIM-технология – ближайшая перспектива строительной индустрии // Архитектура – строительство – транспорт: материалы 72-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 5–7 октября 2016 г.: [в 3 ч.]. Ч. I. Архитектура и строительство. С. 18–22.
10. Ерофеев П. С., Манухов В. Ф., Карпушин С. Н. Применение технологии BIM в архитектурном учебном проектировании зданий и сооружений // Вестник Мордовского Университета. 2015. Т. 25, № 1. С. 105–109. doi: 10.15507/VMU.025.201501.105.
11. Постнов К. В. Применение современных информационных технологий в проектных организациях и их влияние на повышение качества проектных решений // Известия КГАСУ. 2014. № 4. С. 375–383.
12. Баранник С. В. Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1 (4). С. 24–28. doi: 10.17273/CADGIS.2015.1.3.
13. Аникеева С. О. Об опыте использования технологии BIM для музеефикации деревянных памятников архитектуры // Вестник ТГУ. Культурология и искусствоведение. 2014. № 1 (13). С. 31–36.

УДК 004.921

Лобанов Евгений Юрьевич,
ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий
и дизайна)
E-mail: eulobanov@gmail.com

Lobanov, Evgeniy Yurievich
Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Industrial Technologies
and Design)
E-mail: eulobanov@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ GRAPHISOFT ARCHICAD В ПРЕПОДАВАНИИ АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

FEATURES OF GRAPHISOFT ARCHICAD SOFTWARE IN TEACHING ARCHITECTURAL DESIGN

В статье рассматриваются проблемы преподавания САПР студентам архитектурных и дизайнерских направлений на примере изучения программы ArchiCAD. Приводятся примеры использования различных инструментов и дополнений в проектных заданиях, в частности, описываются возможности программного модуля MEP Modeler для про-

ектирования инженерных сетей. Ставится вопрос о более тесной интеграции информационных технологий в курс проектирования. Рассматриваются возможности взаимодействия *ArchiCAD* с программными продуктами для параметрического проектирования *Rhinoceros 3D* и *Grasshopper*. Описываются перспективы развития технологий виртуального проектирования.

Ключевые слова: BIM-технологии, автоматизированное проектирование, компьютерное моделирование, виртуальное здание, *ArchiCAD*.

The article deals with the problems of CAD teaching to students of architectural and design directions on the example of studying the program *ArchiCAD*. Examples of the use of various tools and add-ons to project tasks are given, in particular, the capabilities of the MEP Modeler software module for the design of utility networks are described. The question is raised about closer integration of information technologies into the design course. The possibilities of interaction of *ArchiCAD* with software products for the parametric design of *Rhinoceros 3D* and *Grasshopper* are considered. The prospects for the development of virtual design technologies are described.

Keywords: BIM-technologies, computer-aided design, computer modeling, virtual building, *ArchiCAD*.

В процессе подготовки специалистов в области архитектуры и дизайна среды в современных условиях необходимо изучение (САПР). Традиционно в российских ВУЗах преподают программы пакета *Autodesk*, в основном *AutoCAD* и *3DS Max*, иногда *Revit*. В Институте дизайна пространственной среды СПбГУПТД, помимо первых двух вышеуказанных САПР, с 2006 года ведется преподавание программы *Graphisoft ArchiCAD*.

ArchiCAD является универсальной архитектурной программой в том смысле, что с ее помощью можно проектировать и моделировать здания, различные объекты среды и ландшафт, выполнять проектную документацию, визуализировать модели, считать сметы и т. д. [4]. Сейчас, когда в ИДПС изучают самые последние версии *ArchiCAD*, обладающие наибольшим функционалом, остальные программы являются вспомогательными (*AutoCAD* в принципе не нужен и преподается только из-за того, что его знание часто необходимо при трудоустройстве, а *3DS Max* используется в основном для визуализации, т. к. в *ArchiCAD* создание реалистичных фототизображений модели требует длительной настройки и больших мощностей компьютера).

Чаще всего изучение САПР в учебных планах предусмотрено в рамках отдельной дисциплины, и на занятиях по проектированию при выполнении заданий подразумевается, что студенты уже умеют работать в программе (изучение *ArchiCAD* начинается на 1 семестр раньше, чем практический курс проектирования). В рамках дисциплин «Информационные технологии в дизайне среды» и «Автоматизированное проектирование» студенты в основном выполняют типовые задания, лишь опосредованно связанные с проектными задачами. Возникает вопрос о более тесной интеграции информационных технологий в дисциплину «Проектирование».

Когда речь идет о достаточно простых проектах, таких как перепланировка квартиры или дизайн интерьера общественного помещения, знаний и навыков, полученных студентами на компьютерных дисциплинах, обычно вполне достаточно. В подобных задачах используются чаще всего базовые инструменты *ArchiCAD* (Стена, Дверь, Окно, Перекрытие, Объект и 2D элементы), а упор делается на функциональный аспект, правильность оформления чертежей и качество визуализации интерьера.

Что же касается более сложных задач, таких как проектирование зданий (проект частного жилого дома студенты делают на 2 курсе, многоквартирных зданий и общественных центров – на 3 и 4 курсах бакалавриата), то в этих случаях необходимо научить создавать нестандартные объекты, часто нетривиальными способами, что было бы удобнее включить непосредственно в процесс преподавания проектирования.

В процессе поиска студентом формы здания не всегда можно полагаться на эскизы, сделанные вручную. Компьютерное моделирование зачастую помогает развить объемно-пространственное мышление, а также рассмотреть различные варианты перекрытия объема сооружения со сложным планом. Графические программы незаменимы при создании объектов с большим количеством повторяющихся элементов (рис. 1). Кроме того, такие инструменты *ArchiCAD*, как Оболочка и Морф, позволяют достаточно быстро строить модели сколь угодно сложной формы, а также легко их видоизменять [1].



Рис. 1 (начало). Пример концептуального проектирования в *ArchiCAD* (проект фрактального акваполиса «Морская звезда» студентки Анны Калачевой, руководитель Е. Ю. Лобанов)

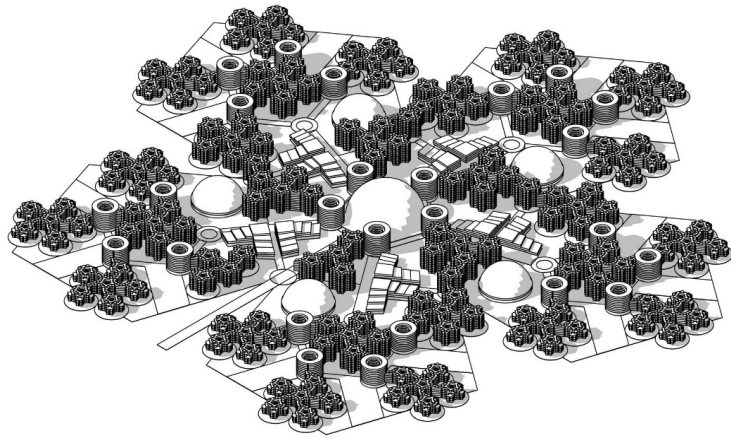
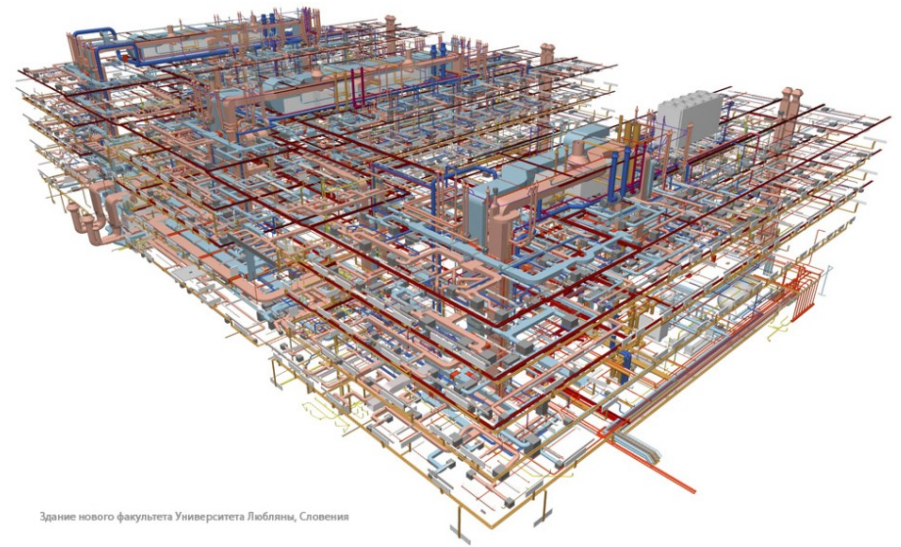


Рис. 1 (окончание). Пример концептуального проектирования в *ArchiCAD* (проект фрактального акваполиса «Морская звезда» студентки Анны Калачевой, руководитель Е. Ю. Лобанов)

Одним из важных заданий является также построение 3D узлов сопряжения конструкций. Помогают в этом плоские заготовки деталей, выполняемые инструментом Морф в окнах Плана, Разреза и Фасада. Им можно придать объем в 3D окне, выдавив на нужное расстояние грань Морфа. Все это позволяет студентам лучше понять технические тонкости и научиться выстраивать в уме трехмерную структуру по 2D чертежам.

