

УДК 004.942:69

Елена Ивановна Кисель,
канд. техн. наук, доцент
Людмила Геннадьевна Срывкина,
ст. преподаватель
(Брестский государственный
технический университет)
E-mail: eleniva2006@mail.ru,
lgsryvkina@mail.ru

Elena Ivanovna Kisel,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Lyudmila Gennadyevna Sryvkina,
Senior Lecturer
(Brest State Technical
University)
E-mail: eleniva2006@mail.ru,
lgsryvkina@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ НА ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТАДИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

FEATURES OF BIM-TECHNOLOGY IMPLEMENTATION IN THE INVESTMENT STAGE OF CONSTRUCTION PROJECTS LIFE CYCLE

Информационное моделирование зданий (BIM) постепенно входит в практику проектирования и строительства. В Республике Беларусь BIM фактически применяется только на инвестиционной стадии, преимущественно при разработке проектной документации, без выхода на расчет сметной стоимости строительства и календарное планирование (хотя разработано соответствующее программное обеспечение). Сегодня речь идет о целесообразности внедрения BIM во все стадии жизненного цикла сооружений – предынвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную. Это требует реализации комплекса мер по развитию нормативно-правовой и нормативно-технической базы, подготовке кадров, организации взаимодействия информационных ресурсов и программного обеспечения, а также создания системы информационной поддержки всех участников жизненного цикла объектов строительства. При разработке модели на инвестиционно-строительной стадии следует учитывать возможность её применения в дальнейшем эксплуатационном процессе.

Ключевые слова: информационное моделирование, жизненный цикл, стадия, объект строительства, уровень управления.

Building Information Modeling (BIM) is gradually entering the practice of design and construction. In the Republic of Belarus, BIM is actually used

only at the investment stage, mainly in the development of project documentation, without going to the construction costing and scheduling (although the corresponding software has been developed). Today we are talking about the feasibility of introducing BIM at all stages of the life cycle of facilities-pre-investment, investment, operational and liquidation. This requires the implementation of a set of measures to develop the legal and regulatory framework, training personnel, organizing the interaction of information resources and software, as well as creating a system of information support for all participants in the life cycle of construction projects. When developing a model at the investment stage, it is necessary to take into account the possibilities of its application in the further operational process.

Keywords: information modeling, life cycle, stage, construction project, management level.

Введение

Эффективность внедрения BIM-технологий связывают с сокращением трудоемкости проектирования, ростом качественного уровня проектов, снижением стоимости строительства и, как итог, повышением удовлетворённости заказчиков и конечных потребителей строительной продукции.

По данным аналитического отчёта McGraw-Hill Construction за 2007–2012 годы [1] в Северной Америке степень распространения технологии информационного моделирования зданий постоянно росла: в 2007 году 28 % инженеров, архитекторов, подрядчиков и собственников зданий применяли BIM, в 2009 – 49 %, в 2012 – 71 %. При этом в строительной отрасли около 90 % крупных и средних компаний и 49 % мелких работали с BIM.

Dodge Data & Analytics [2], опросив компании США и Западной Европы, работающие на рынке строительства объектов транспортной инфраструктуры, фиксирует, что число компаний, применяющих технологию информационного моделирования в большинстве проектов, постоянно растёт: 20 % – в 2015 году, 52 % – в 2017 году. По прогнозам к концу 2019 года их станет около 61 %. Большинство опрошенных (87 %) говорят о положительном влиянии BIM на их деятельность, при том, что они только начали открывать для себя её возможности. Для 65 % респондентов рентабельность инвестиций в BIM составила 25 % и более.

Жизненный цикл объектов строительства в BIM-управлении

Сегодня актуальной темой является исследование возможностей применения BIM-технологии на протяжении всего жизненного цикла объектов строительства, включающего предынвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную стадии, как это отражено на рис. 1.

