

УДК 658.5

**ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ОТРАСЛИ
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*канд. техн. наук, доц. О.В. ЛАЗАРЕНКО, А.Н. ЯГУБКИН
(Полоцкий государственный университет)*

Рассмотрены этапы внедрения BIM-технологий в отрасли строительного комплекса Республики Беларусь: проектирование, кадровое обеспечение. Отмечены преимущества технологии информационного моделирования, выявлены особенности ее внедрения в республике, необходимость подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров строительной отрасли для адаптации их в современных условиях проектирования жизненного цикла объектов. Приводятся примеры организации внедрения BIM-технологий на инженерно-строительном факультете Полоцкого государственного университета.

Ключевые слова: государственные программы, информационное моделирование, проектирование, кадровый потенциал.

Введение. Строительный комплекс Республики Беларусь включает строительство – создание, реконструкцию действующих основных фондов, а также отрасли, обеспечивающие для него выполнение научно-исследовательских, проектно-изыскательских, опытно-конструкторских работ и подготовку кадров. В современных условиях создание конкурентоспособной строительной продукции, эффективное распределение материальных, финансовых и людских ресурсов на всех стадиях жизненного цикла зданий и сооружений, повышение экспортного потенциала на рынках единого экономического пространства невозможно без внедрения технологии информационного моделирования зданий или сооружений (BIM). BIM (Building Information Model) – это трехмерная, комплексная, информационная, компьютерная модель здания или сооружения, содержащая архитектурно-конструкторскую, технологическую, экономическую и другую информацию. Применение BIM позволяет оперативно принимать управленческие решения, необходимые обновления на всех этапах жизненного цикла здания (проектирование, эксплуатация, реконструкция, снос), сокращать стоимость и сроки строительства [1].

Основная часть. Внедрение технологии информационного моделирования в отрасль проектирования строительных объектов на уровне единой государственной технической политики началось в республике в 2010 году.

В октябре 2010 года Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1589 утверждена «Концепция развития строительного комплекса Республики Беларусь на 2011–2020 годы». В январе 2012 года вышло постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь № 4, которым утверждена «Отраслевая программа по разработке и внедрению информационных технологий комплексной автоматизации проектирования и поддержки жизненного цикла здания, сооружения на 2012–2015 годы». Цель программы – внедрение информационных систем и технологий, повышающих эффективность производства, качество и конкурентоспособность продукции и услуг в строительной отрасли [2].

Реализация программы выполнялась поэтапно: разработка и дополнения нормативно-правовой базы в области строительства [3; 4], внедрение технологий информационного моделирования в пилотное и реальное архитектурно-строительное проектирование значимых объектов г. Минска ведущими проектными организациями УП «Белпромпроект», УП «Минскпроект» (рисунки 1, 2) [5].

Внедрению технологии информационного моделирования в этот период препятствовали:

- необходимость создания локальной сети или «облака» для всех участников, работающих над проектом и, соответственно, значительные материальные вложения в приобретение компьютерной техники и лицензионных программ, переподготовку и обучение сотрудников новым технологиям;
- неготовность строителей работать с BIM-проектами ввиду отсутствия материальной базы для использования данных технологий на строительной площадке, неподготовленностью работников к использованию информационной модели;
- отсутствие понимания со стороны отечественных инвесторов необходимости BIM-технологий из-за недостаточного количества примеров их использования на строительном рынке Беларуси и, как следствие, нежелание оплачивать увеличенную до 30% стоимость проектных работ.

Дальнейшее внедрение технологий информационного моделирования в проектирование, а также подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов строительных специальностей было определено в приказе Министерства архитектуры и строительства № 70 от 16 марта 2018 г. «О внедрении технологии информационного моделирования» [6]. В приказе указывалось, что до декабря 2019 года

необходимо разработать или усовершенствовать образовательные стандарты Республики Беларусь, устанавливающие требования, необходимые для обеспечения качества образования, и определяющие содержание образовательных программ подготовки или переподготовки руководящих работников и специалистов по специальностям, определенным в отраслевой программе, и дополнительно по специальностям «Производство строительных изделий и конструкций», «Экспертиза и управление недвижимостью», «Автоматизация проектирования и управления в строительстве».



