

DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.1(42).9-15

УДК 711.16:330.322:004.9

JEL L74, M15, O14, O3



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА В ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

О.В. Веретенникова, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика

И.В. Сычева, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика

В.А. Сендецкий, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика

Е.Г. Рыкунова, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика

Аннотация. Статья посвящена анализу использования современных информационных технологий, а именно BIM-технологий, на определенных этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта. Во вступительной части статьи обозначена важность внедрения BIM-технологий и их место в управлении инвестиционно-строительным проектом. Определено, что применение современных информационных технологий непосредственно связано с повышением эффективности инвестиционно-строительного проекта. Выполнен анализ последних научных публикаций в поле исследования, рассмотрены принципиально новые подходы к проектированию и управлению жизненным циклом объекта, изучены этапы создания информационной модели объекта, осуществлено структурирование информационных моделей в зависимости от стадий жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, идентифицированы этапы эксплуатации объекта строительства. Обосновано, что в зависимости от этапа работы с объектом целесообразно использовать информационные модели разных типов для достижения целей, различных на соответствующих стадиях жизненного цикла объекта. Графически представлен процесс использования информационных моделей в зависимости от этапа работы с объектом строительства. Определены проблемы, с которыми сталкивается информационное моделирование на этапе эксплуатации объекта. Сделан вывод, что поскольку этап эксплуатации – самый продолжительный, требуется активное вовлечение служб эксплуатации в формирование требований к проектируемому объекту, которые обеспечат будущую эксплуатацию с использованием информационных моделей. Оцифровка объекта, создание цифрового актива, позволяет оптимизировать бизнес-процессы инвестиционно-строительного проекта, повысить их эффективность, сократить издержки. Выявлены преимущества и недостатки использования информационной модели объекта в эксплуатационном периоде инвестиционно-строительного проекта.

Ключевые слова: BIM-технологии, инвестиционно-строительный проект, информационная модель объекта, проектная информационная модель, эксплуатационная информационная модель

Для цитирования: Веретенникова О.В., Сычева И.В., Сендецкий В.А., Рыкунова Е.Г. Использование информационной модели объекта в эксплуатационном периоде инвестиционно-строительного проекта // BENEFICIUM. 2022. № 1(42). С. 9-15. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.1(42).9-15

ORIGINAL PAPER

USE OF THE INFORMATION MODEL OF THE OBJECT DURING THE OPERATIONAL PERIOD OF THE INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT

O.V. Veretennikova, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

I.V. Sycheva, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

V.A. Sendetsky, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

E.G. Rykunova, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

Abstract. The article is devoted to the analysis of the use of modern information technologies, namely BIM-technologies, at certain stages of the life cycle of an investment and construction project. In the introductory part of the article, the importance of the BIM-technologies introduction and their place in the management of an investment and construction project are outlined. It has been determined that the use of modern information technologies is directly related to increasing the efficiency of an investment and construction project. The article analyzes the latest research

and publications, considers fundamentally new approaches to the design and management of the object's life cycle, the stages of creating an information model of an object, structuring information models depending on the stages of the life cycle of an investment and construction project, identifying the stages of a construction object operation. It is substantiated that, depending on the stage of work with the object, it is advisable to use information models of different types to achieve goals that are different at the corresponding stages of the object's life cycle. The process of using information models is graphically presented, depending on the stage of work with the construction object. The problems faced by information modeling at the stage of object operation have been identified. It is concluded that since the operation stage is the longest, therefore, the active involvement of maintenance services in the formation of requirements for the designed facility is required, which will ensure future operation using information models. Digitizing an object, creating a digital asset, will optimize the business processes of an investment and construction project, increase their efficiency and reduce costs. The advantages and disadvantages of using the information model of an object during the operational period of an investment and construction project are revealed.