Предынвестиционная стадия	<ul style="list-style-type: none">✓ поиск бизнес-идеи✓ оценка необходимости и технической возможности её реализации✓ оформление инвестиционного замысла в виде декларации о намерениях✓ решение вопросов, связанных с земельным участком✓ получение разрешительной документации на строительство✓ разработка предпроектной документации; принятие решения о целесообразности дальнейшего вложения средств в проектирование и строительство объекта
Инвестиционная стадия	<ul style="list-style-type: none">✓ разработка проектной документации✓ возведение объекта и ввод его в эксплуатацию✓ государственная регистрация создания объекта недвижимости и возникновения прав на него
Эксплуатационная стадия	<ul style="list-style-type: none">✓ использование объекта по назначению с соблюдением установленных правил технической эксплуатации, систематическим проведением комплекса организационно-технических мероприятий по контролю состояния, техническому обслуживанию и ремонту✓ регулярное проведение взаимосвязанных технических, экономических, управленческих и правовых экспертиз✓ выполнение работ по реконструкции, в том числе модернизации
Ликвидационная стадия	<ul style="list-style-type: none">✓ снос объекта при исчерпании его потенциала✓ утилизация материалов от разборки

Рис. 1. Структура жизненного цикла объекта строительства
(в соответствии с [3])

Современные информационные модели объектов строительства достигли с учётом выделенных стадий 7D-уровня управления.

Проектирование на уровне 3D позволяет добиться быстрой корректировки проекта, формирует более понятное «поле» для взаимодействия по цепочке заказчик-инвестор-подрядчик-поставщик.

4D (3D+календарное планирование) – дает возможность участникам инвестиционного проекта представить процесс и последовательность работ. Позволяет точно спланировать работу, найти ошибки (конфликты интересов) до начала работ, уменьшить технологические риски. Календарный план полностью интегрируется с моделью 3D.

5D (3D + календарное планирование + финансовое планирование) – анализ стоимости, анализ сценариев еще в процессе проектирования.

6D (3D + календарное планирование + финансовое планирование + анализ энергоэффективности объекта недвижимости) – позволяет измерить и скорректировать данные по теплопроводности и просчитать количество необходимой энергии на 1 м², рассчитать расходы будущих периодов, что поднимает ценность такого проектирования в глазах инвесторов.

7D (проектирование эксплуатационных характеристик объекта) – гарантийный срок эксплуатации, периодичность технических осмотров, условия эксплуатации, состояние элементов и конструкций.

Национальные аспекты внедрения технологии информационного моделирования

Беларусь сегодня прилагает усилия для подключения к затрунувшему многие страны мира, в том числе её ближайших соседей, процессу внедрения в основном новой для нее информационной технологии. Без успеха в данной сфере сложно будет выдерживать конкуренцию, как на мировом рынке, так и на отечественном.

Ставка делается на внедрение технологии «сверху», путём расширения и развития нормативной и законодательной базы (таблица), в том числе установления обязательных требований по применению BIM при строительстве объектов, финансируемых с привлечением бюджетных средств.

Нормативно-законодательная база для внедрения BIM-технологий в Республике Беларусь

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
Перечень объектов первого и второго класса сложности, при проектировании которых в обязательном порядке должна применяться технология <i>BIM</i>	Приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 27 октября 2014 г. № 298 [4]. СТБ 2331-2014 «Здания и сооружения. Классификация. Основные положения» [5]

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
<p>Юридические лица и индивидуальные предприниматели, являющиеся соискателями на получение аттестата соответствия на выполнение функций генерального проектировщика первой и второй категории, должны подтвердить, что у них имеются рабочие места, оснащенные специализированным программным обеспечением для информационного моделирования строительных объектов</p>	<p>Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 2 мая 2014 года № 25 [6]</p>
<p>Независимо от источника финансирования строительства, заказчик может принять решение о проектировании с применением BIM-технологии. Технический кодекс говорит, что соответствующую проектную документацию следует оформлять с учётом технических возможностей современных систем автоматизированного проектирования</p>	<p>ТКП45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание» [7]</p>
<p>Стоимость разработки BIM-модели составляет 30 % от базовой стоимости основных проектных работ (услуг), которые выполнены на основе технологии информационного моделирования, и должна дополнительно оплачиваться заказчиком</p>	<p>НЗТ 8.01.00-2014 «Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом» [8]</p>
<p>Разработан образовательный стандарт специальности переподготовки 1-53 01 07 «Автоматизация проектирования и управления в строительстве» для подготовки специалистов квалификации «Инженер по автоматизации проектирования и управления в строительстве»</p>	<p>Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 12 августа 2015 года № 101 [9]</p>
<p>Разработан базе международного стандарта ISO/TS 12911:2012 и введен в действие с 1 марта 2016 года государственный стандарт Республики Беларусь, определяющий основы, технические условия для внедрения BIM</p>	<p>СТБ ISO/TS 12911-2015 «Основные положения руководства по информационному моделированию зданий» [10], утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 28 августа 2015 года № 38</p>