Встроенный программный модуль *MEP Modeler* можно использовать для наглядной демонстрации прокладки инженерных сетей в здании. Элементы коммуникаций (трубопроводы, воздуховоды и т. п.) корректно отображаются в 2D и в 3D окнах; помимо этого, имеется функция обнаружения коллизий, позволяющая выявлять пересечения импортированных инженерных сетей с конструктивными элементами архитектурного проекта [2] (рис. 2).

Также в перспективе для студентов ИДПС будет весьма актуальным изучение программ параметрического проектирования, таких как *Grasshopper*, имеющих связь с *ArchiCAD*. Как отмечает Мартин Дэй, «параметрическое проектирование помогает управлять созданием сложной параметрической геометрии из уже созданных скриптов, программ, определений и параметрически ограниченных отношений. Так, например, если заказчик кажется, что спиралевидный небоскреб с остекленным фасадом на десять метров выше, чем нужно, вы можете изменить размеры в модели, и всё здание и несущие стены будут обновлены. В умелых руках, вычислительные инструменты могут сильно упростить проектирование сложных форм и могут быть использованы для создания и оценки новых проектов, при этом сокращая стоимость производства» [6].



Здание нового факультета Университета Любляны, Словения

Рис. 2. Моделирование инженерных сетей с помощью *MEP Modeler* в *ArchiCAD* (изображение с сайта *graphisoft.com*)

Grasshopper имеет «очень простой и интересный интерфейс, оставляющий скрипт в фоновом режиме. Программа создается путем встраивания компонентов в общий программный код» [6]. Связка *Grasshopper* с программой для трехмерного NURBS-моделирования *Rhinoceros 3D* завоевала популярность в таких известных архитектурных компаниях, как *Zaha Hadid*, *Buro Happold*, *HOK Sport* и *Foster + Partners* [6].

Компания *Graphisoft* выпустила 2 расширения для *ArchiCAD*: *Rhino Export* дает возможность пользователям перенести геометрию из *ARCHICAD* в *Rhino*, а *Rhino Import* позволяет моделям, созданным в *Rhino*, отображаться в *ARCHICAD* как объект *GDL*, сохраняя логическую связь с моделью *Rhino*.

«Новая связка *Grasshopper* предполагает динамические ссылки для использования параметрической геометрии, чтобы управлять вручную конфигурацией *BIM* элементов в *ARCHICAD*. Система преобразует геометрию *Rhino/Grasshopper* прямо в *BIM* элементы *GDL*, сохраняя контроль над автоматизированным проектированием через *Grasshopper*» [6] (рис. 3).

Возможное развитие *BIM*-технологий описано, в частности, у Жака Фреско в книге «Проектирование будущего». В центре архитектурного дизайна завтрашнего дня все идеи, которые дизайнер загружает в компьютер, возможно, даже в словесном виде, будут спроецированы «на визуальной сфере. Например, дом, который вы хотите построить – можно будет моделировать в трёхмерном изображении в центре этой виртуальной сферы. Это

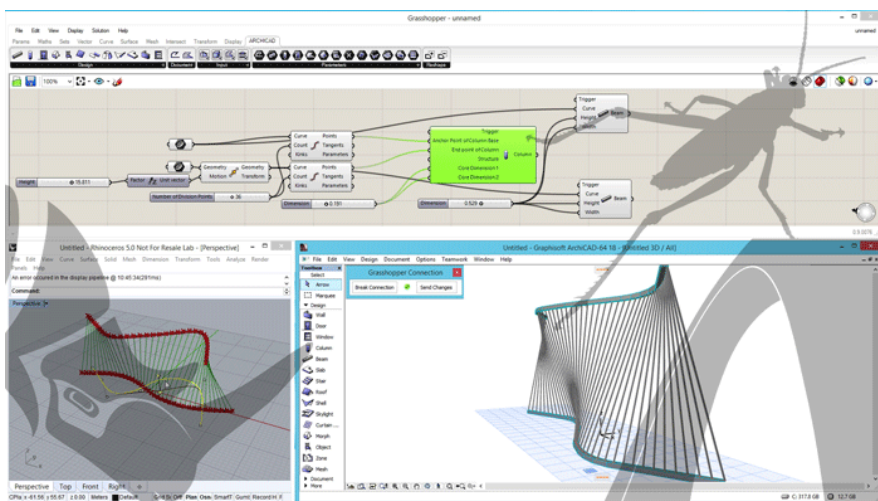


Рис. 3. Импорт геометрии из *Rhino* в *ArchiCAD* через *Grasshopper Connection* (изображение с сайта *isicad.ru*)

позволит рассматривать своё творение под любым углом и ракурсом, редактировать интерьер и экстерьер. Потом, кто-то другой может добавить какую-то свою идею, например, внести свои предложения по улучшению дизайна и т. д. Таким образом, можно совместными усилиями творить в реальном времени и всё это можно тут же увидеть в виде изображений. Когда проект закончен, компьютерная система выдаст несколько вариантов на основе предложенных идей. После того как выбор сделан, участники смогут попробовать посмотреть на своё творение изнутри с помощью так называемого «сенсориума». Это компьютерная программа, проецирующая трёхмерные изображения в окружающем пространстве, предоставляя возможность получить опыт, сравнимый с реальным. Если всё устраивает, то компьютер выбирает материалы с точки зрения прочности и эффективности, после чего проектирует постройку. Однако все характеристики, как визуальные, так и технические всегда можно редактировать по своему усмотрению. Всё это позволит создавать дома и строения, полностью удовлетворяющие запросам и желаниям людей. У каждого будут неограниченные возможности творить, как им нравится» [7]. Разумеется, даже с непредставимым развитием компьютерных технологий профессии архитектора и дизайнер не исчезнут, но получат, скорее всего, дальнейшее развитие вследствие небывалой свободы формотворчества.

Литература

1. ARCHICAD Training Series Часть 2. Концептуальное проектирование в ARCHICAD (Русскоязычная версия). URL: <http://www.graphisoft.ru/learning/training-materials/training-series/volume-2.html> (дата обращения: 01.03.2018).
2. GRAPHISOFT MEP Modeler. URL: http://www.graphisoft.ru/archicad/mep_modeler/ (дата обращения: 01.03.2018).
3. Бархин Б. Г. Методика архитектурного проектирования: Учеб.-метод. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1982. 224 с.
4. Выполнение работ в системе ArchiCAD [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Лебедев А. В. СПб.: СПУТД, 2014. 22 с. URL: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1698 (по паролю; дата обращения: 01.03.2018).
5. Добрицына И. А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. М.: Прогресс-Традиция, 2004. 416 с.
6. Дэй М. Преимущества интеграции ARCHICAD и Grasshopper. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18369 (дата обращения: 01.03.2018).
7. Фреско Ж. Проектирование будущего (Русскоязычная версия). URL: <https://www.thevenusproject.com/learn-more/free-e-books/> (дата обращения: 01.03.2018).

УДК 004.94; 378.147.39: 004; 69.007-05

Голдобина Любовь Александровна,
д-р техн. наук, профессор,
(Санкт-Петербургский горный университет)
E-mail: kaf-sgp@mail.ru

Goldobina Lyubov Alesandrovna,
Dr. of Tech. Sci., Professor,
(Saint-Petersburg mining University)
E-mail kaf-sgp@mail.ru

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»

EXPERIENCE OF IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE PREPARATION OF BACHELORS BY DIRECTION 08.03.01 "CONSTRUCTION"

В статье поднимается вопрос о необходимости подготовки и развития кадрового потенциала в строительной индустрии Российской Федерации. Одним из путей достижения цели инновационного развития является модернизация архитектурно-строительного проектирования, в частности внедрение *BIM*-технологий, позволяющих принимать эффективные решения на всех стадиях жизненного цикла зданий и сооружений.

