

УДК 338:69.059.14

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕДВИЖИМОСТИ****Шалина Д.С., Степанова Н.Р.***ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: d.shalina2011@yandex.ru, n.r.stepanova@urfu.ru*

В статье рассматривается трансформация практик эксплуатации объектов жилой недвижимости в цифровой среде. Стадия эксплуатации объекта недвижимости занимает большую часть жизненного пути проекта и требует наибольшего количества затрат. Тем не менее в России применение информационного моделирования или BIM на данном этапе минимально, в основном BIM используют на стадии проектирования. В исследовании показано, что основными причинами сложившейся ситуации является неосведомленность о возможностях BIM на стадии эксплуатации и начальный уровень развития BIM. Анализ возможностей информационного моделирования в эксплуатации доказал эффективность и необходимость использования данных технологий на этапе технического обслуживания. Также были проанализированы зарубежные исследования на предмет определения инструментов для совершенствования применения BIM и повышения его уровня развития в России. Результаты исследования представлены в виде перспектив развития применения информационного моделирования на стадии эксплуатации недвижимости в России. Разработанные перспективы развития BIM на стадии эксплуатации в России, включающие в себя достижение третьего уровня развития BIM, обучение персонала, сотрудничество, методологию, цифровые инструменты зарубежных стран, позволят эффективно использовать BIM на стадии эксплуатации недвижимости. Алгоритм внедрения данных технологий в России на примере успешных зарубежных практик будет предметом следующего исследования.

**Ключевые слова:** информационное моделирование, эксплуатация, недвижимость, BIM**TRANSFORMATION OF INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES IN THE OPERATION OF REAL ESTATE****Shalina D.S., Stepanova N.R.***Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: d.shalina2011@yandex.ru, n.r.stepanova@urfu.ru*

The article discusses the transformation of the practices of the operation of residential real estate in the digital environment. The stage of operation of a real estate object takes up most of the project's life path and requires the greatest amount of costs. Nevertheless, in Russia, the use of information modeling or BIM at this stage is minimal, mainly BIM is used at the design stage. The study shows that the main reasons for the current situation are ignorance about the capabilities of BIM at the operational stage and the initial level of development of BIM. The analysis of the possibilities of information modeling in operation proved the effectiveness and necessity of using these technologies at the maintenance stage. Foreign studies were also analyzed to identify tools for improving the use of BIM and increasing its level of development in Russia. The results of the study are presented in the form of prospects for the development of the application of information modeling at the stage of real estate operation in Russia. The developed prospects for the development of BIM at the operational stage in Russia, including the achievement of the third level of BIM development, staff training, cooperation, methodology and digital tools of foreign countries, will allow the effective use of BIM at the operational stage of real estate. The algorithm of implementation of these technologies in Russia on the example of successful foreign practices will be the subject of the next study.

**Keywords:** information modeling, operation, real estate, BIM

Самая продолжительная стадия реализации строительного проекта – это эксплуатация, которая может продолжаться, как правило, в среднем 30–50 лет [1, 2]. Именно на этой стадии происходит устранение морального и физического износа объекта недвижимости, поэтому затраты на эксплуатацию могут превышать первоначальные инвестиции [1, 3].

Согласно статье 161 Жилищного кодекса РФ, управление эксплуатацией недвижимости могут осуществлять сами собственники, товарищество собственников жилья или управляющая организация. В течение всего срока эксплуатации они стремятся выполнять задачи, способствующие комфортному проживанию жителей.

С каждым годом новое строительство совершенствуется и ускоряется, а значит, увеличивается количество вводимых в эксплуатацию объектов недвижимости. Растет и число управляющих компаний, вызванное ускорением темпов строительства. Одной из причин тенденции такого роста является внедрение и применение в процесс планирования, организации и управления строительством объекта недвижимости информационного моделирования или BIM (Building information modeling/model/management). Помимо вопроса ускорения строительства важно отметить высокие затраты на эксплуатацию, которые в большинстве случаев нельзя предсказать [3]. Недоработки прошлых этапов проекта в полной мере про-

являются именно на этапе эксплуатации. И появляется необходимость в рассмотрении всего проекта заново.

Применение BIM распространяется на все стадии жизненного цикла объекта, в том числе и на эксплуатацию. Ценность данных технологий заключена в представлении связанной с реализацией проекта информацией и повышенном уровне их совместной интеграции [4].