Рисунок 1. – Пилотный проект производственного корпуса киностудии «Беларусьфильм», выполненный в BIM (УП «Белпромпроект»)

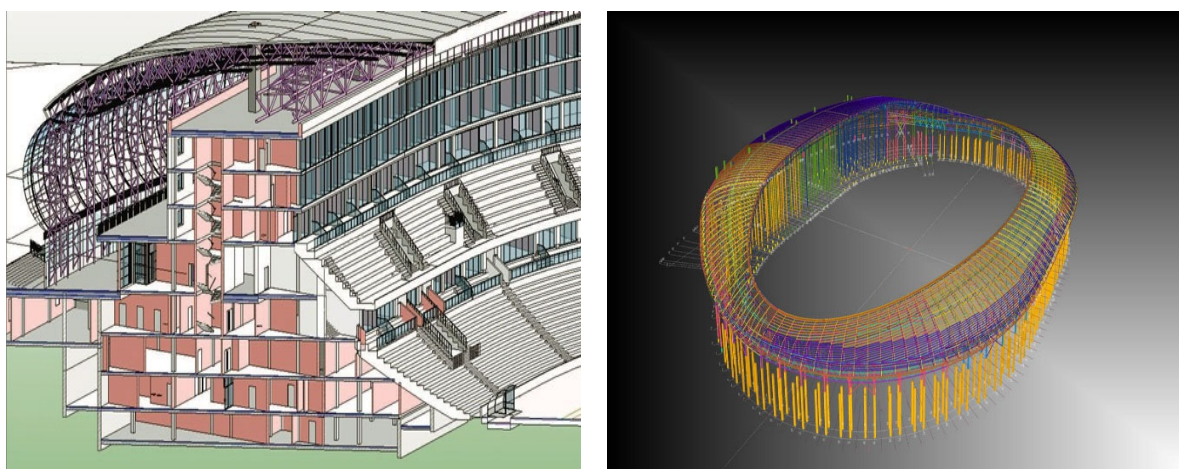


Рисунок 2. – Совместный проект реконструкции стадиона «Динамо» в Минске (УП «Минскпроект»; ООО «Белэнергомаш», г. Белгород)

Значимым руководством к действию всех участников строительства стала директива № 8 Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. [7], где были определены приоритетные направления развития строительного комплекса, одними из которых являются внедрение технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объектов строительства и подготовка инновационного кадрового потенциала.

В постановлении Совета Министров Республики Беларусь № 296 от 14 мая 2019 г. «О реализации Директивы Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8» [8] были прописаны дальнейшие действия по внедрению технологий информационного моделирования:

- до декабря 2019 года обеспечить обязательное применение технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объектов строительства, финансируемых полностью или частично за счет средств республиканского и (или) местных бюджетов [8, п. 6];
- до января 2022 года обеспечить обязательное применение технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла иных объектов строительства [8, п. 6.2];
- в 2019–2025 годах выполнить реализацию научно-исследовательских, опытно-конструкторских, опытно-технологических работ по созданию соответствующих информационных систем и ресурсов, включая создание ядра Государственного строительного портала, сформировать центр по информатизации строительного комплекса [8, п. 57]. Также был утвержден план мероприятий по актуализации профессионально-квалификационной структуры подготовки кадров и содержания образовательных стандартов с учетом современных тенденций развития строительной отрасли, обеспечению подготовки кадров по новым специальностям, необходимым для развития высокоэффективных производств на 2019–2025 годы.

Следует отметить, что совершенствование образовательных стандартов Республики Беларусь по строительным специальностям, направленное на внедрение BIM-технологий при подготовке кадров, на сегодняшний день практически не выполнено: в государственных образовательных стандартах присутствует только часть необходимых компетенций для внедрения BIM-технологий, например, в стандарте специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» 2020 года, прописаны требования к компетенциям специалиста общего характера: «владеть основными методами сбора, обработки и хранения информации, знать языки программирования и уметь использовать полученные знания для решения практических задач» [9], которые были ранее в стандарте 2013 года.