В статье приводится концепция проектирования основной образовательной программы подготовки по направлению 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата) с акцентом на получение систематизированных знаний, умений и практических навыков в процессе обучения, в частности через преемственность и междисциплинарную связь в процессе курсового и дипломного проектирования на основе *BIM*-технологий.

Ключевые слова: качество образования, компетентностный подход, строительная отрасль, информационные технологии, информационное моделирование зданий, *BIM*-технологии.

The article raises the question of the need for training and development of human resources in the construction industry of the Russian Federation. One of the ways to achieve the goal of innovative development is the modernization of architectural and construction design, in particular the introduction of BIM-technologies that allow to make effective decisions at all stages of the life cycle of buildings and structures.

The article presents the concept of designing the basic educational program for training in the direction of 08.03.01 "Construction" (bachelor's level) with an emphasis on obtaining systematic knowledge, skills and practical skills in the learning process, in particular through continuity and interdisciplinary communication in the course of course and diploma work. designing on the basis of BIM-technologies.

Keywords: the quality of education, competence approach, construction industry, information technology, building information modeling, BIM technology.

Одной из насущных задач, стоящих перед строительной отраслью, является оздоровление архитектурно-промышленного комплекса, в котором существует ряд проблем, влияющих на качество разрабатываемой проектной документации и сроки ее подготовки, в частности: отсутствие единых подходов к организации проектно-исследовательской деятельности; недостаточная подготовка кадров; отсутствие разумной ценовой политики в отношении проектно-исследовательских работ и занижение заказчиками стоимости этих работ; несовершенство нормативно-правовой и нормативно-технической базы проектирования, в том числе из-за отсутствия единой стратегии ее развития; несовершенство методологии и технологии проектирования, в том числе при типовом проектировании; несовершенство института экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий; отсутствие качественного отечественного программного обеспечения проектных работ и др. [1, 2].

Архитектурно-строительное проектирование требует повышения качества проектирования, включая одно из важнейших и принципиальных новшеств, которое уже активно используется в современном проектировании и строительстве – это технологии информационного моделирования зданий (*BIM – Building Information Modeling*). «Применение *BIM*-технологии позволяет принимать эффективные решения на всех стадиях жизненного цикла зданий от инвестиционного замысла до эксплуатации и даже сноса. Это важно и для бюджетных строек, с точки зрения рационального использования бюджетных денег, и вообще для строительства и эксплуатации любого объекта», – отметил министр Минстроя России Михаил Мень [3].

В настоящее время Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации реализует план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования зданий в области промышленного и гражданского строительства, утвержденного приказом Минстроя России № 926/пр от 29 декабря 2014 г., и разработанного совместно с Росстандартом, Экспертным советом при Правительстве Рос-

сийской Федерации и иными институтами по модернизации экономики и инновационному развитию [4].

Реализация мероприятий плана поэтапного внедрения технологий *BIM* позволит повысить конкурентоспособность российского строительного комплекса на мировом рынке, улучшить качество изысканий, проектирования и строительства объектов, снизить себестоимость на этапе проектирования и проведения экспертизы проектной документации, а также обеспечит снижение рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

С использованием *BIM*-технологий отечественными архитекторами и проектировщиками выполнены такие значимые олимпийские проекты в г. Сочи, как Олимпийский стадион «Фишт», Ледовый дворец «Большой», Ледовый дворец «Айсберг», Крытый конькобежный центр «Адлер-арена», инфраструктурные объекты Олимпийской деревни, Футбольный стадион «*FIFA-2018*», высотное здание ММДЦ «Москва-Сити», вторая сцена Мариинского театра в г. Санкт-Петербург и многие другие.

Наиболее инновационные российские предприятия активно переходят на *BIM*-технологии и уже почувствовали преимущества от использования технологии. Большая часть из тех, кто пока не перешел на *BIM*-технологии, осознали необратимость изменений, происходящих в архитектурно-строительной отрасли, и сегодня выбирают оптимальный метод внедрения информационного моделирования [5]. Поэтому весьма актуальной становится проблема подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих *BIM*-технологиями.

С 2012 г. Санкт-Петербургский Горный университет ведет подготовку бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство», методология подготовки которых заключается в проектировании основной образовательной программы (ООП) не только в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом, но и в соответствии с требованиями рынка строительной индустрии к будущим инженерно-техническим кадрам.

Среди важнейших современных требований к проектной подготовке бакалавров строительного направления следует выделить: междисциплинарные знания и способность через них к обоснованиям проектных решений; способность системно и самостоятельно мыслить; выявлять и эффективно решать производственные задачи с использованием компетенций, освоенных в вузе; нацеленность на результативность профессиональной деятельности [6].

ООП должна быть разработана таким образом, чтобы студент получал знания, умения и навыки в той же последовательности, как сформирован жизненный цикл строительного объекта, условно выделенный в следующие стадии: предпроект (предпроектное предложение, технико-экономическое обоснование), проект (эскизный проект, технический проект), рабочий проект и рабочая документация, строительство, управление и эксплуатация, ремонт и (или) реконструкция (рис. 1) [7–9].

По мере получения знаний по основным фундаментальным (математика, физика, химия), общетехническим (инженерная графика, теоретическая и строительная механика, сопротивление материалов, геодезия) и профессиональным (специальным) дисциплинам (основы архитектуры и строительных конструкций, архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений, основания и фундаменты, железобетонные и каменные конструкции, металлические конструкции, конструкции из дерева и пластмасс и др.) студенты в ходе выполнения курсовых проектов с помощью полученных начальных навыков работы с программами информационного моделирования зданий при знакомстве с дисциплинами «Компьютерная графика в проектировании», «Информационные технологии в строительстве» фактически включаются в профессиональную проектную деятельность (рис. 1).

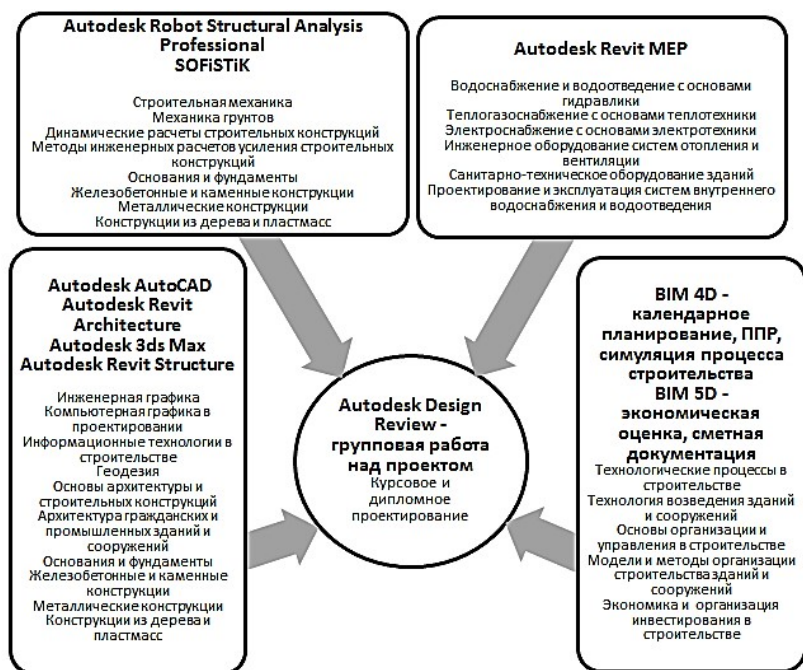


Рис. 1. Концепция внедрения ВМ-технологий в учебный процесс

Так, к примеру, на этапе освоения основных инструментов программы *Autodesk Revit Architecture* по созданию концептуальной модели здания, далее при освоении дисциплины «Архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений» в этой же программе студент может продолжить

выполнение курсового задания по разработке архитектурно-строительных чертежей по созданной модели.

Изучение строительных конструкций (железобетонные, каменные, металлические, деревянные) позволит полученные теоретические знания использовать при выполнении курсовых проектов и выпускной квалификационной работы (ВКР) с использованием таких интегрированных графических систем, как *Autodesk Robot Structural Analysis Professional*, предназначенных для расчета и проектирования различных типов конструкций, и позволяющих создавать модель конструкции, выполнять статический, динамический расчеты конструкции, проверять полученные результаты, осуществлять расчеты отдельных элементов конструкций по нормам, а также готовить необходимую документацию по результатам расчета и проектирования конструкции.

