

4. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*). – Москва : ЦНИИСК, 1989. – С. 111–115.
5. Серия 1.460.3-14 Стальные конструкции покрытий производственных зданий пролетами 18, 24 и 30 м с применением замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно». Чертежи КМ / ОАО Проектный институт. Ленпроектстальконструкция. – Москва, 1981.
6. Конструкции стальные строительные. Болтовые соединения. Проектирование и расчет: СТО 0041-2004 / ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова. – Москва, 2004.
7. Строительные конструкции. Металлические конструкции, основания и фундаменты: учебное пособие для строительных специальностей учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования / Е. Ю. Давыдов, М. И. Никтенко и Л. Д. Шайтаров // Технопринт. – Минск, 2005. – С. 155–161.
8. Металлические конструкции / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов [и др.] – Москва : Высшая школа, 2004. – Т. 1: Элементы конструкций: учебное пособие для строительных вузов – С. 461–469.
9. NCCI: Design models for splices in structural hollow sections // Access Steel. – 2010. – P. 1–8.
10. Design guide for rectangular hollow section (RHS) joints under predominantly static loading / J.A. Packer, J. Wardenier, X.-L. Zhao, G.J. van der Vegte and Y. Kurobane // CIDECT. – 2009. – P. 83–89.

УДК 330.322.2:004.9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ВНЕДРЕНИЮ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Срывкина Л. Г., Кисель Е. И.

***Аннотация:** В статье выполнен анализ процессов внедрения BIM-технологий в Республике Беларусь. Обозначены основные эффекты от внедрения на примере мирового опыта. Представлена структура уровней управления объектами недвижимости и взаимосвязь моделей BIM-управления. Определена значимость стадии эксплуатации объектов и её взаимосвязь с процессами проектирования, строительства и ликвидации.*

***Summary:** The analysis of BIM processes implementing in the Republic of Belarus is carried out. The main effects from the using on the word experience example are indicated. The structure of management of real estate objects and interconnection of BIM-management models are presented. The significance of objects operation phase and its relationship with the processes of design, construction and liquidation are determined.*

Введение. Эффективность внедрения BIM-технологий уже доказана снижением затрат рабочего времени при создании проектов, сокращением стоимости строительства, оптимизацией использования ресурсов, ростом качества проектов и степени удовлетворённости клиентов. Учитывая активное внедрение данных технологий в технологически развитых странах, в Республике Беларусь ведется работа по разработке правовых, организационных, экономических подходов при ведении инвестиционно-строительных проектов. С целью получения максимальных эффектов при создании объектов недвижимости необходимо обеспечить внедрение всех D-уровней управления.

Эффективность технологий информационного моделирования. 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.

В отчёте McGraw-Hill Construction зафиксированы следующие преимущества применения BIM:

1) краткосрочные: сокращение ошибок отметили 52 % опрошенных компаний; выход на новые рынки – 51 %; сокращение доработок – 48 %; новый сервис для клиентов – 46 %; сокращение сроков выполнения – 39 %;

2) долгосрочные: удержание клиентов – 49 %; увеличение прибыли – 36 %; сокращение стоимости – 32 %; сокращение судебных разбирательств – 28 % компаний.

В отчёте Dodge Data & Analytics 2017 года [2] по результатам опроса компаний США, Великобритании, Франции, Германии, занятых в области создания объектов транспортной инфраструктуры, сделаны следующие выводы:

- число компаний, применяющих BIM на серьёзном уровне (не менее чем в половине проектов), выросло с 20 % в 2015 году до 52 % в 2017 году;

- к 2019 году число таких компаний по прогнозу составит 61 %;

- между 2017 и 2019 годом рост использования BIM будет наиболее ярким, поскольку число компаний, применяющих BIM почти во всех своих проектах (75 % и более), практически удвоится – с 17 % до 32 %.