В связи с этим высшие учебные заведения внедряют BIM-технологии при подготовке и переподготовке кадров в соответствии с указами, постановлениями Республики Беларусь [2; 3; 7; 8], а не образовательными стандартами.

В Полоцком государственном университете на инженерно-строительном факультете внедрение BIM-технологий ориентировано на интеграцию дисциплин, сквозное курсовое и дипломное проектирование при подготовке бакалавров по строительным специальностям «Архитектура», «Промышленное и гражданское строительство», «Автомобильные дороги», «Экспертиза и управление недвижимостью» и магистров по специальности «Строительство».

В результате изучения общепрофессиональных («Информатика», «Инженерная геодезия») и специальных дисциплин («Архитектура», «Металлические конструкции», «Железобетонные и каменные конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс», «Механика грунтов, основания и фундаменты», «Экономика строительства», «Проектирование реконструкции зданий и сооружений», «Управление проектами в строительстве», «Строительство автомобильных дорог», «Реконструкция автомобильных дорог») студенты получают целостное представление о многоэтапном проектировании и неразрывной взаимосвязи всех интеллектуальных технических элементов здания (smart building), сооружения, применении BIM, начиная с объемно-планировочного решения до проекта организации его строительства.

Преподавание дисциплин, руководство курсовыми и дипломными проектами с применением BIM-технологий проводится в последовательности, совпадающей с жизненными циклами строительного объекта с использованием соответствующего программного обеспечения:

1. Прединвестиционный цикл: предпроектная документация, технико-экономическое обоснование, инженерные изыскания. Обработка результатов геодезических, геологических изысканий в программе Autodesk Civil 3D.
2. Инвестиционный цикл: создание информационных моделей (BIM) объекта. На основе созданной модели с использованием программ Autodesk Revit, Autodesk Robot, ABC-РНТЦ, «Кредо дороги» осуществляется:
 - разработка архитектурно-строительной части проекта;
 - проектирование и конструирование конструктивных элементов конструктивной части проекта;
 - разработка сметной части проекта.
3. Цикл строительства: взаимодействие с информационной моделью технического, авторского, государственного строительного надзоров.

4. Цикл эксплуатации объекта (управление и эксплуатация объектом): взаимодействие с информационной моделью решений по текущему, капитальному ремонту, реконструкции, модернизации, реставрации, сносу.

На основе созданных информационных моделей (BIM) разработка цифрового двойника объекта (digital twin) на стадии его эксплуатации для принятия оптимальных технологических и организационных решений по эффективной и надёжной эксплуатации ведется с использованием программ Autodesk Revit, Autodesk Navisworks Manage, Microsoft Project.

В целях формирования у студентов понимания неразрывности связи всех интеллектуальных технических элементов здания, сооружения (smart building), навыков многоэтапного проектирования цифровой двойник объекта разрабатывается с информацией о всех его жизненных циклах, что позволяет вносить изменения в любом цикле, оперативно получать необходимые обновления. Полученные практические навыки обеспечат студентам готовность к дипломному проектированию и дальнейшей профессиональной деятельности, необходимой для развития высокоэффективных технологий строительного комплекса.

К сожалению, внедрение BIM-технологий при подготовке специалистов строительного профиля в полном объеме преподаваемых дисциплин ограничено высокими материальными затратами на приобретение программного обеспечения, новейшего компьютерного оборудования для выполнения сложных расчетов и хранения больших объемов информации.

В связи с этим в 2019 году на кафедре «Строительное производство» студентом специальности «Промышленное и гражданское строительство» разработан и успешно защищён один дипломный проект с элементами BIM-технологий.

Элементы BIM-технологий с использованием программного обеспечения Autodesk Revit, Tekla Structures, IdeaStatica внедрены в следующие разделы дипломного проекта:

1. Инновационное решение.
2. Архитектурно-строительный раздел.
3. Расчетно-конструктивный раздел.
4. Технология строительного производства.
5. Организация строительного производства.