Другое приложение *Autodesk Revit MEP*, предназначенное для проектирования инженерных сетей, может быть использовано при изучении таких дисциплин, как: «Инженерное оборудование систем отопления и вентиляции», «Санитарно-техническое оборудование зданий», «Проектирование и эксплуатация систем внутреннего водоснабжения и водоотведения».

При выполнении сквозного курсового задания, которое может перейти в дальнейшем в статус ВКР, от объемно-планировочного решения здания до проекта организации его строительства с использованием ВМ-технологий есть все основания полагать, что студент не только получит глубокие теоретические знания по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, но и существенно их проработает и закрепит, поскольку будет мотивирован получить на профессиональном уровне не только навыки работы с современными программными продуктами, но и получить целостное представление о многоэтапном проектировании и неразрывной взаимосвязи всех интеллектуальных технических элементов здания (конструкции и материалы, сети, машины и механизмы и др.), а также получит навыки работы «в команде».

Литература

1. Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года. М., 2015. 42 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://nopriz.ru/upload/ibloc/49f/str_2030.pdf
2. Проект. Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2030 года. М.: Минстрой России, 24.06.2016. 63 с. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/docs/11870/>
3. Стратегия инновационного развития строительной отрасли. М.: Минстрой России, 16.06.2016 г. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/press/strategiya-innovatsionnogo-razvitiya-stroitelnoy-otrasli-budet-predstavlena-na-rassmo-trenie-v-pravit/>

4. Приказ Минстроя России от 29.12.2014 г., № 926/пр. «План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства в проектировании». М.: Минстрой России, 2014. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf>

5. Попов В. Профессионализм, надежность, качество. BIM – информационная модель здания: пора или не пора. М.: Autodesk, 05.10.2011. 120 с. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://scadsoft.com/download/BIM2011.pdf>

6. Кульгина Л.А. Междисциплинарная интеграция в курсовом проектировании при подготовке бакалавров строительного направления: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Чита: ФГБОУ ВПО «Забайкальский государственный университет», 2014. 24 с.

7. Голдобина Л.А. Использование BIM-технологий при подготовке инженерных кадров по направлению 270800 «Строительство» // Перспективы развития информационных технологий: Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции 20 марта 2015 г. / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. С. 115-121.

8. Голдобина Л.А., Глухова М.Г., Стуликова К.Е. Использование BIM-технологий при создании цикла проектно-конструкторской подготовки студентов бакалавриата по направлению 270800 «Строительство» // Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных и гуманитарных дисциплин: Сборник научных трудов II Международной научно-методической конференции 09-10 апреля 2015 г. / «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб., 2015. – С. 341-347.

9. Голдобина Л.А., Орлов П.С. BIM-технологии и опыт их внедрения в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» // Записки Горного института. 2017. № 218. С. 263 -272.

УДК 378.01:004.925

Тарханова Ольга Васильевна,

канд. пед. наук, доцент,

Шушарина Ирина Владимировна,

ст. преподаватель,

Алиев Заур Али Оглы, студент,

Забоев Иван Анатольевич, студент.

(Тюменский индустриальный университет)

E-mail: tarhanovaov@tyuiu.ru, shusharina-

iv@tyuiu.ru,

zaur.aliev.98@bk.ru,

ZaboevIvan@yandex.ru

Tarkhanova Olga Vasilyevna,

PhD of Pedagogic Sci., Associate Professor

Shusharina Irina Vladimirovna,

Senior Lecturer

Aliyev Zaur Ali Oglu, student,

Zaboev Ivan Anatolyevich, student;

(Tyumen Industrial University)

E-mail: tarhanovaov@tyuiu.ru,

shusharinaiv@tyuiu.ru,

zaur.aliev.98@bk.ru,

ZaboevIvan@yandex.ru

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ – ШАГ К BIM ОБРАЗОВАНИЮ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ СТРОИТЕЛЕЙ

INTERDISCIPLINARY LABORATORY RESEARCHES – STEP TO THE BIM-EDUCATION OF FUTURE BUILDING ENGINEERS

В статье обозначена необходимость совершенствования системы подготовки и внедрения BIM технологий в образовательный процесс будущих инженеров-строителей, в связи со стратегическим развитием строительной отрасли. Проанализированы существующие формы, методы, средства подготовки и формируемые компетент-

сти выпускников инженерного ВУЗа. Выявлены соответствия между знаниями, умениями и навыками, которые приобретают обучаемые в процессе изучения дисциплин направления 08.03.01 Строительство и ролями специалистов, участвующих в BIM проектировании. Предложена разработка междисциплинарной лабораторной работы, как одного из средства внедрения информационного моделирования в образовательный процесс будущих инженеров-строителей, с целью повышения подготовки квалифицированных специалистов, владеющих современными технологиями проектирования строительного производства.

Ключевые слова: строительное производство, информационное моделирование зданий (BIM), образовательный процесс, подготовка инженеров-строителей, междисциплинарные связи, проектирование.

This article specifies the necessity of both improving the training system and implementing the BIM technologies in the educational process of future building engineers due to the strategic development of the building industry. Existing forms, methods, training means and formed competences of graduates of engineering universities are analyzed. Correlations between expertise, knowledge and skills, gained in the process of learning disciplines of the program "08.03.01 Building", and roles of specialists, participating in BIM designing, are revealed. A development of an interdisciplinary laboratory research is suggested, as one of the means of implementing the information modelling in the educational process of future building engineers with the purpose of improving the training of skilled professionals, who have mastered the up-to-date design technologies of construction works.

Keywords: construction works, Building Information Modeling (BIM), educational process, training of building engineers, interdisciplinary relations, design.

Зарубежная строительная индустрия уже перешла или активно переходит к технологии информационного моделирование зданий (BIM – Building Information Modeling) [1]. В Российской Федерации для отработки внедрения BIM технологий утверждена дорожная карта Минстроя России [2], в октябре 2017 года в Москве утвержден план внедрения BIM-технологии в деятельность московского Стройкомплекса и с начала 2019 года в Москве будет осуществлен перевод городских структур строительной экспертизы на технологии информационного моделирования [3].

Специалисты строительной отрасли должны быть готовы к нововведениям, которые будут обязательными для выполнения государственного строительного заказа. Рынку проектирования и строительства нужны новые кадры, понимающие суть, логику и основы технологии информационного моделирования. Для учебных заведений, осуществляющих подготовку специалистов для строительной отрасли, стала объективной необходимостью цель внедрения технологий информационного моделирования в образовательный процесс будущих инженеров-строителей и, как обязательное следствие этого – пересмотр рабочих программ существующих общеобразовательных и специальных дисциплин; разработка новых дисциплин; модернизация и расширение набора профессиональных компетенций, которыми должен овладеть выпускник, освоивший образовательную программу и готовый к успешному применению BIM-технологий в будущей профессиональной деятельности.

Для формирования необходимого набора и уровня компетентности обучаемых нужен подбор целесообразных форм, методов, средств обучения, использование интерактивных, инновационных технологий обучения, технологий проектного, компьютерного обучения. В процессе обучения ВМ-технологиям разумно интегрированное применение обозначенных подходов.

ВМ – определённый принцип работы профильных специалистов на всех стадиях жизненного цикла строительного объекта (ЖЦСО) – смежных проектировщиков: архитекторов, конструкторов, специалистов по инженерным сетям, специалистов по рабочей документации (сметчики, логисты и другие) и другие. Проведённый анализ рабочих учебных планов для направления 08.03.01 «Строительство» и специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий» позволяет обозначить то, что в процессе изучения различных дисциплин, обучаемые проходят все роли проектировщиков. Анализ показывает, что набор ролей проектировщиков ЖЦСО от дисциплины к дисциплине увеличивается с возрастанием курса. Для дисциплин старших курсов характерно то, что в рамках одного предмета обучаемые могут быть в роли каждого из проектировщиков ЖЦСО и уже понимать сущность ВМ-моделирования и владеть навыками работы в программном обеспечении, являющимся инструментами для ВМ проектирования (*Revit*, *Archicad*, *Nanocad*, *Tekla* и др. [4]). Концепция инновационного строительного образования должна позволять организовать обучение будущих инженеров строителей, последовательно отражая весь ЖЦСО («Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй» [5]).