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
<p>РУП «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве» (РНТЦ) является организацией, ответственной за внедрение BIM в области промышленного и гражданского строительства. Утвержден план внедрения BIM до 2022 года. Ключевые этапы плана отражены на рис. 2</p>	<p>Приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 марта 2018 года № 70 [11]</p>
<p>Поставлена цель – реализовать цифровую трансформацию строительной отрасли. Основные пути достижения цели:</p> <ul style="list-style-type: none"> – создание государственной информационной системы информационной поддержки участников жизненного цикла объектов строительства (ГИС «Госстройпортал»); – оказание максимального содействия внедрению технологии информационного моделирования в строительстве 	<p>Директива Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 [12]</p>

Для достижения поставленной в Директиве [12] цели в 2019 году выполняется НИОК (Т) Р «Разработка информационной технологии создания цифровых моделей объектов строительства посредством информационного взаимодействия участников жизненного цикла объекта строительства на всех его этапах»:

- 1 этап – анализ зарубежного опыта, разработка проектов национальных стандартов в области технологий информационного моделирования; формирование методических подходов к выполнению сметных расчетов;
- 2 этап – создание ГИС «Госстройпортал», в том числе подсистемы «Библиотека базовых элементов»;
- 3 этап – апробация технологии путем реализации пилотного проекта на Гомельском ДСК [13].

План внедрения BIM [11] предусматривает (рис. 2):

- разработку и совершенствование образовательных стандартов специальностей подготовки и переподготовки руководящих работников и специалистов, связанных с созданием объектов

промышленного и гражданского строительства, – автоматизация проектирования и управления в строительстве, архитектура, промышленное и гражданское строительство, экспертиза и управление недвижимостью и т. п.;

– организацию обучения специалистов в отношении применения BIM в рамках высшего образования, дополнительного образования взрослых (повышение квалификации, стажировки, обучающие курсы и др.).

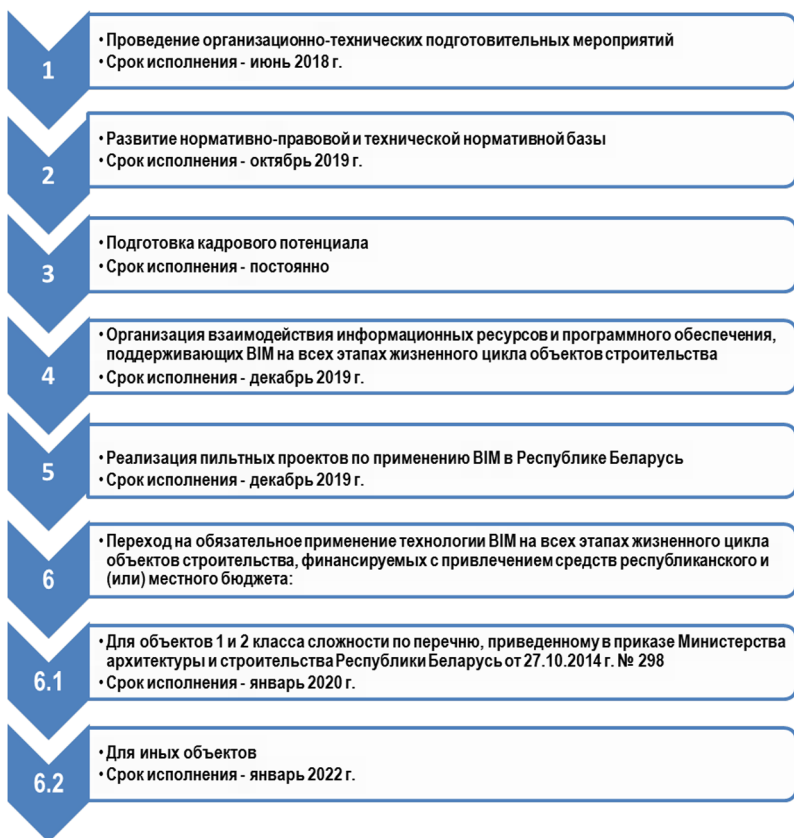


Рис. 2. Основные этапы внедрения технологии BIM на всех этапах жизненного цикла объектов строительства (в соответствии с [11])