В России использование BIM началось только с 2014 г., тем временем в США уже более десяти лет применяли данные технологии (с 2003 г.). В Европе внедрение BIM началось в 2007 г. и до сих пор продолжается [2].

По данным экспертов, которые входят в Экспертный совет и Рабочую группу при Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ по вопросу поэтапного внедрения BIM в области промышленного и гражданского строительства, строительные компании в большинстве используют BIM для проектирования (80% от общего внедрения BIM), в 5 раз меньше используют на стадии строительства (15%) и всего 5% приходится на стадию эксплуатации [2, 5].

Проблема заключается в низкой доле использования информационного моделирования на стадии эксплуатации, которая занимает большую часть жизненного цикла проекта. Использование технологий BIM на этапе проектирования длится на 20–30% меньше, что сокращает время реализации проекта без потери его качества. Такая экономия достигается путем сокращения количества ошибок в 3D-проекте на 30% [6]. На стадии строительства информационная модель менее популярна из-за использования модели BIM начального уровня [7].

Актуальность исследования обусловлена ростом внедрения BIM в России, нормированием использования BIM и насущными проблемами, возникающими при эксплуатации объектов недвижимости. В российском законодательстве постепенно появляются стандарты и нормативы, регулирующие использование BIM. Например, с 2022 г. BIM-модели станут обязательными для всех объектов, финансируемых с привлечением бюджетных средств [8].

Целью настоящего исследования является обоснование перспектив развития использования информационного моделирования в процессе эксплуатации строительных объектов в России. Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие задачи:

– проанализировать теоретические данные о BIM-технологиях в строительстве;

– выявить причины отсутствия популярности применения BIM на стадии эксплуатации;

– обосновать преимущества использования BIM для технического обслуживания зданий и сооружений;

– детально описать перспективы развития BIM на стадии эксплуатации.

Объект исследования – технологии информационного моделирования, или BIM.

Предмет исследования – использование BIM на стадии эксплуатации недвижимости.

Значение BIM особенно весомо на стадии проектирования. Этот факт подтверждают данные опроса экспертов из Единого ресурса застройщиков: российские строительные компании к 2019 г. пользовались BIM сроком до трех лет, т.е. до окончания строительства. Более пяти лет BIM используют 15% опрошенных компаний. Мнение об использовании BIM на стадии эксплуатации больше негативное, чем позитивное. Всего 10% респондентов выделили, что использование BIM дает снижение затрат эксплуатации [9].

Экономическую эффективность информационной модели на стадии эксплуатации специалисты видят в том, что данная модель может быть внедрена на ранних этапах и может показывать свой эффект на последующих этапах. Иными словами, сокращение затрат на эксплуатацию здания достигается моделированием определенных ситуаций при запуске проекта (например, энергопотребления) [6].

Кроме того, сама информационная модель имеет свои функции на стадии эксплуатации. Занимающий 80% от общей стоимости жизненного цикла объекта, этап управления и эксплуатации недвижимости целесообразно рассмотреть с точки зрения использования BIM.

В качестве современных технологий в исследовании нами были рассмотрены BIM-технологии на основе использования логически выстроенных научных методов анализа и синтеза.

В табл. 1 собрана информация из тематических исследований разных авторов по поводу применения информационной модели на стадии эксплуатации недвижимости.

Большинство специалистов видят ценность BIM только на стадии проектирования, частично строительства. Ценность информационной модели снижается к стадии эксплуатации. При этом стадия эксплуатации требует более половины общих затрат жизненного цикла проекта. Внедрение и использование BIM на стадии эксплуатации предоставляет большой спектр возможностей, которые пока не признаны строительными компаниями.