Опрошенные Dodge Data & Analytics пользователи называют следующие преимущества BIM:

- Большинство (87 %) отмечают позитивное влияние применения данной технологии на их деятельность. Хорошим знаком для дальнейшего распространения BIM-технологии является то, что значительная часть опрошенных полагает, что ещё только начинает раскрывать полный её потенциал. Около 73 % утверждают, что они не достигли даже половины потенциального уровня преимуществ, которые может дать BIM.

- Около двух третей (65 %) говорят о положительном значении рентабельности инвестиций в BIM, в том числе почти половина из них фиксирует достигнутое значение показателя рентабельности инвестиций **ROI** (*Return on Investment*) в размере 25 % и более.

- Более половины отмечают, что применение BIM позволяет достичь им двух типов преимуществ в бизнесе:

1) они могут вести бизнес эффективнее за счёт улучшения понимания молодым персоналом того, как проекты разрабатываются параллельно и взаимосвязанно; обеспечения последовательного и повторяемого процесса реализации проектов, позволяя персоналу больше заниматься проектированием и меньше документированием;

2) они могут найти больше работы (проектов) за счёт возросшей способности предлагать различного рода услуги и вести бизнес с прежними клиентами.

Жизненный цикл объектов недвижимости в BIM-управлении. Одним из принципиально важных направлений использования BIM-технологии является управление всем жизненным циклом объектов недвижимости

Полный жизненный цикл объекта недвижимости в соответствии с ТКП 45-1.02-298-2014 [3] включает следующие стадии:

- *предынвестиционную* (поиск бизнес-идеи; оценку 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; разработку предпроектной документации; принятие решения о целесообразности дальнейшего вложения средств в проектирование и строительство объекта);

- *инвестиционную* (разработку проектной документации; возведение объекта и ввод его в эксплуатацию; государственную регистрацию создания объекта недвижимости и возникновения прав на него);

- *эксплуатационную* (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);

- *ликвидационную* (снос объекта при исчерпании его потенциала и утилизацию материалов от разборки).

Современные информационные модели объектов недвижимости 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 BIM-технологий. Республика Беларусь сегодня активно включается в общемировой процесс. Для внедрения BIM-технологий в республике на законодательном уровне сделано достаточно много (табл. 1).

Таблица 1 – Нормативно-законодательная база для внедрения BIM-технологий в Республике Беларусь

Положение нормативной базы	Регулирующий документ
Перечень объектов первого и второго класса сложности, проектирование которых должно осуществляться <i>только с применением программного обеспечения для информационного моделирования объектов строительства</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]
В квалификационных требованиях к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, претендующим на получение аттестата соответствия на выполнение функций генерального проектировщика первой и второй категории, указана необходимость подтверждения наличия рабочих мест специалистов, осуществляющих разработку разделов проектной документации, оборудованных программным обеспечением для информационного моделирования объектов строительства	Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 2 мая 2014 года № 25 [6]
По решению заказчика выполнение проектных работ может осуществляться с применением BIM-технологии, и при этом проектная документация должна оформляться с учётом технических возможностей современных систем автоматизированного проектирования (САПР)	ТКП 45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание» [7]
Стоимость BIM-модели, разработанной по поручению заказчика и передаваемой ему для использования в процессе строительства и эксплуатации объекта, определяется в размере 30 % от базовой стоимости основных проектных работ (услуг), выполненных с применением данной технологии проектирования, и должна оплачиваться дополнительно	НЗТ 8.01.00-2014 «Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом» [8]
Утверждён образовательный стандарт специальности переподготовки 1-53 01 07 «Автоматизация проектирования и управления в строительстве», нацеленной на выпуск специалистов квалификации «Инженер по автоматизации проектирования и управления в строительстве»	Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 12 августа 2015 года № 101 [9]

Образовательная отрасль откликнулась на новые требования, предъявляемые к организациям и специалистам строительного комплекса.

Специальность 1-53 01 07 открывается в Межотраслевом институте повышения квалификации и переподготовки кадров Белорусского национального технического университета (МИПК и ПК БНТУ). Учебная программа предполагает углубленное изучение BIM-технологий, применяемых при проектировании зданий и сооружений, на базе программного комплекса (ПК) Revit Autodesk и других [10].