Keywords: BIM-technology, investment and construction project, object information model, project information model, operational information model

For citation: Veretennikova O.V., Sycheva I.V., Sendetsky V.A., Rykunova E.G. Use of the Information Model of the Object During the Operational Period of the Investment and Construction Project // BENEFICIUM. 2022. Vol. 1(42). Pp. 9-15. (In Russ.). DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.1(42).9-15

Введение

Мировые строительные компании давно и успешно используют современные технологии цифрового проектирования и строительства на разных этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта (далее – ИСП). Применение BIM-технологий (англ. – Building Information Modeling) повышает качественный уровень создания строительных объектов и при этом оптимизирует работу участников ИСП на всем протяжении жизненного цикла объекта, что позволяет ускорить цифровую трансформацию строительной отрасли в частности и экономики страны в целом. Отраслевыми предпосылками внедрения BIM-технологий в строительстве являются:

- переход к управлению жизненным циклом объектов по критерию стоимости;
- реформирование сметного нормирования в строительстве для достоверного определения и управление стоимостью;
- усиление контроля учета и расхода материальных и нематериальных ресурсов на объектах;
- усовершенствование тендерных процедур и контрактов для обеспечения контроля стоимости и рыночного ценообразования.

В основе технологии информационного моделирования зданий находятся процессы, регулирующие совместную работу с информацией о строительном объекте, которая состоит из интеллектуального интерактивного управления и параметрических взаимосвязей. Каждый этап работы над проектом имеет свой уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую оперативную информацию. Применение информационной модели предполагает комплексный сбор, обработку, накопление информационных данных для дальнейшего использования на всех этапах ИСП – от создания дизайн-проекта до вывода из эксплуатации. Использование BIM-подходов в

проектировании значительно сокращает сроки подготовки проектной документации, уменьшает вероятность ошибок, выявляя нестыковки и накладку в инженерных системах и коммуникациях в процессе работы над ИСП [1]. Консалтинговая компания McGraw Hill Construction провела опрос специалистов строительной отрасли по вопросу цифровой зрелости строительных предприятий [2], в результате были получены выводы, позволяющие систематизировать эффективность внедрения технологии BIM-моделирования:

- 41% респондентов отметили сокращение ошибок при проектировании;
- 35% респондентов отметили улучшение взаимодействия между руководством и проектировщиками;
- 32% респондентов отметили снижение кризисных ситуаций, повышение конкурентоспособности, улучшение имиджа предприятия;
- 31% респондентов отметили сокращение количества изменений, вносимых в проектную документацию;
- 23% респондентов отметили уменьшение себестоимости строительных работ;
- 21% респондентов отметили результативность контроля расходования материальных и нематериальных ресурсов;
- 19% респондентов отметили сокращение времени работы над проектом;
- 19% респондентов отметили увеличение объемов продаж строительной продукции.

Внедрение технологий цифрового моделирования изменяет традиционные механизмы функционирования строительной отрасли и управления строительством, позволяет устранить коллизии, возникающие в ходе ведения строительных работ из-за ошибок, допущенных на стадии ведения проектных работ, снизить риски некачественного проектирования и контролировать поэтапный состав и уровень затрат в ходе реали-

зации проекта. Одним из их главных достоинств BIM-моделирования является получение максимально полного соответствия первоначальных физических и финансовых параметров сданного в эксплуатацию объекта требованиям инвестора. Поэтому вопросы использования информационной модели объекта в эксплуатационном периоде ИСП в современных условиях являются очень актуальными.

Множество статей посвящено вопросам эффективности внедрения информационного моделирования в сфере строительства и архитектуры. В.В. Шарманов, А.Е. Мамаев, Л.А. Голдобина, А.В. Мищенко, Е.П. Горбанева, В.П. Грахов, С.Н. Леонovich обращались, в большинстве неоднократно, к проблематике внедрения BIM-технологии в процесс реализации ИСП (см., например, [3-9]). Особо необходимо отметить цикл статей Президента Сибирской BIM Академии В.В. Талапова, опубликованных в 2018-2019 гг. журналом «САПР и графика» (<https://sapr.ru/>), об использовании информационной модели в ходе эксплуатации объекта. Однако, несмотря на широкий интерес к теме исследования и значительное количество публикаций, вопросы использования информационной модели объекта в эксплуатационном периоде ИСП рассмотрены недостаточно.

Настоящая статья имеет своей целью рассмотрение особенностей использования информационной модели объекта в эксплуатационном периоде ИСП, выявление преимуществ и недостатков.