Таблица 1

Ключевые характеристики BIM на стадии эксплуатации

| Показатель      | Описание  | Основные плюсы/минусы  |
|-----------------|---|--|
| Цели применения | Ведение документации эксплуатационного процесса недвижимости на основе BIM;<br>Предоставление возможности получения информации инвестором, заказчиком и эксплуатирующей организацией одновременно [10]  | Доступ к единому виртуальному хранилищу информации (6D).<br>Вероятность заметить и предотвратить потенциальные риски во время эксплуатации объекта, то есть профилактика и корректировка обслуживания [11]   |
| Функции         | Представление возникающих проблем на информационной модели для рационального обслуживания или ремонта.<br>Учет используемого оборудования.<br>Обеспечение управления отношениями с коммерческими арендаторами.<br>Контроль и планирование своевременного технического обслуживания.<br>Поддержка взаимодействия с сервисными подрядчиками.<br>Контроль состояния имеющихся ресурсов.<br>Проверка выполнения административных, технических и инфраструктурных задач.<br>Получение детальной информации об инженерных системах и конструктивных элементах здания в наглядном виде [2, 5, 6]   | При необходимости проведения анализа затрат на эксплуатацию или техническое обслуживание система может быстро показать информацию в виде графиков технического обслуживания, как происходит управление ресурсами и какими характеристиками обладает объект на текущее время с учетом эксплуатационных улучшений объекта [12] |
| Возможности     | Эффективное и упрощенное управление эксплуатацией.<br>Увеличение срока службы отдельных систем и здания в целом.<br>Сокращение расходов на эксплуатацию благодаря рациональному планированию ресурсов [10].<br>Повышение качества жизни жильцов [6].<br>Быстрый запрос и доступ к данным.<br>Предотвращение потенциальных опасностей [4].<br>Улучшение контроля [10].<br>Достижение экономии средств до 30% для капитального ремонта.<br>Наличие актуальной информации истории эксплуатации объекта для дальнейшей модернизации или реконструкции.<br>Наличие возможности дополнить информационную модель датчиками автоматизированных систем управления технологическими процессами [13] | Существует возможность моделирования ситуации при принятии решения по изменению каких-либо элементов или систем объекта. Можно посмотреть и проанализировать, как изменение в одной структуре повлияет на другие элементы, т.е. целостное понимание эффективности решения [11]   |
| Недостатки      | Расхождения в информационных моделях для проектирования и строительства и моделью для оперативного использования (данные о строительстве не передаются от одного этапа к другому).<br>Необходимы существенные затраты для внедрения.<br>Недостаточно специалистов, имеющих знания, навыки и опыт работы с BIM.<br>Существует вероятность сбоев в модели.<br>Появляется потребность в моральной подготовке персонала к работе с цифровой моделью [14]  | Специалисты не осведомлены в преимуществах использования информационной модели (доказывается результатами опроса профессионалов BIM, проведенном Национальной строительной спецификацией Великобритании (NBS). Больше 70% опрошенных подтвердили, что клиенты не понимают преимуществ BIM) [12, 15]                          |

Основной характеристикой использования BIM является уровень развития. В России на данный момент BIM находится на первом уровне развития. На данном уровне в информационной модели имеется базовая информация, но отсутствует взаимодей-

ствие между участниками строительного процесса. Они вынуждены обмениваться информацией через систему управления документами [7]. На первом уровне информационная модель не предоставляет полный спектр возможностей, которые

нужны на стадии эксплуатации. На втором уровне в информационной модели можно отслеживать время и затраты (4D и 5D соответственно). На третьем уровне модель актуализируется в режиме реального времени [7]. Охватывается весь жизненный цикл здания, в том числе эксплуатация, что нам и нужно. На таком уровне возможно достичь увеличения чистого дисконтированного дохода на 25 %, индекса рентабельности на 15 %, внутренней нормы доходности на 22 % и сокращения периода окупаемости на 17 % [2]. Чтобы достичь уровня зрелости BIM, минимального для возможности использования на стадии эксплуатации объекта недвижимости, необходимо подобрать соответствующие инструменты. Изучая опыт зарубежных стран, активно использующих данную технологию, было выявлено, что именно государство способствует применению BIM-технологий и поощряет данную инициативу.

В теории, использование BIM на стадии эксплуатации обращает на себя особое внимание, поскольку благодаря данной технологии автоматизируется управление недвижимостью. На практике же, перед внедрением подобной технологии важно понимать, где мы находимся в данный момент и где хотим оказаться. В табл. 2 представлены состояния BIM сейчас и после трансформации, включая представленные инструменты.

Сейчас в России использование BIM на стадии эксплуатации недвижимости выглядит так, как описано в первой колонке табл. 1. Состояние, которого хотелось

бы достигнуть, отражает опыт использования BIM в других странах.

Предложенные инструменты основаны на анализе российских и зарубежных статей. Подробное применение данных инструментов обосновано в виде путей развития или решения данной проблемы.