На факультете строительства и недвижимости МИПК и ПК БНТУ проводится повышение квалификации специалистов по направлению «Базовый курс информационного моделирования зданий в Autodesk Revit». Курс, рассчитанный на 40 учебных часов, предназначен для архитекторов, конструкторов и

проектировщиков инженерных сетей и нацелен на практическое применение всех разделов указанного программного комплекса [11].

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»), некоторыми частными компаниями на уровне архитектурного проектирования и конструирования. Директор РУП «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве» (РНТЦ) Геннадий Пурс в феврале 2018 года отметил: «Пока у нас BIM-технологии используются только на уровне 3D-проектирования и то в отдельных случаях» [12].

Это существенное отставание от общемирового уровня (7D), в соответствии с которым идеология информационного моделирования успешно распространяется на весь жизненный цикл объекта. Несколько лет назад в Беларуси была поставлена задача перехода на уровень информационного моделирования 4D/5D. В 2017 году презентован программный комплекс ABC-РНТЦ – результат совместной работы специалистов РУП «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве», частной белорусской компании НПДО «Фрагмент», IT-специалистов из Новосибирска. Комплекс позволяет определять сметную стоимость строительства с применением BIM-технологий и обеспечивает автоматизированное формирование сметного раздела проекта на основе данных, полученных из BIM. Это уникальный опыт на территории СНГ, так как традиционно считалось, что сметные программы практически невозможно увязать с 3D-моделями и учесть при этом местные условия ценообразования. За основу комплекса ABC-РНТЦ принята американская платформа Autodesk Revit, создан рекомпозиционер, связывающий BIM-платформу со сметной программой, разработано сметное программное обеспечение. В результате получен комплекс, поддерживающий автоматизированную разработку сметного раздела с применением различных систем BIM-проектирования: Nemetschek Allplan, Autodesk Revit, Renga Architecture, Credo Дороги, Graphisoft ArchiCAD. Сметные результаты в дальнейшем могут быть использованы для подготовки строительного производства, в частности для разработки календарных планов строительства в составе проектов организации строительства и проектов производства работ с применением системы календарно-сетевое планирования «АККОРД» [13].

В настоящее время РНТЦ проводит активную работу по презентации и внедрению комплекса ABC-РНТЦ, включая регулярные 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.

Таким образом, BIM-технологии начинают входить в белорусскую практику проектирования и строительства, чего нельзя сказать обо всем жизненном цикле объекта.

Значение 6D и 7D-уровней в управлении объектами недвижимости. 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 др. 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» [14, 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. 1, 2).