На первом этапе в программе Autodesk Revit была разработана архитектурная модель здания (рисунок 3, а). На основе архитектурной модели разработана расчётная схема и экспортирована в программу Tekla Structures для расчёта и подбора сечений конструктивных элементов (рисунок 3, б). После расчета конструктивных элементов модель экспортирована в программу Autodesk Revit для оптимизации в соответствии с архитектурной моделью (рисунок 3, в). Расчёт и конструирование узлов выполнялись в программе IdeaStatica с экспортом в программу Autodesk Revit (рисунок 3, г).

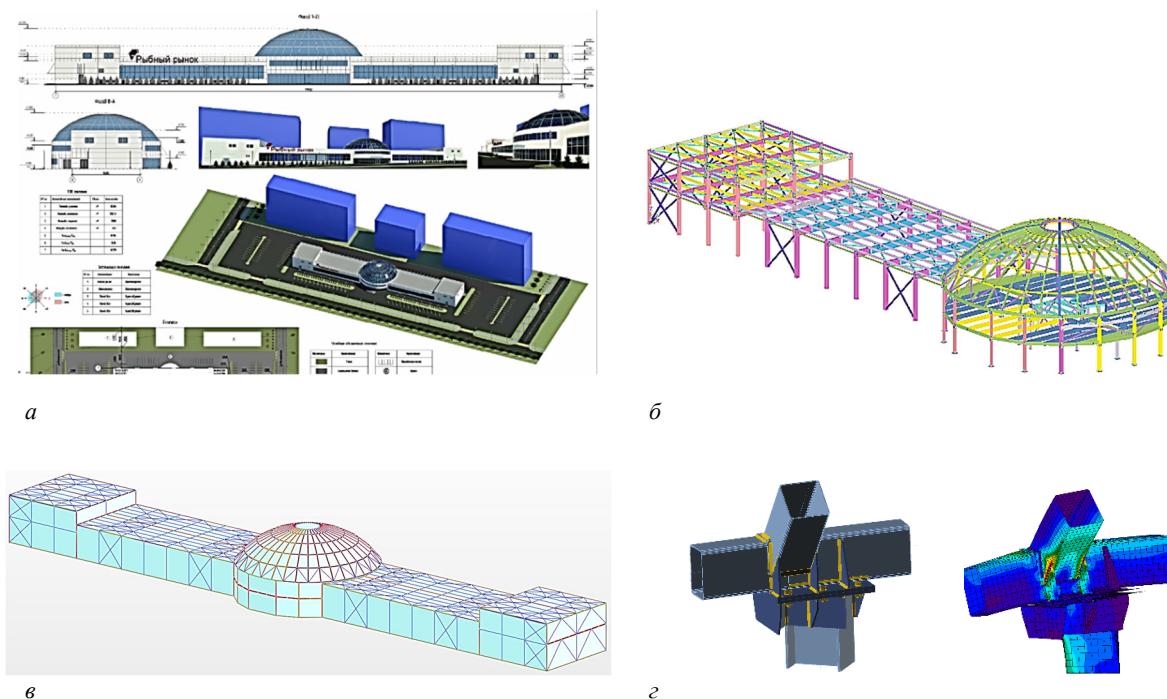


Рисунок 3. – Этапы разработки дипломного проекта «Рыбный рынок в г. Минске» по специальности «Промышленное и гражданское строительство» с внедрением BIM-технологий

В 2020 году на кафедре «Строительное производство» студентами специальности «Экспертиза и управление недвижимостью» были разработаны и успешно защищены три дипломных проекта с элементами BIM-технологий.

На первом этапе в программе Autodesk Navisworks Manage разработан цифровой двойник объекта недвижимости с информацией о всех его жизненных циклах:

- инвестиционный цикл с BIM-моделями архитектурно-строительной, конструктивной частей, стройгенплана;
- цикл строительства объекта с BIM-моделями технической экспертизы с дефектами элементов здания, авторского, государственного строительного надзоров,
- цикл эксплуатации с BIM-моделью состояния здания, включающей информацию о стоимости и износе элементов здания, сроках текущих и капитальных ремонтов и т.п.).