Рассматривая общее применение BIM на стадии эксплуатации, было предложено внести изменения в информационную модель перед стадией эксплуатации недвижимости. Модель будет актуальна, но в ней будет представлена только та информация, которая действительно нужна на стадии эксплуатации. Будут исключены рабочие чертежи, отдельные части модели будут объединены, а помещения будут пронумерованы и названы в соответствии с назначением. Также существуют специфические системы для управления недвижимостью, которые интегрируются в информационную модель. Первая система – это система автоматизированного управления объектами (CAFM). Она используется для учета состояния пространства и технического обслуживания. Следующая система – это компьютеризированная система управления техническим обслуживанием (CMMS). Данная система обеспечивает выполнение вынужденного и планового технического обслуживания. И третья система – это интегрированная система управления рабочими местами (IWMS). Предназначена для управления помещениями [14]. Интеграция данных систем с BIM повысит уровень эксплуатации объектом и перейдет в цифровой формат.

Таблица 2

Инструменты, способствующие развитию BIM на стадии эксплуатации объекта недвижимости

| До трансформации (сейчас)   | После трансформации   | Инструменты   |
|---|---|---|
| Первый уровень зрелости BIM   | Третий уровень зрелости BIM   | Нормативно-правовые (стандарты), социальные проекты или конкурсы [7]  |
| Применение BIM в эксплуатации почти отсутствует   | Применение BIM в эксплуатации в полном и частичном спектре возможностей   | Изменение модели для оперативного управления недвижимостью, внедрение систем автоматизированного управления объектами (CAFM), компьютеризированной системы управления техническим обслуживанием (CMMS) и интегрированных систем управления рабочими местами (IWMS) [11, 14] |
| Небольшое количество BIM специалистов, общее понимание BIM всеми участниками строительного процесса | Наличие опытных BIM специалистов, участники строительного проекта используют BIM (имеют соответствующие навыки) | Обучение участников строительного процесса, конкурсы или конференции внедрения BIM, сотрудничество с компаниями, специализирующихся на внедрении BIM на стадии эксплуатации [2]   |
| Отсутствие желания менять традиционное устоявшееся управление недвижимостью                         | Управление недвижимостью автоматизировано, BIM как «обыденный» метод  | Психологические инструменты популяризации BIM (примеры успешных проектов, представление опыта других стран), постепенное внедрение технологий в процесс управления недвижимостью, осведомление жителей [12, 15]   |

Острой проблемой сейчас является недостаток специалистов в области BIM. После трансформации хотелось бы видеть в строительном процессе больше таких специалистов. Достичь такой цели можно с помощью обучения участников строительного процесса. Сейчас реализуется множество как внутренних, так и внешних курсов в строительной отрасли по обучению BIM. Помимо этого, целесообразно рассмотреть сотрудничество с компаниями, которые позволяют расширить функционал и возможности использования BIM на основании данных, имеющихся в модели. Примером может служить компания GeoCV. Она помогает создать виртуальные туры по помещениям с высокой точностью. Или компания Rubetek, обеспечивающая недвижимость системами «умного дома» [2].

Традиционные методы сложно заметить на новые. Так, при внедрении BIM уже на стадии управления недвижимостью, строительная компания столкнется с недовольством управляющей компании или самих жителей/арендаторов. По отношению к этой проблеме следует применить популяризацию BIM как необходимой инновации в современном строительстве.

Экономический эффект внедрения BIM на стадии эксплуатации представлен оперативностью исправления коллизий, комплексным контролем объекта, сокращением времени на поиск проблем, рациональным планированием затрат на капитальный ремонт, быстротой получения технической информации объекта и улучшением управления объектом недвижимости.

Для достижения «зрелого» использования BIM необходимо проработать политический, экономический и социальный аспекты внедрения технологий. Представленный инструментарий будет способствовать достижению такой цели.

### Заключение

В ходе анализа применения BIM-технологий была выявлена небольшая заинтересованность технологиями на самой длительной стадии реализации строительного проекта – стадии эксплуатации.

Анализ использованных зарубежных и российских источников показал, какие возможности предоставляет BIM на стадии эксплуатации. К наиболее важным возможностям относится экономия затрат на управление, актуализация информации эксплуатации объекта и предотвращение возникающих трудностей. Также здесь важно отметить не только материальную выгоду, но и социальную. Использование современных технологий главным обра-

зом направлено на улучшение комфортного проживания людей.