Результаты и их обсуждение

Одной из важнейших сфер применения информационной модели объекта на протяжении всего жизненного цикла ИСП является фасилити менеджмент, или эксплуатационный период. На сегодняшний день в указанной сфере разработана концепция единого информационного пространства на основе системы классификации и цифрового кодирования информации, используемой на всех этапах жизненного цикла объекта. Такая концепция разработана Национальным объединением строителей (НОСТРОЙ) и представляет собой электронное хранилище совокупной инженерно-технической и финансовой информации по каждому объекту, необходимой для принятия решения об управлении ИСП, его пассивом и активом. Концепция единого информационного пространства предусматривает применение информационной модели объекта в эксплуатационном периоде с использованием единого интерфейса взаимодействия инвесторов, строителей, эксплуатирующих организаций, органов надзора в цифровом формате. Данные добавляются, систематизируются и анализируются в 3D-модели на протяжении всего жизненного цикла ИСП: прединвестиционном, инвестиционном, эксплуатационном. Продолжительность каждой

стадии жизненного цикла ИСП различна. Как правило, прединвестиционная стадия составляет до 20% времени, около 10% времени составляет инвестиционная стадия, около 70% времени – период эксплуатации объекта. Технология цифрового моделирования позволяет обеспечить эффективный информационный обмен между всеми стадиями ИСП, прикладными программами и BIM-моделью.

Процесс работы над созданием информационной модели объекта включает следующие этапы:

- 1) создание архитектурной трехмерной модели;
- 2) проектирование рабочих чертежей, расчет ведомостей объемов работ, формирование спецификаций материалов, изделий и конструкций;
- 3) моделирование и параметрический расчет инженерных сетей (теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет естественного освещения и др.);
- 4) определение сметной стоимости объекта строительства;
- 5) разработка проектной документации организации строительства (ПОС) и производства работ (ППР), формирование логистических данных на основе спецификации о видах и сроках поставки на строительную площадку материалов и конструкций.

На этапе создания архитектурной трехмерной модели необходимо понимать особенности функционирования объекта на любом отрезке времени существования проекта. В зависимости от этапа работы с объектом информационные модели подразделяются на два типа (*рис. 1*) [10]:

- 1) BIM – проектная информационная модель (формируется на всех стадиях создания объекта, в том числе при капитальном ремонте, реконструкции, реставрации, техническом перевооружении, модернизации, ликвидации);
- 2) AIM – информационная модель актива или эксплуатационная модель (связана с текущим обслуживанием и управлением).

В условиях современной рыночной экономики для оценки эффективности ИСП при возведении и эксплуатации объектов недвижимости возникает необходимость анализа характера изменения на протяжении жизненного цикла, включая этапы проектирования, строительства, текущего ремонта, капитального ремонта, реконструкции и утилизации. Тенденциозная степень отклонения изменений эффектов экономического состояния объектов недвижимости на протяжении их эксплуатационных циклов позволяет принимать соответствующие решения [11].

Применение BIM обеспечивает своевременность принятия инженерных и управленческих решений за счет:

- использования актуальной информации об объекте его структурных элементах;

- одновременного получения пространственной и финансовой информации об объекте;
- анализа событийных данных об изменениях физических характеристик элементов объекта во времени;
- использования компьютеризированной обработки данных, что на порядок повышает

скорость доступа к данным и возможности их инвент-анализа;

- использования различных визуальных представлений и способов человеко-машинного общения с проектной информационной моделью;
- обработки больших массивов технической и финансовой информации.