Примеры движения в этом направлении имеются. Так, в Межотраслевом институте повышения квалификации и переподготовки кадров Белорусского национального технического университета появилась специальность переподготовки 1-53 01 07, учебный план которой предусматривает изучение информационных технологий проектирования зданий и сооружений, в том числе с применением программного комплекса Autodesk Revit [14]. В том же институте осуществляется повышение квалификации архитекторов, конструкторов и специалистов по проектированию инженерных сетей по 40-часовой программе «Базовый курс информационного моделирования зданий в Autodesk Revit» [15].

В целом процесс внедрения BIM в последнее время активизировался. В Беларуси проводится достаточно большое количество мероприятий различного формата по тематике информационного моделирования в строительстве: Республиканские семинары «Строительство и ценообразование. BIM-технологии» (организатор – РНТЦ, при участии Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь и ОАО «НИИ Стройэкономика»), Международная научно-практическая конференция «BIM-технологии их внедрение. Ценообразование в строительстве» (организатор – РНТЦ, при поддержке Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь), Международная специализированная выставка BUDEXPO (которая включает более двадцати конференций, семинаров, мастер-классов, в том числе конференцию «Цифровое строительство»), серия семинаров «Расширяя границы» (компания GRAPHISOFT совместно с ЗАО «Нанософт» и «ОПЕНБИМ.БЕЛ»), BIM-завтраки (Bentley Systems), BIM-марафон (компания АСКОН-БЕЛ), вебинары («BIM-проектирование в ARCHICAD 19» и др.), конкурсы («Мастер-Renga», «WorldSkills», «BIM-лидер Grundfos» и др.). Эти мероприятия, с одной стороны, содействуют популяризации технологии BIM, а с другой стороны, – являются площадкой для взаимодействия специалистов, обмена опытом, обсуждения многочисленных проблем.

Наибольшая активность наблюдается в столице. На региональном уровне BIM-мероприятий гораздо меньше, как и объектов, на которых внедряются элементы технологии информационного

моделирования. Например, в учреждении образования «Брестский государственный технический университет» с 2017 года проводится Международная научно-техническая конференция «Теория и практика исследований и проектирования в строительстве с применением систем автоматизированного проектирования (САПР)» с мастер-классами по использованию BIM-обеспечения.

Сегодня BIM-технологии применяются в Беларуси отдельными проектными институтами («Белпромпроект», «Белгоспроект», «Гомельский ДСК») преимущественно в рамках реализации пилотных проектов, включенных в государственные программы. Работают с BIM и некоторые частные организации, но, в основном, в ограниченном объеме – при разработке отдельных разделов на уровне 3D [16].

Таким образом, Беларусь находится в самом начале пути, по которому давно и успешно движутся многие страны. Об уровне 7D, охватывающем весь жизненный цикл объекта строительства, пока говорить сложно. Скорее, актуальным является уровень 4D (5D): в 2017 году представлен программный комплекс ABC-RHTЦ, разработанный совместно специалистами РНТЦ, НПДО «Фрагмент» (Беларусь) и ООО НПП «ABC-N» (РФ). Он даёт возможность рассчитать сметную стоимость строительства и сформировать сметный раздел проектной документации на основе данных, полученных из 3D-модели. Сметная программа получает информацию из 3D-модели с помощью программы-рекомпозитора. Программный комплекс может взаимодействовать с различными BIM-системами: Nemetschek Allplan, Autodesk Revit, Renga Architecture, Credo Дороги, Graphisoft ArchiCAD.

Сметные данные дальше могут быть использованы для организационно-технологической подготовки строительного производства. Например, для разработки календарных планов строительства в разделе проектной документации «Организация строительства» и календарных графиков производства работ проектов в составе производства работ на основе системы календарно-сетового планирования «АККОРД».

В настоящее время РНТЦ проводит активную работу по презентации и внедрению комплекса АВС-РНТЦ, включая обучающие семинары (с 2017 года), на которых рассматриваются следующие вопросы: идеология создания и использования единой цифровой модели строительства, автоматизированное формирование сметной документации на основе BIM-моделей, подготовка строительного производства с использованием BIM-моделей.