Логично, начиная с первых курсов обучения в рамках дисциплин, связанных с информационными технологиями, инженерной и компьютерной графикой, основами инженерного проектирования вводить темы, связанные с рассмотрением понятийного аппарата, теоретических основ, сущности ВМ моделирования и изучением инструментария, например с использованием программы *Autodesk Revit*. Это позволяет показать важность междисциплинарных связей и связей с будущей профессиональной деятельностью. Один из вариантов реализации обозначенного подхода может быть разработка междисциплинарных лабораторных работ, направленных на изучение базовых основ, понятий, инструментария ВМ технологий.

Под руководством преподавателей различных дисциплин, с различных кафедр, студентами Тюменского индустриального университета, специальности «Строительство уникальных зданий» разработана лабораторная работа по созданию проекта малоэтажного здания, имеющего наклонные стены, используя инструменты программы *Autodesk Revit*. В данной работе последовательно рассматривается все этапы проектирования здания:

- создание осей, уровней, формирование соответствующих планов этажей, фасадов, разрезов;

- создание нестандартной части здания – крыши, которая начинается от фундамента дома, односкатной крыши и её присоединение к уже созданной крыше, на рис. 1 и ниже представлены некоторые фрагменты выполнения лабораторной работы;

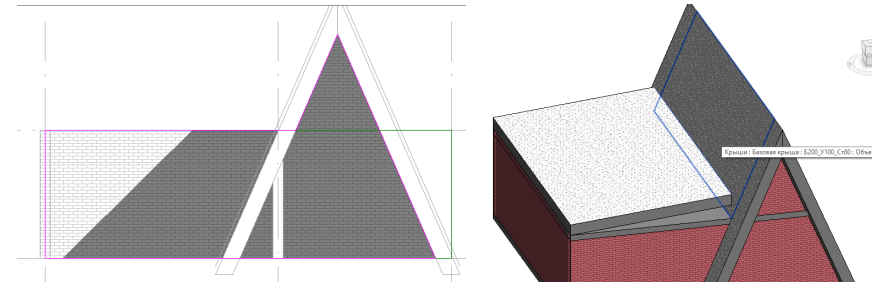


Рис. 1. Создание крыши

- создание стен, перекрытий, оконных и дверных проемов с использованием существующих библиотек и семейств, лестниц и витражей произвольной формы (рис. 2);

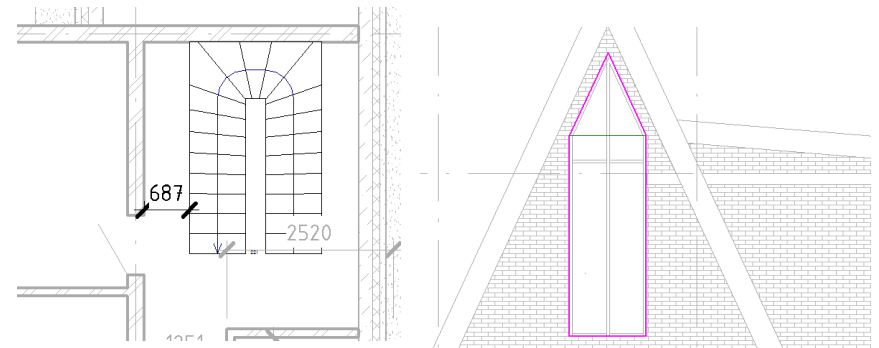


Рис. 2. Создание лестницы, витражей

- расстановка сантехнических приборов, домашнего оборудования и мебели;
- создание разрезов здания (рис. 3);
- оформление всех видов и разрезов в соответствии с требованиями ГОСТ, простановка размеров. Доработка рабочей документации проекта (спецификаций, экспликаций и т. д.);
- создание 3D видов и визуализация изображения зданий и некоторых интерьеров (рис. 4);

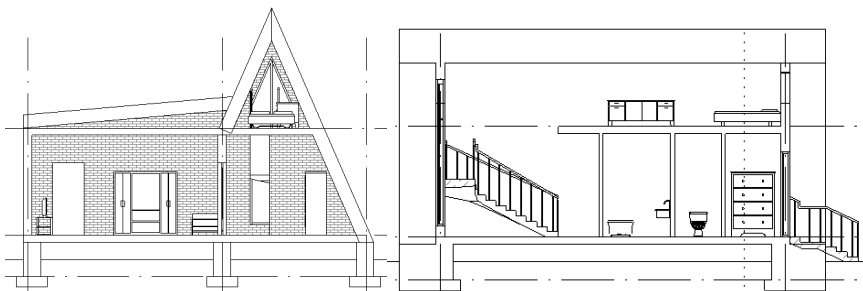


Рис. 3. Создание разрезов здания

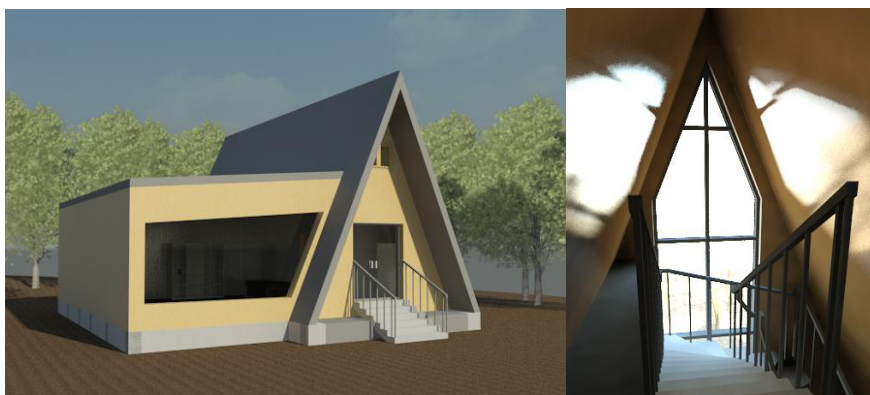


Рис. 4. Визуализация изображения

- оформление всех необходимых комплектов чертежей спецификаций, экспликаций и другой рабочей документации на лист;
- создание презентации по проекту.

С каждым последующим курсом при изучении специальных дисциплин и выполнения курсовых работ планируется дальнейшая совместная работа преподавателей и студентов в разработке лабораторных работ для дальнейших этапов информационного проектирования, в которых происходит трансформация начального проекта или другой модели с нарастающей сложностью. Задачами следующего цикла лабораторных работ могут быть: наполнение модели инженерными сетями, расчет конструкций, расчёт смет и др., используя программы *Autodesk Revit* или другие инструментари *ВМ-технологий*.

Опыт показывает, что обозначенный подход позволяет:

– с одной стороны, преподавателям накопить определённый опыт ВМ-проектирования, с целью модернизации учебных планов, рабочих программ курсов, разработки методической литературы, учебных заданий, технологий и методик преподавания;

– с другой стороны, несмотря на непростое программное обеспечение, студенты успешно, а главное с большим интересом осваивают основы информационного моделирования объектов, демонстрируют стабильно высокий уровень учебной мотивации, готовность к дальнейшему обучению в этом направлении.

Литература

1. Не затянулось ли наше знакомство с ВМ-технологиями?: [Электронный ресурс] // Строительный портал №1 в России. URL: <http://rcmm.ru/tehnika-i-tehnologii/39571-ne-zatyanus-li-nashe-znakomstvo-s-bim-tehnologiyami.html>. (Дата обращения: 24.09.2017).
2. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства: Приказ Минстроя России от 29 дек. 2014 г. № 926/пр.
3. Строительная газета. В 2019 году в Москве начнут проводить экспертизу стройпроектов на основе ВМ-технологий. URL: <https://www.stroygaz.ru/news/item/v-2019-godu-v-moskve-nachnut-provodit-ekspertizu-stroyproektov-na-osnove-bim-tehnologiy/>. (дата обращения: 27.02.2018)
4. Талапов В. ВМ: что под этим обычно понимают: // Isicad. Ваше окно в мир САПР. URL: http://isicad.ru/articles.php?article_num=14078/. (дата обращения: 18.09.2017).
5. Ануфриев Д.П., Петрова И.Ю., Шикунская О.М. Внедрение инструментов ВМ в образовательный процесс строительного ВУЗа [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://aracy.pf/journal/files/documents/44-redaktor/prsk_2015/prsk_2015_54-62.pdf.