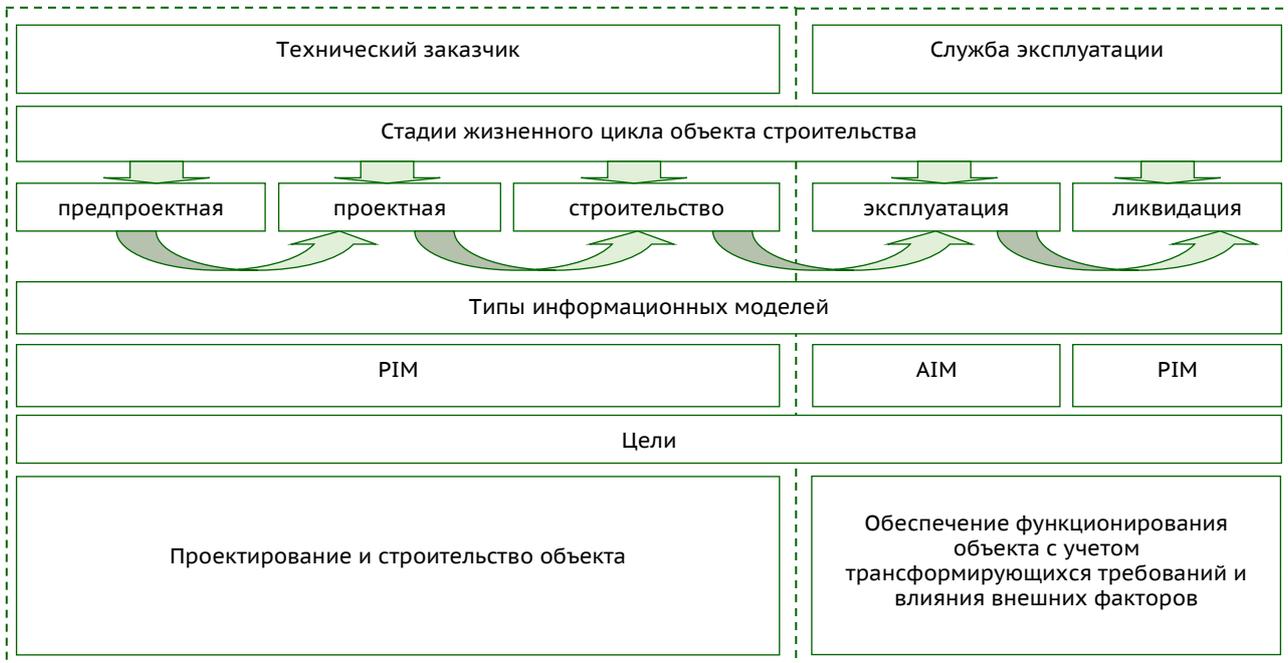


Рис. 1. Использование информационных моделей в зависимости от этапа работы с объектом строительства /
Fig. 1. Use of Information Models Depending on the Stage of Work with the Construction Object

Источник: построено авторами по данным [10] / Source: compiled by the authors based on data from [10]

Результатом использования PIM является обеспечение безопасности и максимальная оптимизация времени и ресурсов на всех стадиях жизненного цикла ИСП [12].

Создание и сопровождение в актуальном состоянии эксплуатационной информационной модели AIM обеспечивает:

- имитационное моделирование жизненного цикла ИСП на стадии эксплуатации;
- создание электронных интеллектуальных руководств по монтажу, демонтажу и эксплуатации оборудования;
- разработка инструментов виртуальной реальности для быстрого обучения эксплуатационного и ремонтного персонала;
- моделирование и разработка тренажеров для плановых работ, нестандартных ситуаций и отработки порядка действий персонала в них.

Обслуживание и текущий ремонт представляет собой комплекс инженерно-технических мероприятий, обеспечивающих безотказную работу всех элементов и систем зданий и сооружений в течение нормативного срока их службы. Технологическая эксплуатация (обслуживание) конструкций и инженерных систем предусматривает проведение необходимых мероприятий по созданию

проектных эксплуатационных условий работы всех элементов объекта.

Использование эксплуатационной информационной модели AIM позволяет управлять и проводить мониторинг систем жизнеобеспечения объекта онлайн, контролировать основные технические и эксплуатационные показатели. После ввода объекта в эксплуатацию предполагается, что информационная модель продолжает работать с помощью датчиков. Контролируются все инженерные коммуникации и возможные аварийные ситуации. При этом значительно повышается качество проектирования и упрощается работа на всех этапах жизненного цикла проекта, что обеспечивает переход на новый инновационный уровень развития [13].

Несмотря на то, что в последнее время значительное внимание уделяется разработке информационных моделей в целом, практически не рассматриваются возможности информационного моделирования на этапе эксплуатации объекта строительства, или фасилити менеджмента. После сдачи объекта вся необходимая для его эксплуатации техническая, технологическая, экономическая и отчетная документация передается инвестору (эксплуатационной организации) в электронном виде. Здесь через электронные паспорта

объектов необходимо начать сбор и накопление информации об эксплуатационных расходах. Этап фасилити менеджмента характеризуется определенными особенностями.

1) Трансформация целей и задач. Если при проектировании и строительстве моделируется объект, и внимание фокусируется именно на нем, то при эксплуатации в центре оказываются процессы обслуживания и управления. Соответственно, целью на предпроектной стадии, проектной стадии и стадии строительства является возведение объекта, передача его в эксплуатацию, формирование информационной модели. На стадии эксплуатации целью является обеспечение функционирования объекта в условиях постоянно трансформирующихся требований и влияния внешних факторов. В связи с этим информационная модель должна учитывать технологические процессы, связанные с эксплуатацией объекта, и позволять осуществлять процессы обслуживания и управления.