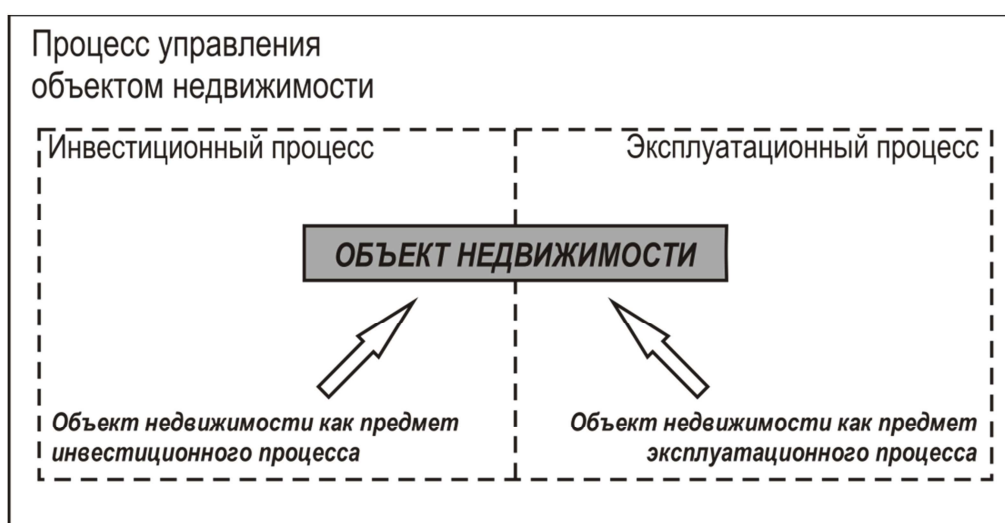
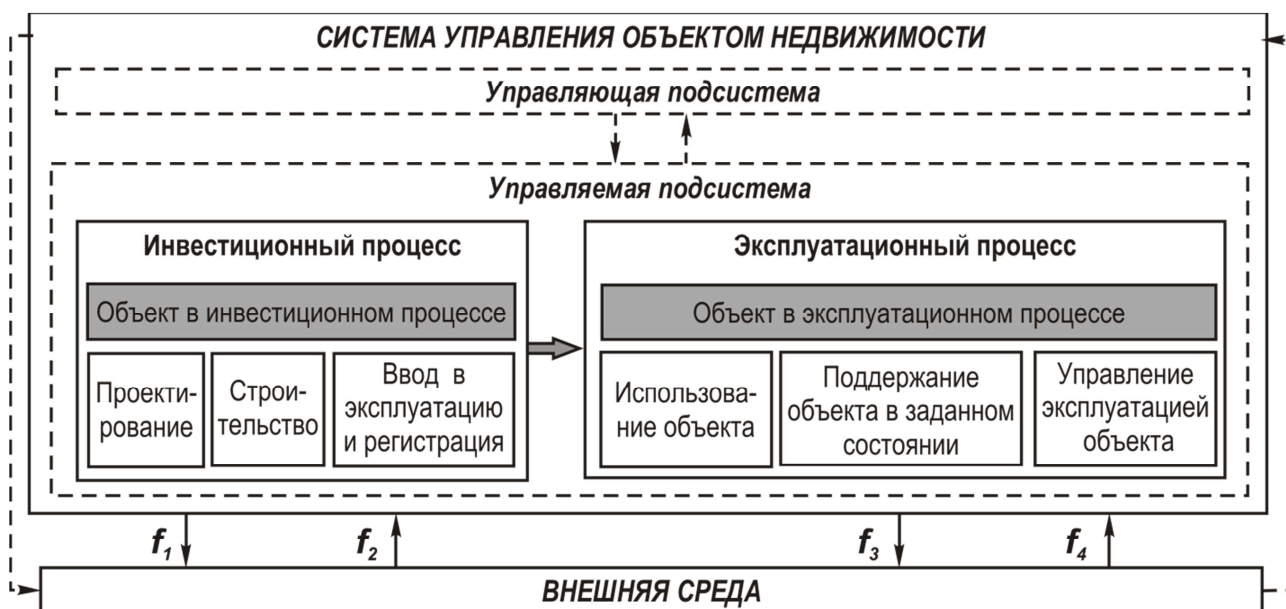


Рисунок 1 – Базовая схема процесса управления объектом недвижимости



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

Рисунок 2 – Взаимодействие инвестиционного и эксплуатационного процессов:

Издержки жизненного цикла любого здания или сооружения для собственника включают издержки его приобретения (или строительства) и издержки эксплуатации. Эти издержки являются взаимосвязанными, и зачастую эксплуатационные издержки с учётом продолжительного жизненного цикла объекта могут существенно превышать издержки создания объекта. Стремясь сократить первоначальные капиталовложения, собственники часто отдают предпочтение вариантам с меньшей стоимостью строительства. При этом они не учитывают, что это может в дальнейшем привести к росту эксплуатационных издержек, связанных с заменой ломающегося оборудования, со значительным расходом коммунальных ресурсов (электроэнергии, воды), с дополнительными затратами на очистку стоков, с необходимостью более частых ремонтов конструктивных элементов и инженерных систем. Чтобы избежать такого рода просчетов, необходим шаг к стадии 7D-моделирования. Это 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. 3).