Но широкого применения ПК АВС-РНТЦ на уровне республики не видно. Так, в областном центре Бресте отсутствуют проектные организации, которые применяют данный комплекс для разработки сметного раздела с применением BIM. Аргументы: в организациях отсутствует системная разработка 3D-решений для всех разделов проекта; высокая стоимость как самого комплекса АВС-РНТЦ (3204 белорусских рубля одно рабочее место на год) и АВС-Рекомпозитора (1200 белорусских рублей), так и специализированного программного обеспечения типа Autodesk Revit; большие расходы по подготовке BIM-сметчика в условиях, когда проектные организации, как и вся строительная отрасль, находятся скорее в состоянии выживания, чем роста и развития.

Тем не менее, технологии информационного моделирования начинают входить в белорусскую практику проектирования, чего нельзя сказать обо всём жизненном цикле объекта строительства.

Значение 4D и 5D-уровней в управлении жизненным циклом объектов строительства

Определяя BIM-технологии как приоритетное направление в совершенствовании процессов проектирования, вопросу информационного управления не уделяется должного внимания. Результатом такого подхода может стать дальнейшее отставание от существующих мировых подходов. В Европейском Союзе дальнейшее внедрение BIM-технологий определяется процессами управления функционированием возводимых (проектируемых) объектов. Что означает построение уровней 3D, 4D, 5D через призму уровней 6D и 7D.

Основные преимущества BIM связаны с комплексной работой над объектом специалистов, участвующих, как в создании информационной модели, так и в её использовании: собственников, девелоперов, эксплуатирующих организаций, архитекторов, конструкторов, проектировщиков инженерных систем, производителей материалов, изделий, конструкций и оборудования, подрядчиков и других. Но важно понимать, что самым главным звеном здесь являются не разработчики модели, а собственники здания, «потому что только они самым объективным образом заинтересованы в комплексном и эффективном подходе к решению проблем сооружения, которым владеют. В первую очередь именно они внимательно считают свои деньги, как расходуемые сейчас, так и предполагаемые к тратам в будущем» [17, с. 103].

Опыт внедрения BIM в разных странах говорит о том, что только после осознания полезности данной технологии собственником здания её начинают активно и эффективно применять и остальные стороны, работающие с объектом.

BIM – это не просто технология проектирования, это информационная модель здания которая может быть полезна (в первую очередь собственнику) на всех стадиях его жизненного цикла объекта недвижимости. Поэтому, разрабатывая такую модель на инвестиционно-строительной стадии, следует учитывать возможности её применения в дальнейшем эксплуатационном процессе (рис. 3, 4).

Переход к стадии 7D-моделирования требует разработки проектной, инвестиционно-строительной, эксплуатационной, ликвидационной моделей и элементов их взаимосвязи. Основная задача управления в данном случае – создание необходимой информационной системы для перехода от одной модели к другой (рис. 5).

Цифровая трансформация строительной отрасли в Беларуси по оценкам специалистов является неизбежной, но протекает очень медленно. Сегодня можно говорить только о единичных проектах, реализованных в 3D-технологии и исключительно редком выходе на 4D, 5D-уровни управления информацией об объекте строительства. На инвестиционной стадии на региональном уровне практически не применяется специализированное программное обеспечение, связанное с управлением проектами [18].