2) Значительная продолжительность. Самым длительным является эксплуатационный этап ИСП, поэтому информационная модель требует периодического обновления. С учетом того, что информационные технологии не стоят на месте, а постоянно развиваются, информационную модель целесообразно будет не обновлять, а разрабатывать новую при переходе на каждый следующий технический уровень. Такая модель является носителем данных для системы управления ИСП. Одним из значимых элементов внедрения BIM-технологии является определение уровня детализации BIM-модели на этом этапе жизненного цикла. Проблема заключается как в нехватке информации, так и в ее избытке. Информационная модель должна содержать такой объем данных, который позволит принимать оперативные решения именно в тот момент, в который это необходимо. Кто, как и в какой момент закладывает информацию в BIM-модель или получает ее – описывается в BIM-процессах.

3) Цикличность. Данная особенность проявляется в том, что в период эксплуатации объекта возможно осуществление различных мероприятий, таких как реконструкция, переоснащение, капитальный ремонт, что может существенно изменить его технические характеристики, а после проведения таких мероприятий продолжается этап текущей эксплуатации.

Таким образом, управление в эксплуатационном периоде в целом не требует существенного изменения информационной модели. Однако, при текущем (операционном) обслуживании целесообразно добавить к информационной модели технологические процессы. Мероприятия, связанные с изменением объекта (с целью удовлетворения текущих потребностей, реставрация, реконструкция, ликвидация), предполагают серьезное изменение информационной модели, поэтому целесообразно рассмотреть разработку

новой модели с учетом инновационных технологий и материалов. Стоит отметить также, что в случае появления непредвиденной ситуации принятие управленческих решений будет базироваться на результатах проведенного анализа перед началом и мониторинга в процессе реализации проекта, что будет способствовать увеличению вероятности принятия эффективного решения руководством ИСП [14].

Информация об объекте, полученная на этапе фасилити менеджмента, используется для накопления, обработки и анализа при создании проектных информационных моделей следующих объектов. На этом этапе требуются специальные процедуры учета, информационное и программное обеспечение фасилити менеджмента, которое отличается от программных средств архитекторов, инженеров-проектировщиков или строителей, но в тоже время интегрируется с ними.

Заключение

При рассмотрении в целом всех стадий развития информационной модели, после передачи ее проектными и строительными организациями службе эксплуатации, видно, что существует огромный потенциал эффективного управления городскими программами модернизации типового жилищного фонда с использованием современных информационных технологий и электронного документооборота. Поэтому предлагается использовать информационные технологии BIM для дальнейшего эффективного менеджмента эксплуатации домов, эффективного управления программами реновации типового многоэтажного жилого фонда и коммунальных сетей, в том числе путем создания региональных информационных баз ресурсов и их рыночных цен в виде нового подхода к комплексному управлению объектом недвижимости.

Таким образом, информационное моделирование на стадии эксплуатации является многофункциональным процессом работы с объектом, учитывающим современные технологии моделирования и позволяющим решать поставленные задачи с целью достижения конкретных целей.

В качестве основных проблем, которые возникают при работе с информационной моделью уже существующего объекта, можно выделить: необходимость создания актуальных информационных моделей, позволяющих эффективно организовать процесс обслуживания и управления; цикличность процесса, при котором первоначальная модель подлежит изменениям в каждом конкретном случае капитального ремонта, реконструкции, реставрации, переоснащения или технического перевооружения.

Однако имеется множество преимуществ использования информационной модели объекта в эксплуатационном периоде ИСП. BIM-модель позволяет рассчитать износ материалов, спрогно-

зирать возможные проблемы в эксплуатации еще на стадии проектной модели, учесть сложности с сервисным обслуживанием объекта. Информационная модель актива объекта позволяет автоматически выгружать результаты отчетов в электронном виде по запросу эксплуатирующих организаций, контролирующих органов, инвесторов. Расчет и последующая корректировка суммы амортизационных отчислений позволит компенсировать расходы на ремонт и реконструкции, а также оптимизировать энергосберегающие характеристики, исходя из задач эксплуатации. ИСП по созданию объекта с готовой эксплуатационной моделью быстрее окупится и начнет приносить прибыль.