Около 60 % общих издержек жизненного цикла задаются при принятии проектных решений и впоследствии на их уровень повлиять практически невозможно [15]. Поэтому при проектировании важно уделить внимание вариантой проработке и учёту прогнозируемого уровня полных издержек жизненного цикла. Здесь для анализа и оптимизации будущих технических и экономических характеристик объекта исключительно полезной является технология BIM.

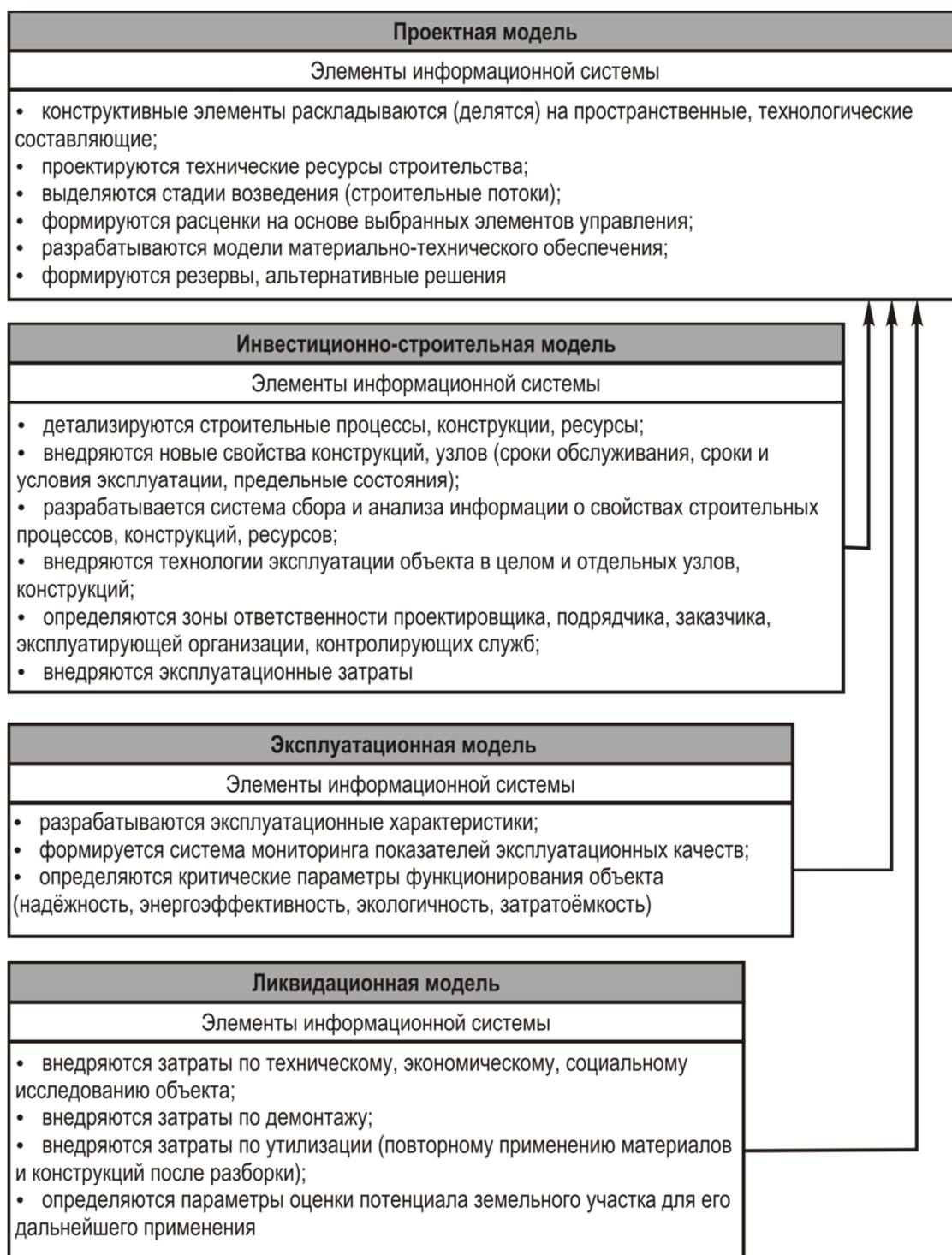


Рисунок 3 – Взаимосвязь моделей BIM-управления

Эффективным является применение BIM при ремонте и реконструкции зданий. Информационную модель существующего здания можно получить на основе лазерного сканирования объекта. BIM даёт возможность моделировать изменения в конструкции здания, проектировать его переоснащение новым инженерным оборудованием, соответствующим уровню современных требований.

В процессе эксплуатации BIM позволяет отслеживать текущее состояние здания, точно определять количество и стоимость ресурсов, необходимых для ремонта, строго соблюдать регламенты обслуживания и сроки замены каждого элемента оборудования. При этом на стадии эксплуатации процесс информаци-

онного моделирования продолжается, так как в модель вносится та информация, которая не требовалась при проектировании и строительстве.

Заключение. Несмотря на достаточно трудоемкую работу по формированию системы организации использования BIM-технологий, их внедрение связывают в основном с процессом проектирования. К сожалению, информационное управление объектами не является основным вектором данных процессов в Республике Беларусь. Теряется основная цель – это создание «живой» модели здания, способной к трансформации при переходе от одной стадии жизненного цикла объекта к другой.

Список цитированных источников

1. The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012) / SmartMarket Report. – McGraw-Hill Construction, 2012. – 68 p.
2. The Business Value of BIM for Infrastructure 2017 / SmartMarket Report. – Dodge Data & Analytics, 2017. – 68 p.
3. Строительство. Предпроектная (предынвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения: ТКП 45.1.02-298-2014*. – Введ. 20.07.2014. – Минск : Минстройархитектуры, 2017. – 52 с.