УДК 378+004.92+514.18

Семенова Наталья Алексеевна,
ст. преподаватель,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sna.spbgasu@gmail.com

Semenova Natalia Alekseevna,
Senior Lecturer,
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sna.spbgasu@gmail.com

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА – ОСНОВА ДЛЯ РАБОТЫ В ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS – THE BASIS FOR WORKING IN THE SOFTWARE COMPLEXES OF INFORMATION MODELING OF BUILDINGS

В статье рассматривается необходимость дисциплин «Инженерная графика» и «Компьютерная графика» для дальнейшего полноценного освоения студентами технологий информационного моделирования зданий. Затрагиваются вопросы развития гра-

фической культуры у студентов в процессе обучения, подчеркивается ее важность для подготовки квалифицированного специалиста.

Показано, как технологии информационного моделирования встраиваются в учебный процесс технических специальностей по принципу «Инженерная графика – САПР – BIM». Отмечается важность BIM-технологий для дальнейшего развития строительства, архитектуры и других инженерных направлений.

Ключевые слова: BIM, инженерная графика, компьютерная графика, учебный процесс, САПР, графическая культура.

The necessity of disciplines «Engineering graphics» and «Computer graphics» for further high-grade mastering by students of information modeling technologies of buildings is considered in the article. The issues of the development of graphic culture among students in the learning process are discussed, its importance for the formation of a qualified specialist is underlined.

It is shown how information modeling technologies are built into the educational process of technical specialties on the principle of «Engineering Graphics – CAD – BIM». The importance of BIM-technologies for the further development of construction, architecture and other engineering directions is noted.

Keywords: BIM, engineering graphics, computer graphics, educational process, CAD, graphic culture.

Предмет инженерная графика является одной из базовых дисциплин, необходимых студенту строительного вуза. На первом курсе в рамках данного предмета у студентов должны сформироваться такие навыки, как умение читать строительные и машиностроительные чертежи, умение выполнять расчетно-графические работы, комплексные чертежи геометрических тел; знать правила чтения конструкторской и технической документации, правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем. Отдельно следует отметить важность успешного освоения этого предмета студентами, имеющими необходимость работы с чертежами в своей последующей профессиональной деятельности.

Благодаря изучению данной дисциплины, у студентов формируются устойчивые знания, умения и навыки, определяющие их графическую подготовку, необходимую для дальнейшей проектной работы. Развивается пространственное и логическое мышление, способность к анализу и синтезу графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов.

Дисциплина «Инженерная графика» относится к базовой части учебной программы, изучается на первом курсе и во многом закладывает основу для изучения других предметов. Студент должен освоить способы решения графических задач; способы преобразования чертежа; построение линий, поверхностей, аксонометрических проекций, а также правила оформления чертежей. Уметь пользоваться пространственно-графической информацией и владеть основными приемами построения и чтения чертежа.

Таким образом, зная основные правила работы с чертежами, понимая принципы их создания, приобретаю необходимую графическую культуру [1]

студент сможет перейти к использованию систем автоматизированного проектирования (САПР).

Умение работы в САПР (CAD-системе) уже давно стало одной из основных компетенций выпускника строительного ВУЗа [2–6]. Однако, в последние годы появился более комплексный подход к решению задач строительства – информационное моделирование зданий (BIM) [7].

Данный подход заключается в том, что в единой компьютерной модели содержится информация обо всех элементах здания, причем не просто нарисованных, а еще и дополненных информацией об их характеристиках. Также этот подход отличается тем, что работа над проектом может вестись одновременно всеми участниками – таким образом не происходит потерь времени и сразу же выявляются все ошибки и коллизии.

Как правило, современные программные комплексы, позволяющие заниматься информационным моделированием зданий, имеют большую библиотеку типовых элементов, что избавляет проектировщика от необходимости самому изображать все детали вручную. Вместо этого здание собирается как «конструктор».

Однако для того, чтобы работать в большой информационной модели, в создании которой принимает участие существенное количество разных специалистов, и понимать ее, все равно необходимо обладать графической культурой.

В работе И. Ю. Амирджановой и В. Г. Виткалова [1] делается вывод о том, что графическое образование является необходимой составляющей содержания высшего образования: начертательная геометрия, как научная дисциплина с ее модельной идеологией, и инженерная графика – как практическая дисциплина, отвечающая за графическое документирование. В совокупности с компьютерными технологиями они обеспечивают получение студентами компетенций не только в предметной области инженерной графики, но и по общеинженерным и специальным дисциплинам, вплоть до практического использования на производстве, и, следовательно, повысят их графическую культуру.

В работе [3] рассмотрен процесс обучения студентов по курсу «Начертательная геометрия и инженерная графика» с применением современных информационных технологий и CAD-систем. В статье представлена технология проведения занятий по интегрированному курсу, в котором параллельно изучаются, как традиционные методы построения чертежей в соответствии с государственными стандартами (ГОСТ) единой системы конструкторской документации (ЕСКД), так и инструментальные средства, и методы трехмерного моделирования и оформления конструкторской документации с использованием CAD-системы.

В работе [2] приведена общая модель геометро-графической подготовки студентов инновационной направленности, центральным звеном которой является использование широкого спектра современных информаци-

онных технологий. Реализация данной модели и учет функциональных особенностей применяемых технологий позволили достичь существенных результатов, и, в том числе, создать среду обучения, максимально приближенную к производственным условиям проектно-конструкторской деятельности.

Непрерывное развитие современных технологий проектирования требует своевременного обновления образовательных программ и совершенствования технологий обучения. Оценивая возможности активно развивающихся и внедряющихся BIM-технологий, можно сделать вывод, что за ними будущее строительства и архитектуры. Но важно при переходе к передовым информационным технологиям сохранить графическую культуру и понимание принципов построения всего того, что создает компьютер, поэтому инженерная графика по-прежнему является актуальным звеном в подготовке квалифицированного инженера.

Литература

1. Амирджанова И. Ю., Виткалов В. Г. Современное состояние развития геометро-графической культуры и компетентности будущих специалистов // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2–2. С. 26–31.
2. Столбова И. Д., Александрова Е. П., Носов К. Г. Функционал информационных технологий в геометро-графической подготовке инженера // Открытое образование. 2017. Т. 21, № 1. С. 59–67. doi: 10.21686/1818-4243-2017-1-59-67.
3. Блинов А. В., Божко Ю. В., Коробов В. М., Щербаков В. В. Использование САД-систем и информационных технологий в курсе «Начертательная геометрия и инженерная графика» // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С. 188.
4. Дормешкин О. Б., Жарков Н. И., Калтыгин А. Л., Рашупкин С. В. Применение информационных технологий в сквозном графическом образовательном процессе // Труды БГТУ. 2011. № 8 (146). С. 176–178.
5. Богданова Т. В., Кобылянский М. Т. Использование информационно-коммуникационных и интернет-технологий при обучении начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике // Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы. 2014. № 6. С. 43–47.
6. Петухова А. В. Инженерно-графическая подготовка студентов строительных специальностей с использованием современных программных комплексов // Геометрия и графика. 2015. Т. 3, № 1. С. 47–58. doi: 10.12737/10458.
7. Лушников А. С. Проблемы и преимущества внедрения BIM-технологий в строительных компаниях // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 252–256.

УДК 514.18:159.953

Королева Людмила Николаевна,
ст. преподаватель
Мельникова Ольга Васильевна,
ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: queen55@mail.ru,
melova19@yandex.ru

Koroleva Liudmila Nikolaevna,
Senior Lecturer
Melnikova Olga Vasiliievna,
Senior lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: queen55@mail.ru,
melova19@yandex.ru

BIM-ТЕХНОЛОГИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

BIM TECHNOLOGY IN TEACHING ENGINEERING GRAPHICS

В статье представлен опыт использования электронных средств сопровождения лекций по начертательной геометрии и визуализации решения графических задач на практических занятиях по инженерной графике. Анализируются возможности применения BIM-технологии в архитектурно-строительном университете при обучении студентов различных специальностей, обосновывается применение данных технологий в образовательном процессе в условиях дефицита реальных умений и навыков выполнения чертежей, выработанных студентами в средней школе. Рассматривается влияние электронных технологий на повышение уровня изложения учебного материала и создание широких возможностей для активизации учебной деятельности студентов.

Ключевые слова: BIM-технология, преподавание инженерной графики, наглядность иллюстративного сопровождения лекций и практических занятий.

The article presents the experience of using electronic means of accompanying lectures on descriptive geometry and visualization of solving graphical problems in practical classes on engineering graphics. Possibilities of use of BIM technology at the architectural and construction university are analyzed when training students of various specialties, use of these technologies is proved in educational process in the conditions of deficiency of real skills of implementation of the drawings developed by students at high school. Influence of electronic technologies on increase in level of statement of a training material and creation of ample opportunities for activation of educational activity of students is considered.