Вклад авторов

О.В. Веретенникова – проанализированы новые подходы к управлению жизненным циклом объекта, этапы создания информационной модели объекта, структурированы информационные модели в зависимости от стадий жизненного цикла ИСП; определены проблемы, возникающие в процессе информационного моделирования на этапе эксплуатации объекта. И.В. Сычева – проанализированы возможности использования современных информационных технологий на разных этапах жизненного цикла ИСП; обоснована эффективность управления ИСП с использованием информационной модели объекта. В.А. Сендецкий – графически представлен процесс использования информационных моделей в зависимости от этапа работы с объектом строительства; обозначены преимущества применения технологии BIM на всех стадиях жизненного цикла объекта. Е.Г. Рыкунова – выявлены преимущества и недостатки использования информационной модели объекта в эксплуатационном периоде ИСП, рассмотрена роль служб эксплуатации в формировании требований к объекту на стадии проектирования.

Библиография

- [1] Пантелеенко Л.Д. Актуальность применения BIM технологии в строительстве / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: материалы конференции, Белгород, 2021. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 1230-1237.
- [2] Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства (2017). Велес. URL: www.bimtechnology.pro (дата обращения: 17.01.2022).
- [3] Шарманов В.В., Симанкина Т.Л., Мамаев А.Е. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 12(63). С. 113-124. DOI: 10.18720/CUBS.63.6
- [4] Мамаев А.Е. Оценка экономической эффективности использования информационного моделирования для контроля уровня безопасности в строительстве // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 3-1. С. 48-56. DOI: 10.34670/AR.2020.94.4.006
- [5] Голдобина Л.А., Орлов П.С. BIM-технологии и опыт их внедрения в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» // Записки Горного института. 2017. Том 224. С. 263-272. DOI: 10.18454/PMI.2017.2.263
- [6] Mishchenko A.V., Gorbaneva E.P., Preobrazhensky M.A.

- Reduction of the BIM dimension of the full life cycle of building and facilities // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2021. Vol. 4(52). Pp. 95-105. (На англ.). DOI: 10.36622/VSTU.2021.52.4.009.Apa
- [7] Gorbaneva E.P., Mishchenko A.V. Information modeling of real estate at the stage of survey works // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. Vol. 2(46). Pp. 18-35. (На англ.).
 - [8] Грахов В.П., Кузнецов А.Л., Кислякова Ю.Г. и др. Внедрение цифрового управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов // Наука и техника. 2021. Том 20. № 1. С. 66-74. DOI: 10.21122/2227-1031-2021-20-1-66-74
 - [9] Leonovich S.N., Riachi J. 3D-Modeling for Life Cycle of the Structure // Science and Technique. 2021. Vol. 20(1). Pp. 5-9. (На англ.). DOI: 10.21122/2227-1031-2021-20-1-5-9
 - [10] Талапов В.В., Таныгина Е.А. Особенности создания информационной модели объекта недвижимости // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. 2020. № 7(2). С. 16-20. DOI: 10.33764/2618-981X-2020-7-2-16-20
 - [11] Манухина Л.А., Прыкина Л.В. Экономическая оценка жизненного цикла объектов недвижимости // Экономика и предпринимательство. 2019. № 9(110). С. 1270-1274.
 - [12] Талапов В.В. BIM и эксплуатация: не надо путать информационную модель с вечной иглой для примуса (2019). Строительный эксперт: Цикл авторских публикаций. URL: <https://ardexpert.ru/article/16915> (дата обращения: 14.01.2022).
 - [13] Шемякина Т.Ю. Экономические особенности применения информационного моделирования в практике строительства // Современная научная мысль. 2020. № 3. С. 159-164.
 - [14] Цыпин П.Е., Белова М.В. Проблемы управления инвестиционно-строительными проектами / XVII Международная научно-практическая конференция "World Science: Problems and Innovations": сборник статей: в 3 частях, Пенза, 30 января, 2018. Пенза: Наука и просвещение, 2018. С. 105-106.