4. О применении BIM-технологии в проектировании : приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 27 окт. 2014 г., № 298 // АПС «Бизнес-Инфо». Версия 2.0.3.63 [Электронный ресурс] / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
5. Здания и сооружения. Классификация. Основные положения: СТБ 2331-2014. – Введ. 01.04.2014. – Минск : Минстройархитектуры, 2014. – 7 с.
6. О некоторых вопросах аттестации юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих отдельные виды архитектурной, градостроительной, строительной деятельности: пост. Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2 мая 2014 г., № 25 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2014. – № 8/28693.
7. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание: ТКП 45-1.02-295-2014*. – Введ. 01.04.2014. – Минск : Минстройархитектуры, 2016. – С. 4.
8. Методические указания о порядке определения стоимости разработки документации проектного обеспечения строительной деятельности ресурсным методом: НЗТ 8.01.00-2014. – Введ. 01.07.2014. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2014. – С. 11.
9. Об утверждении образовательных стандартов переподготовки руководящих работников и специалистов : пост. Министерства образования Респ. Беларусь, 12 авг. 2015 г., № 101 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. – № 8/30217.
10. Переподготовка специалистов с высшим техническим образованием / Сайт МИПК и ПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : mipk.by/perepodgotovka.html. – Дата доступа : 06.03.2018.
11. О курсе обучения Autodesk Revit / Сайт МИПК и ПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mipk.by/autodesk-revit>. – Дата доступа : 06.03.2018.
12. 12-дневный учебный марафон в Китае / Республиканская строительная газета. – 2018. – 15 февр. – С. 4-5.
13. Касель, А. Строй, комплекс! «Р» увидела новую программу, которая позволяет экономить миллионы на строительстве / А. Касель // Портал «Беларусь Сегодня» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sb.by/articles/stroy-kompleks.html>. – Дата доступа : 02.03.2017.
14. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
15. Тарасевич, Е. И. Управление эксплуатацией недвижимости / Е. И. Тарасевич. – Санкт-Петербург : Издательство «МКС», 2006. – 838 с.