Использование BIM в России только начинается. На стадии эксплуатации объекта недвижимости использование BIM минимально. Основываясь на зарубежном опыте, можно выделить следующие перспективы развития использования BIM в России:

- переход применения BIM на третий уровень развития;
- обучение BIM в учебных заведениях не только для применения при проектировании и строительстве, но и эксплуатации;
- сотрудничество с компаниями, специализирующимися на цифровых технологиях;
- интеграция BIM с другими системами автоматизации или цифровизации бизнес-процессов;
- внедрение единого стандарта использования BIM;
- представление BIM как условие входа в строительный проект;
- выработка определенной методики внедрения информационной модели на каждой стадии жизненного цикла проекта, основанной на зарубежных практиках.

Разработанные перспективы развития BIM на стадии эксплуатации в России, включающие в себя комбинации используемых в странах-лидерах по внедрению BIM-инструментов, отличающихся от используемых в России, позволят эффективно использовать BIM на стадии эксплуатации.

Следующее исследование будет направлено на изучение методик применения BIM в России и мире для определения путей и способов развития информационного моделирования в России.

### Список литературы

1. Компанец Е.Е. Русская модель управления и эксплуатации недвижимости. Цифровая книга. М.: ЛитРес, 2020. 190 с. URL: [https://www.litres.ru/ekaterina-evgenevna/russkaya-model-upravleniya-i-ekspluatatsii-nedvizhimos/#buy\\_now\\_noreg](https://www.litres.ru/ekaterina-evgenevna/russkaya-model-upravleniya-i-ekspluatatsii-nedvizhimos/#buy_now_noreg) (дата обращения: 13.09.2021).
2. PropTech в России: Обзор практики применения BIM-технологий и инновационных решений в области проектирования // Группа стратегического консультирования в сфере недвижимости. 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/prop-tech-2020.pdf> (дата обращения: 13.09.2021).
3. Дорохина Е.Ю., Качурин Д.А. Жизненный цикл строительного проекта: моделирование затрат // Фундаментальные исследования. 2017. № 8–1. С. 159–163.
4. Qingjuana L., Jialin C. Application Research on Engineering Cost Management Based on BIM. Procedia Computer Science. 2021. Vol. 183. P. 720–723.
5. Технология BIM // КРОК [Электронный ресурс]. URL: <https://build.croc.ru/bim/> (дата обращения: 14.09.2021).
6. BIM-технологии в эксплуатации зданий: практическая ценность применения [Электронный ресурс]. URL: <https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-ekspluatatsii-zdanij/> (дата обращения: 15.09.2021).

7. BIM adoption in Europe: 7 countries compared [Electronic resource]. URL: <https://www.planradar.com/gb/bim-adoption-in-europe/> (date of access: 15.09.2021).
8. С 2022 года BIM-модели станут обязательными для всех бюджетных строек // Главгосэкспертиза [Электронный ресурс]. URL: <https://gge.ru/press-center/news/s-2022-goda-bim-modeli-stanut-obyazatelnyimi-dlya-vsekh-byudzhetnykh-stroek/> (дата обращения: 15.09.2021).
9. Итоги опросов проектировщиков и изыскателей по использованию BIM-технологий // Единый ресурс застройщика. 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://erzrf.ru/news/itogi-oprosov--proektirovshchikov-i-izyskateley-po-ispolzovaniyu-bim-tehnologii?regions=> (дата обращения: 14.09.2021).
10. Князева Н.В., Левина Д.А. Использование BIM-сценариев в работе служб эксплуатации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2019. № 5. С. 99–105.
11. Olawale M.F. The role of building information modeling (BIM) in delivering the sustainable building value. International Journal of Sustainable Built Environment. 2017. Vol. 6. P. 711–722.
12. Heatona J., Kumar A.P., Schooling J. Design and development of BIM models to support operations and maintenance. Computers in Industry. 2019. Vol. 111. P. 172–186.
13. Тимирханов Л.Р. Информационная модель как инструмент эффективного управления зданием // Инновации и инвестиции. 2019. № 6. С. 277–280.
14. Shemery A., Hampson K. Using BIM for ongoing Building Operations throughout a Building's Lifecycle. Conference: CIB World Building Congress. 2019 [Electronic resource]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/349766475\\_Using\\_BIM\\_for\\_ongoing\\_Building\\_Operations\\_throughout\\_a\\_Building's\\_Lifecycle](https://www.researchgate.net/publication/349766475_Using_BIM_for_ongoing_Building_Operations_throughout_a_Building's_Lifecycle) (date of access: 15.09.2021).
15. Wen Q., Li Z., Peng Y., Guo B. Assessing the Effectiveness of Building Information Modeling in Developing Green Buildings from a Lifecycle Perspective. Sustainability. 2020. № 12. P. 20.