References

- [1] Panteleenko L.D. Aktual'nost' primeneniya BIM tekhnologii v stroitel'stve [The relevance of the use of BIM technology in construction] / In Proceedings – International Scientific and Technical Conference of Young Scientists BSTU named after V.G. Shukhov: conference materials, Belgorod, 2021. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2021. Pp. 1230-1237. (In Russ.).
- [2] Informatsionnoye modelirovaniye ob'yektov promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva [Information modeling of industrial and civil engineering facilities] (2017). Veles. (In Russ.). URL: www.bimtechnology.pro (accessed on 17.01.2022).
- [3] Sharmanov V.V., Simankina T.L., Mamaev A.E. Risk control construction through BIM // Construction of Unique Buildings and Structures. 2017. Vol. 12(63). Pp. 113-124. (In Russ.). DOI: 10.18720/CUBS.63.6
- [4] Mamaev A.E. Evaluation of the economic efficiency of using information modeling to control the level of security in construction // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. 2020. Vol. 10(3-1). Pp. 48-56. (In Russ.). DOI: 10.34670/AR.2020.94.4.006
- [5] Goldobina L.A., Orlov P.S. BIM technology and experience of their introduction into educational

- process for training bachelor students of major 08.03.01 «Construction» // Journal of Mining Institute. 2017. Vol. 224. Pp. 263-272. DOI: 10.18454/PMI.2017.2.263
- [6] Mishchenko A.V., Gorbaneva E.P., Preobrazhensky M.A. Reduction of the BIM dimension of the full life cycle of building and facilities // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2021. Vol. 4(52). Pp. 95-105. DOI: 10.36622/VSTU.2021.52.4.009.Apa
- [7] Gorbaneva E.P., Mishchenko A.V. Information modeling of real estate at the stage of survey works // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. Vol. 2(46). Pp. 18-35.
- [8] Grakhov V.P., Kuznecov A.L., Kisyakova Yu.G. et al. Implementation of Digital Project Management for Construction and Operation of Energy-Efficient Residential Buildings // Science and Technique. 2021. Vol. 20(1). Pp. 66-74. (In Russ.). DOI: 10.21122/2227-1031-2021-20-1-66-74
- [9] Leonovich S.N., Riachi J. 3D-Modeling for Life Cycle of the Structure // Science and Technique. 2021. Vol. 20(1). Pp. 5-9. DOI: 10.21122/2227-1031-2021-20-1-5-9
- [10] Talapov V.V., Tanygina E.A. Features of creating an informational real estate model // INTEREXPO GEO-SIBERIA. 2020. Vol. 2(7). Pp. 16-20. (In Russ). DOI: 10.33764/2618-981X-2020-7-2-16-20
- [11] Manukhina L.A., Prykina L.V. Economic assessment of the life cycle of real estate // Journal of Economy and Entrepreneurship. 2019. Vol. 9(110). Pp. 1270-1274. (In Russ).
- [12] Talapov V.V. BIM i ekspluatatsiya: ne nado putat' informatsionnyu model' s vechnoy igloy dlya primusa [BIM and exploitation: do not confuse the information model with the eternal needle for the primus] (2019). Stroitel'nyy ekspert [Construction expert]. (In Russ). URL: <https://ardexpert.ru/article/16915> (accessed on 17.01.2022).
- [13] Shemyakina T.Yu. Economic features of application of information modeling in construction practice // Modern Scientific Thought. 2020. Vol. 3. Pp. 159-164. (In Russ).
- [14] Tsypin P.E., Belova M.V. Problems of management of investment-construction projects / In Proceedings – XVII ISPC “World science: problems and innovations”: collection of articles: in 3 parts, Penza, January 30, 2018. Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2018. Pp. 105-106. (In Russ).

Информация об авторах / About the Authors

Оксана Витальевна Веретенникова – д-р экон. наук, профессор; декан факультета, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика / **Oksana V. Veretennikova** – Doctor of Economics, Professor; Dean of Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

E-mail: veretennikova_ok@mail.ru

SPIN РИНЦ 8610-0051

ORCID 0000-0003-3635-2473

Ирина Валериевна Сычева – старший преподаватель, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика / **Irina V. Sycheva** – Senior Lecturer, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

E-mail: i.v.sycheva@donnasa.ru

Вадим Андреевич Сендецкий – магистрант, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика / **Vadim A. Sendetsky** – Student in the Master's programme, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

E-mail: sendetskiy.v.a-isi-1@donnasa.ru

Екатерина Григорьевна Рыкунова – магистрант, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Донецкая Народная Республика / **Ekaterina G. Rykunova** – Student in the Master's programme, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka, The Donetsk People's Republic

E-mail: rykunova.e.g-isiu-2@donnasa.ru

Дата поступления статьи: 27 января 2022
Принято решение о публикации: 20 марта 2022

Received: January 27, 2022

Accepted: March 20, 2022