Keywords: BIM-technology, teaching of engineering graphic arts, evidentness of illustrative accompaniment of lectures and practical employments.

Высшее техническое образование имеет своей главной целью удовлетворение потребностей человека в знаниях. А потребности эти вызваны намерением использовать полученные знания и умения в практической области – на производстве. Изучение инженерной графики однозначно понимается студентами как необходимое условие для дальнейшего освоения других дисциплин по выбранной специальности, а так же для подготовки инженера, способного по окончании вуза включиться в производственный процесс, быть востребованным работодателем.

Если углубиться в содержание учебных программ дисциплины «Инженерная графика», становится очевидным, что структура их не полностью

соответствует современным критериям, позволяющим выработать навыки и умения, необходимые для успешной инженерной деятельности. Учебная программа в настоящее время направлена на получение студентами как можно более обширной информации в жестком лимите учебного времени. Крайне мало учитываются современные технологии производства, и, к сожалению, совсем не принимаются во внимание индивидуальные особенности самих студентов. Но, например, в Монгольском университете науки и технологии (г. Улан-Батор, Монголия) уже существует разработанная методика постановки целей, задач и содержания обучения инженерной графике с учетом потребностей личности и требований к специалисту. Она включает:

1. Анализ основных направлений деятельности на рабочем месте инженеров.
2. Определение задач, для решения которых требуются умения и навыки по инженерной графике.
3. Определение структуры и уровня умений и навыков по инженерной графике, которые используются при решении этих инженерных задач.
4. Определение структуры курса инженерной графики, которая формирует требуемые умения и навыки.
5. Дидактическое содержание обучения инженерной графике [1].

Из данного фрагмента статьи монгольских коллег особенно интересным представляется пятый пункт о дидактическом наполнении учебной программы. Понятно, что и содержание, и методика преподавания, и дидактическое насыщение учебного материала непосредственно связаны с формой и содержанием будущей деятельности инженера на производстве. В настоящее время форма проектно-конструкторской деятельности инженера такова, что для успешного выполнения поставленных задач, специалисту необходимо ориентироваться в большом количестве разных разделов проекта. И совершенно необходимо минимизировать затраты как на изготовление проектной документации, так и на ее корректировку. Давно уже не требуются и вряд ли будут востребованы на практике архаичные способы выражения инженерной и изобретательской мысли, выполненные на иных носителях, кроме электронных. Да и сам продукт этой мысли – чертеж – все чаще выполняется в 3D-моделях с последующим преобразованием в 2D-чертежи. Для качественной подготовки современного специалиста-инженера преподавать инженерную графику необходимо с применением 3D-технологии проектирования. Отметим, что подход к решению инженерных задач, в том числе и по начертательной геометрии, средствами программных продуктов САПР, безусловно, отличается от традиционных. Обучать решению этих задач необходимо радикально иным способом и в контексте 3D-моделирования. В МГТУ им. Н.Э. Баумана в рамках эксперимента были опробованы компьютерные приемы решения метрических задач, входящих в курс начертательной геометрии с момента ее зарождения как учебной дисциплины. Сравнение традиционных и автоматизированных приемов решения мет-

рических задач показало преимущества последних по всем оценочным критериям, а именно:

- в точности полученных результатов (до восьмого знака после запятой);
- в скорости решения, превосходящей ручные способы в несколько раз;
- в наглядности получаемых результатов;
- в возможности и простоте многократного воспроизведения однотипных построений [2].

Представляется очевидным, что дидактическое сопровождение лекций, практических занятий и домашних работ должно ориентироваться на выполнение с использованием современных программных продуктов САПР. Нельзя игнорировать и определенную компьютерную грамотность сегодняшних студентов, их эмоциональную расположенность к ВМ-технологии. Недопустимо отвергать знания, приобретенные студентами самостоятельно, обязательность применения этих знаний в процессе изучения инженерной графики несомненна.

Преимущества ВМ-технологии активно используются при обучении в различных учебных заведениях, как в нашей стране, так и за рубежом. В Юго-Западном государственном университете, расположенном в Курске, современные графические редакторы с успехом применяются в учебном процессе курса начертательной геометрии, при выполнении необходимых построений изображений и визуализации решения задачи в трехмерном пространстве. Разработанная программа позволяет самостоятельно решать сходные задачи в 3D-моделировании по всем вариантам домашних заданий [3]. На кафедре инженерной графики Сибирского государственного университета путей сообщения (г. Новосибирск) разработаны и успешно используются мультимедийные учебные пособия по курсу начертательной геометрии [4]. В Белорусском государственном университете транспорта города Гомель на кафедре «Графика» разработаны программы, ориентированные на приобретение студентами навыков работы в области, касающейся трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования, создания цифровых прототипов промышленных изделий с обеспечением полного цикла проектирования и создания конструкторской документации. После завершения курса инженерной графики студенты имеют возможность повышать свою квалификацию и в междисциплинарном аспекте [5].

На кафедре начертательной геометрии и инженерной графики СПбГАСУ имеются материальные возможности дидактического обеспечения дисциплин кафедры продуктом ВМ-технологии. Лекционные аудитории, так же как аудитории для практических занятий, снабжены мультимедийным оборудованием. В соответствии с рабочими программами дисциплин для студентов очного и заочного обучения всех специальностей разработаны презентации, обеспечивающие лекционные и практические занятия по начертательной геометрии и инженерной графике. Традиционно

трудно усваиваемая начертательная геометрия представляет собой дисциплину высокой степени абстракции, которую сложно постичь без обращения к макетам или иллюстрациям с изображением этих же макетов. Но сложность преподавания без использования современных компьютерных технологий очевидна: макетов на кафедре на каждую конкретную задачу нет, как нет и иллюстраций, позволяющих рассмотреть и оценить решение со всех сторон. Вычерчивание же решения задачи на доске – не наглядно, а воспроизведение студентом с помощью чертежных инструментов на бумаге в режиме ограниченного времени и недостаточной подготовки – порой катастрофически бесполезно. Современный студент, выбравший специальность инженер-строитель или архитектор, порой не всегда понимает специфику данных профессий. Многие из них не обучались в школе черчению, а, следовательно, не имеют даже элементарных навыков выполнения чертежей. Между тем, в состав дисциплин «начертательная геометрия» и «инженерная графика» не входит задача формирования навыков и умений из школьной программы черчения. В результате, даже студенты с высокими интеллектуальными показателями, но лишённые данных умений, не показывают высоких и адекватных результатов. Трёхмерное моделирование снимает вопрос об отсутствии некоторых навыков у студентов и решает задачу наполнения лекций наглядными и понятными иллюстрациями. При открытом доступе студентов к презентациям экономится время, которое может и должно быть потрачено на живое общение студента и лектора [6], на более внимательное и осмысленное рассматривание иллюстративного материала.

В случае демонстрации трёхмерной модели решения задачи рядом, на одном слайде, с решением на плоском чертеже возникает возможность сравнивать наглядную 3D-модель с условным графическим изображением этой модели на плоскости чертежа. В то же время активизируется мыслительная деятельность студента на лекции, повышается интерес к предмету, появляется уверенность в реальности постижения, казалось бы, непостижимой начертательной геометрии. Компьютерные технологии в арсенале современного преподавателя кафедры начертательной геометрии и инженерной графики становятся одним из основных дидактических инструментов, что создаёт широкие возможности для активизации учебной деятельности студентов, как на лекционных, так и на практических занятиях.

Не подлежит сомнению эффективность BIM-технологии в процессе проектирования зданий и сооружений. Задачей же дисциплины инженерная графика является, среди прочего, знакомство студентов с методами выполнения архитектурно-строительных чертежей. Студентам необходимо, в соответствие с современными требованиями проектирования, давать возможность создания единого многомерного пространства. И на этой первой ступеньке проектирования студенты встречаются с материализацией основной особенности BIM – интеллектуальной параметризацией, которая прекрасно себя показала и при преподавании машиностроительного черчения. Так при

изменении какой-либо геометрической формы в 3D-модели автоматически меняется и чертеж. Далее размерные числа получают новые значения. Этот же процесс имеет место быть и в обратном направлении. От изменений в чертежах к изменениям в информационной модели и далее (например, при выполнении сборочного чертежа) в спецификации. Это упрощает процесс конструирования и позволяет избежать возможных ошибок. Среди прочих преимуществ BIM-технологии следует отметить возможность интеграции: BIM-продукты легко комбинируются с другими системами автоматизированного проектирования, что, несомненно, будет высоко оценено современными преподавателями дисциплины «инженерная графика».