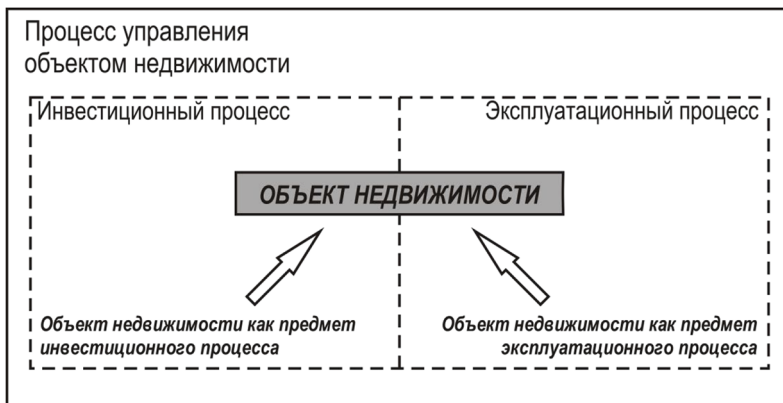


Рис. 3. Базовая схема процесса управления объектом недвижимости

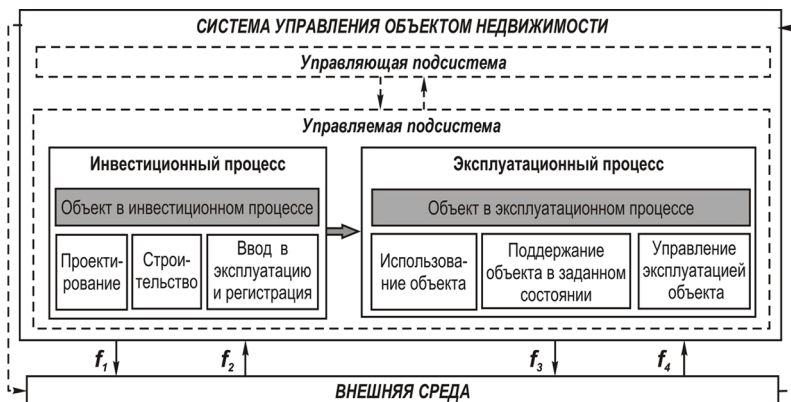


Рис. 4. Взаимодействие инвестиционного и эксплуатационного процессов:

- f_1 – влияние инвестиционного процесса на внешнюю среду;
- f_2 – влияние внешней среды на инвестиционный процесс;
- f_3 – влияние эксплуатационного процесса на внешнюю среду;
- f_4 – влияние внешней среды на эксплуатационный процесс

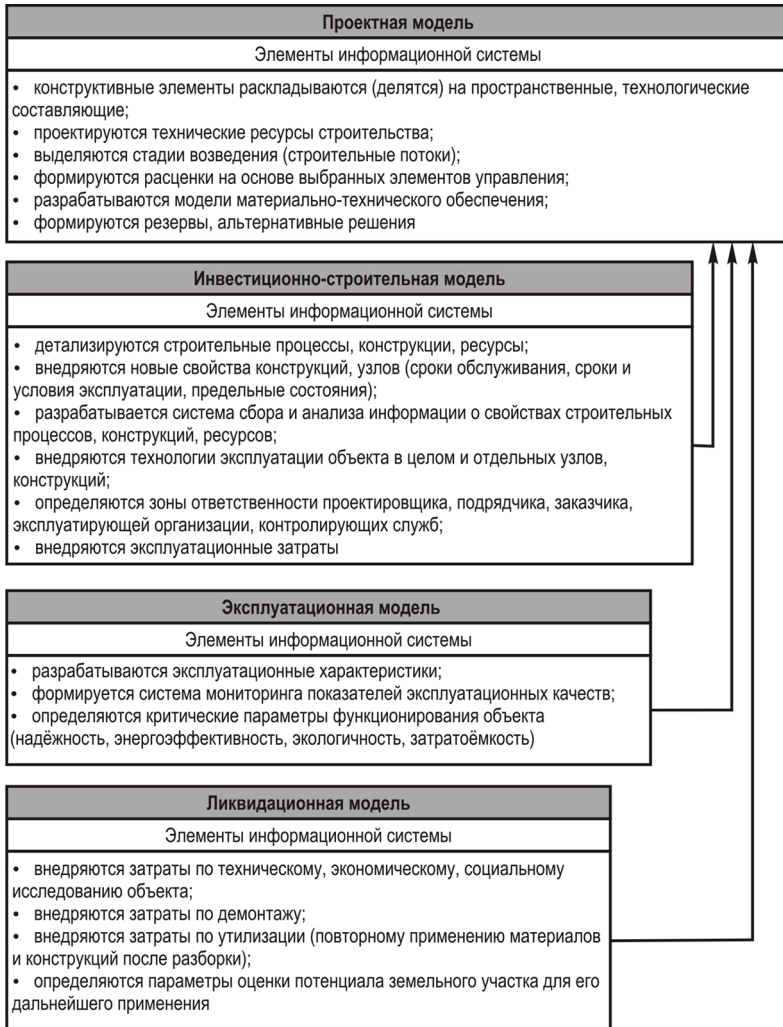


Рис. 5. Взаимосвязь моделей BIM-управления

Заключение

В Беларуси BIM внедряется «сверху», на нормативно-законодательном уровне, с использованием административного ресурса.