В соответствии с приказом Министерства архитектуры и строительства «О внедрении технологии информационного моделирования» [6, п. 3.1] в Полоцком государственном университете осуществляется переподготовка руководящих работников и специалистов по специальности 1-53 01 71 «Автоматизация проектирования и управления в строительстве»; проводятся курсы повышения квалификации по программе «Autodesk Revit – основы BIM-моделирования зданий. Базовый курс».

В ближайшее время в Полоцком государственном университете планируется внедрить BIM:

1) при определении энергопотребления (энергетического баланса) здания – создание модели ВЕМ, что позволит выделять наименее эффективные с энергетической точки зрения процессы и части здания для их оптимизации и принимать решения по уменьшению сроков и стоимости строительного проекта, стоимости эксплуатации здания;

2) для определения, мониторинга и прогнозирования процессов тепло- и массообмена в воздушной среде исследуемого объекта с использованием методов вычислительной гидродинамики (CFD, Computational Fluid Dynamics).

Заключение. Несмотря на ряд трудностей, связанных с материальными и интеллектуальными затратами, внедрение BIM-технологий в проектирование и подготовку кадров строительного комплекса в Республике Беларусь имеет положительные тенденции.

Дальнейшее стимулирование внедрения BIM-технологий: создание и наполнение в 2020–2021 гг. государственной информационной системы ГИС «Госстройпортал» для взаимодействия всех заинтересованных участников строительного процесса, формирование центра по информатизации строительного комплекса, создания цифровых двойников зданий и сооружений, а также «умных» зданий (smart buildings), позволят в ближайшей перспективе достичь полномасштабного внедрения технологии информационного моделирования, создания цифровых двойников (digital twins) зданий и сооружений, а также «умных» зданий (smart buildings) в строительный комплекс Республики Беларусь, повышения его конкурентоспособность на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Талапов, В.В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий / В.В. Талапов. – М. : ДМК-пресс, 2015. – 410 с.
2. Об утверждении отраслевой программы по разработке и внедрению информационных технологий комплексной автоматизации проектирования и поддержки жизненного цикла здания, сооружения на 2012–2015 годы : постановление М-ва архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, от 31 янв. 2012 г., № 4 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 2/1742.
3. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание : ТКП 45-1.02-295-2014. – Введ. 01.04.2014. – Переизд. с изм. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2018. – 55 с.
4. Основные положения руководства по информационному моделированию зданий : СТБ ISO/TS 12911-2015. – Введ. 28.08.2015. – Минск : Госстандарт, 2015. – 29 с.
5. Инновации для сохранения наследия: использование BIM-проектирования при реконструкции стадиона «Динамо» в Минске. – Архитектура и строительство. – № 3. – 2019. – С. 58–60.
6. О внедрении технологии информационного моделирования [Электронный ресурс] : приказ М-ва архитектуры и стр-ва, 16 мар. 2018г., № 70. //РУП «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве». – Режим доступа: http://www.upload.rstc.by/new/pr_2018_70.pdf. – Дата доступа: 10.09.2019.
7. О приоритетных направлениях развития строительной отрасли [Электронный ресурс] / Директива Президента Респ. Беларусь, 4 мар. 2019 г., № 8 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: http://www.pravo.by/upload/docs/op/P01900008_1551733200.pdf. – Дата доступа: 07.09.2019.

8. О реализации Директивы Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 14 мая 2019 г., № 296 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – 2019. – № 5/46457.
9. Образовательный стандарт высшего образования I степени по специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» : ОСВО 1-70 02 02 – 2019. – Введ. 15. 02. 2020. – М-во образования Респ. Беларусь, 2020. – 11 с.

Поступила 21.09.2020

IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE INDUSTRY BUILDING COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS

O. LAZARENKO, A. YAGUBKIN

The stages of implementation of BIM technologies in the construction industry of the Republic of Belarus are considered: design, staffing. The advantages of information modeling technology are noted, the features of its implementation in the Republic are revealed, as well as the need for training, retraining and advanced training of construction industry personnel to adapt them to modern conditions of designing the life cycle of objects. Examples of organization of implementation of BIM technologies at the faculty of civil engineering of Polotsk state University are given.

Keywords: *state programs, information modeling, design, human resources.*