Литература

1. Очирын Алтангэрэл. Разработка учебной программы по инженерной графике с учетом применения знаний / Очирын Алтангэрэл, Чойжамцын Оюунгэрэл // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), – С. 8–14.
2. Суфляева Н.Е. Автоматизация решения метрических задач в курсе начертательной геометрии // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). С. 231–235.
3. Альшакова Е.Л., Альшакова Е.А. Начертательная геометрия в формате информационных технологий // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). С. 14–18.
4. Андрушина Т.В. Создание мультимедийных учебных пособий для сопровождения лекций по курсу начертательной геометрии // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). С. 19–23.
5. Артюшков О.В., Банцаревич И.А. Создание трёхмерной модели и расчет колесной пары на прочность в среде Autodesk Inventor // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). С. 24–27.
6. Мельникова О. В. Обучение в процессе общения // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). С. 159–163.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

<i>Селютин Л. Г.</i> Управление жизненным циклом объекта капитального строительства на основе современной технологии информационного моделирования (BIM).....	3
<i>Давыдов Н. С., Придвижкин С. В., Белькевич А. В.</i> Внедрение BIM-технологий в части ценообразования посредством использования систем автоматизации выпуска сметной документации.....	8
<i>Александрова Е. Б.</i> BIM-моделирование как новейший инструмент для снижения рисков инвестиционного проекта в строительстве.....	14
<i>Мамаев А. Е.</i> Этапы реализации методики контроля календарного графика строительства на основе BIM технологии.....	18
<i>Орловская Т. Н.</i> Внедрение BIM-технологий как аспект инвестиционной безопасности в сфере строительства.....	22
<i>Разов И. О., Березнев А. В., Коркишко О. А.</i> Проблемы и перспективы внедрения BIM технологий при строительстве и проектировании.....	27
<i>Звонов И. А., Нарезная Т. К., Денисова Д. Л.</i> Перспективы применения информационных технологий в области технической эксплуатации зданий.....	31
<i>Мальцев В. Л.</i> Из опыта решения проблем внедрения BIM-технологий.....	35
<i>Алексеевская Я. А.</i> Разработка концепции ресурсно-информационной BIM модели и ее взаимодействие системой ценообразования и сметного нормирования.....	40
<i>Букунова О. В., Букунов А. С.</i> Интеграция технологий блокчейн и информационного моделирования объектов недвижимости.....	45
<i>Гуреева Е. В., Ахтямов И. И., Ахтямова Р. Х.</i> Потенциал применения BIM-технологий при создании социальных объектов для людей с ограниченными возможностями.....	52
<i>Репин С. В., Зызыкин А. В.</i> Информационные технологии в управлении эксплуатацией зданий и сооружений.....	57
<i>Баженов А. А.</i> Проблемы применения BIM-технологий в современной строительной отрасли.....	62
<i>Ахтямова Р. Х., Садыкова А. И.</i> Перспективы BIM технологий в модернизации серийного жилья.....	65
<i>Бондаренко И. С., Коваленко А. А.</i> Факторы, влияющие на внедрение и развитие BIM технологий в АЕС.....	69

СЕКЦИЯ 2. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

<i>Гаряев Н. А., Кузнецова К. К.</i> Международный опыт применения BIM-технологий в строительстве.....	74
<i>Горьков В. А., Коркишко А. Н., Мясоедов А. И.</i> Использование информационных трехмерных моделей по объектам Новопортовского НГКМ.....	78
<i>Захарова Г. Б.</i> Информационное моделирование исторических зданий.....	83
<i>Бахарева О. В.</i> Исследование практики управления технологическими инновациями в регионе.....	88
<i>Гримитлин А. М., Денисихина Д. М.</i> Энергетическое моделирование – инструмент повышения энергоэффективности зданий.....	93

<i>Бахарева О. В., Кордончик Д. М.</i> Исследование интеграционных процессов BIM-инновационной среды в реальном секторе экономики региона.....	97
<i>Федоров С. В., Столбихин Ю. В., Телятникова А. М.</i> Использование семейств Revit при создании расчетных областей модели канализационной сети.....	102
<i>Кристалевич А. К., Жданов К. А.</i> BIM-технологии в Финляндии. Tekla Structures как основной инструмент конструкторского проектирования.....	107
<i>Жук Ю. Н., Панасенко Ю. В.</i> Проектирование зданий и сооружений с применением программных платформ для информационного моделирования (BIM).....	114
<i>Квитко А. В., Козак Н. В.</i> Информационные технологии в современном строительстве искусственных транспортных сооружений.....	117
<i>Сычев С. А.</i> Технология проектирования интерактивного проекта производства работ при возведении энергоэффективных зданий из модульных систем.....	123
<i>Казаков Ю. Н., Алексеев Е. А.</i> Применение BIM-технологии в строительстве быстровозводимых зданий и сооружений.....	128
<i>Першина И. Л., Попов Д. Ю., Десярев Д. А.</i> Проектная модель структуры для создания специфической акустической среды.....	134
<i>Згода Ю. Н.</i> Особенности создания интерактивной визуализации BIM-модели в виртуальной и дополненной реальности.....	139
<i>Нам Г. Е., Субботина Н. А.</i> Анализ процесса строительного производства для создания моделей по внедрению BIM технологий в охрану труда.....	144
<i>Садриева А. Р., Ахтямова Р. Х., Ахтямов И. И.</i> Особенности создания BIM-модели на разных этапах разработки архитектурного проекта.....	148
<i>Усенко В. В., Суханова И. И.</i> Определение тепловых потерь через наружное ограждение в современных программных комплексах.....	152
<i>Суханов К. О., Бардадым В. Ю., Попов В. Ю.</i> Анализ способов подключения отопительных приборов при проектировании в Revit.....	155
<i>Ростова М. С., Сайфуллина Е. А., Щеглов Д. В.</i> Поэтажный коллекторный модуль в Revit.....	159
<i>Разумова М. В., Федоров С. В.</i> Использование AutoCAD Civil 3D для автоматизированного проектирования наружного водопровода и канализации.....	163
<i>Поляков И. С.</i> Оптимизация интерфейса и организация работы BIM.....	168
<i>Могиллина В. С., Сазанова А. Н., Шумилов К. А.</i> Программирование оболочек в Дупано с использованием Python.....	173
<i>Поддорогина Е. А., Шумилов К. А., Мазинг А. А.</i> Разработка строительных объектов в Дупано – Revit.....	177
<i>Алишаб М. Ш., Высоцкий А. Е., Макаров С. И.</i> Практические рекомендации по повышению точности и эффективности предварительного расчета объемов работ с использованием технологий BIM в Autodesk Revit и NavisWorks Manage.....	182
<i>Романович М. А., Адель О. А.</i> Оценка стоимости и анализ эффективности применения информационной модели здания (BIM) для строительного проекта в Саудовской Аравии.....	188
<i>Романович М. А., Ши П., Ван Ц.</i> Применение программного обеспечения GUANGLIANDA для развития BIM технологий в Китае.....	192
<i>Чан Н. А. К., Романович М. А.</i> Effectively interacted project management in construction site with RFID technology.....	197
<i>Могиллина В. С., Поддорогина Е. А., Шумилов К. А.</i> Универсальная технология моделирования объектов в надстройке Дупано.....	201

СЕКЦИЯ 3. МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ ВМ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

<i>Семенов А. А.</i> Интеграция концепции ВМ в учебный процесс строительных вузов.....	207
<i>Лобанов Е. Ю.</i> Особенности применения программы Graphisoft ArchiCAD в преподавании архитектурно-дизайнерского проектирования.....	211
<i>Голдобина Л. А.</i> Опыт внедрения ВМ технологий при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство».....	217
<i>Тарханова О. В., Шушарина И. В., Алиев З. А. О., Забоев И. А.</i> Междисциплинарные лабораторные работы – шаг к ВМ образованию будущих инженеров строителей.....	222
<i>Семенова Н. А.</i> Инженерная и компьютерная графика – основа для работы в программных комплексах информационного моделирования зданий.....	227
<i>Королева Л. Н., Мельникова О. В.</i> ВМ-технология в преподавании инженерной графики.....	231

Научное издание

**ВМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ**

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
29–30 марта 2018 года

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 19.03.2018. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.
Усл. печ. л. 14,0. Тираж 300 экз. Заказ 24. «С» 14.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, ул. Егорова, д. 5/8, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