Реализуются достаточно трудоёмкие и ресурсоёмкие процессы по формированию организационных структур для использования технологии информационного моделирования, как на общереспубликанском уровне, так и на уровне отдельных организаций.

К сожалению, внедрение BIM связывают в основном с процессом проектирования, с уровнем 3D, в лучшем случае – 4D, делая акцент исключительно на проектные организации как основное действующее лицо. Информационное управление объектом на протяжении всего его жизненного цикла фактически не является основным вектором внедрения BIM, хотя это и декларируется на законодательном уровне. Забывается, что главная цель – это создание «живой» модели объекта, способной трансформироваться при переходе от одной стадии жизненного цикла к другой и полезной в первую очередь для собственника объекта.

С учетом законодательных требований по внедрению BIM-технологий в Беларуси на всех стадиях жизненного цикла объектов, финансируемых с привлечением средств республиканского и местного бюджетов, и интенсификацией аналогичных процессов в соседних странах, это может привести к вытеснению белорусских проектных и строительных организаций с отечественного рынка.

Литература

1. The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012). McGraw-Hill Construction, 2012. 68 p.
2. The Business Value of BIM for Infrastructure 2017. Dodge Data & Analytics, 2017. 68 p.
3. ТКП 45.1.02-298-2014*. Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения. Мн.: Минстройархитектуры, 2017. 52 с.
4. О применении BIM-технологии в проектировании: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 27 окт. 2014 г. № 298. URL: http://www.upload.rstc.by/new/pr_2018_70.pdf (дата обращения: 25.11.2019).
5. СТБ 2331-2014. Здания и сооружения. Классификация. Основные положения. – Мн.: Минстройархитектуры, 2014. 7 с.
6. О некоторых вопросах аттестации юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих отдельные виды архитектурной, градостроительной, строительной деятельности: пост. Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 2 мая 2014 г. № 25 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2014. – № 8/28693.

7. ТКП 45-1.02-295-2014*. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание. Мн.: Минстройархитектуры, 2016. 55 с.

8. НЗТ 8.01.00-2014. Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом. Мн.: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2014. 42 с.

9. Об утверждении образовательных стандартов переподготовки руководящих работников и специалистов: пост. Министерства образования Респ. Беларусь от 12 авг. 2015 г. № 101 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. — № 8/30217.

10. СТБ ISO/TS 12911-2015. Основные положения руководства по информационному моделированию зданий. Мн.: Госстандарт, 2016. 29 с.

11. О внедрении технологии информационного моделирования: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь от 16 марта 2018 г. № 70. URL: http://www.upload.rstc.by/new/pr_2018_70.pdf (дата обращения: 25.11.2019).

12. О приоритетных направлениях развития строительной отрасли: Директива Президента Респ. Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8. URL: http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/direktiva-8-ot-4-marta-2019-g-20630 (дата обращения: 25.11.2019).

13. *Коноплёв А.* В центре внимания – BIM, Госстройпортал, изменения отраслевого законодательства // Республиканская строительная газета. 2019. № 18 (807). С. 1.

14. Переподготовка специалистов с высшим техническим образованием URL: mipk.by/perepodgotovka.html (дата обращения: 06.03.2018).

15. О курсе обучения Autodesk Revit URL: <http://mipk.by/autodesk-revit> (дата обращения: 06.03.2018).

16. 12-дневный учебный марафон в Китае // Республиканская строительная газета. 2018. № 7(748). С. 4–5.

17. *Талапов В. В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.

18. *Кисель Е. И., Срывкина Л. Г.* Информационная поддержка принятия решений при оперативном планировании строительного производства // Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы инновации. Электронный сборник статей международной научной конференции. Новополоцк. 2018. С. 316–322. URL: http://elib.psu.by:8080/bitstream/123456789/22725/5/Кисель%20Е.И.%2c%20Срывкина%20Л.Г._c316-322.pdf (дата обращения: 25.11.2019).

19. *Срывкина Л. Г., Кисель Е. И.* Совершенствование подходов к внедрению BIM-технологий в контексте жизненного цикла объектов недвижимости // Теория и практика исследований и проектирования в строительстве с применением систем автоматизированного проектирования (САПР). Сборник статей II Международной научно-технической конференции. Брест. 2018. С. 114–122.