

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.003

DOI: 10.22227/1997-0935.2025.9.1431-1442

Эффективность применения BIM-технологий при демонтаже зданий

Елена Юрьевна Васильева¹, Яну Ариани²¹ *Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия;*² *Университет Индонезии; г. Депока, Индонезия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Изучен вопрос целесообразности и эффективности применения технологий информационного моделирования (BIM-технологий) при реализации инвестиционно-строительных проектов. Внимание было сосредоточено на стадии демонтажа зданий и сооружений, а также на управлении образующимися при этом отходами.

Материалы и методы. Проанализированы работы отечественных и зарубежных авторов; официальные сайты строительных организаций; данные, описывающие опыт демонтажа зданий, содержащиеся в печатных изданиях, научных публикациях, практических исследованиях, интернете, материалах научно-практических конференций, семинаров и форумов, публикациях Росстата. Использованы системный и процессный подходы, такие методы научного исследования, как наблюдение, описание, количественно-статистический анализ, сравнительно-сопоставительный анализ.

Результаты. Исследованы инновационные технологии, которые могут быть внедрены в деятельность по демонтажу зданий и сооружений. Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт применения информационных технологий для демонтажа, описаны основные методы и средства, выявлены преимущества BIM-технологий.

Выводы. Внедрение BIM-технологий в деятельность организаций, осуществляющих демонтаж зданий и сооружений, позволяет получить ряд положительных эффектов: сократить сроки работ, снизить их стоимость, повысить безопасность, уменьшить воздействие негативных факторов на экологическую обстановку и комфортность проживания, усовершенствовать управление отходами. Однако существуют барьеры внедрения и эффективного применения BIM-технологий в демонтажную деятельность. Сформулированы наиболее перспективные направления дальнейших исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологии информационного моделирования, BIM-технологии, демонтаж зданий и сооружений, демонтажная деятельность, инновационные технологии демонтажа зданий, эффективность

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Васильева Е.Ю., Ариани Я. Эффективность применения BIM-технологий при демонтаже зданий // Вестник МГСУ. 2025. Т. 20. Вып. 9. С. 1431–1442. DOI: 10.22227/1997-0935.2025.9.1431-1442

Автор, ответственный за переписку: Елена Юрьевна Васильева, elena.chibisova_metr@mail.ru.

Efficiency of BIM-technologies application in dismantling of buildings

Elena Yu. Vasilyeva¹, Yanu Aryani²¹ *Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation;*² *University of Indonesia; Depok, Indonesia*

ABSTRACT

Introduction. The authors of the paper studied the matter of expediency and efficiency of the use of the technologies of information modelling or building informational modelling (BIM-technologies) during the implementation of investment-and-construction projects. The attention of the authors was concentrated on the stage of dismantling of buildings and structures as well as on management of the waste which is formed at the same time.

Materials and methods. The works by domestic and foreign authors and also the maintenance of the official sites of the construction organizations, the data describing experience of dismantling of buildings, which are contained in printing editions, scientific publications, practical research, Internet, materials of academic-and-research conferences, seminars and forums, publications of Rosstat served as the materials of the research. During preparation of the paper the authors used the system and process approaches, such methods of scientific research as observation, the description, quantitative and statistical analysis, the comparative and comparative analysis.

Results. The authors studied the innovation technologies, which can be introduced in the activities for dismantling of buildings and structures. Domestic and foreign experience of the use of information technologies for dismantling was analyzed, benefits of BIM-technologies were revealed.

Conclusions. As the result of the conducted research the authors made the conclusion, that the implementation of the BIM-technologies in organization activity performing dismantling of buildings and structures allows to gain some positive effects: to reduce terms of works, to reduce their cost, to increase security, to reduce impact of negative factors on an ecological situation and on the comfort of accommodation, to improve waste management. Nevertheless, there are several barriers of introduction and effective use of BIM technologies in the dismantling activity. Thus, the most perspective directions of further researches were formulated.

KEYWORDS: technologies of information modelling, TIM-technology, building informational modelling, BIM-technology, dismantling of buildings and constructions, dismantling activity, the innovation technologies of dismantling of buildings, efficiency

FOR CITATION: Vasilyeva E.Yu., Aryani Ya. Efficiency of BIM-technologies application in dismantling of buildings. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2025; 20(9):1431-1442. DOI: 10.22227/1997-0935. 2025.9.1431-1442 (rus.).

Corresponding author: Elena Yu. Vasilyeva, elena.chibisova_metr@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях ориентации строительных организаций на инновационное развитие активное внедрение и применение современных технологий целесообразность и эффективность BIM-технологий не вызывают сомнений.

Использованию информационных технологий (ИТ) в деятельности строительных организаций посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых, однако необходимо отметить, что их исследования не освещают в полной мере все аспекты внедрения BIM-технологий в деятельность компаний, реализующих инвестиционно-строительные проекты (ИСП). Большинство исследователей ограничивается изучением возможностей и перспектив применения BIM-технологий на стадии проектирования, что достаточно логично, учитывая,

что именно эта стадия ИСП отличается наибольшей степенью цифровизации [1]. В меньшей степени изучены вопросы использования BIM-технологий на этапе возведения зданий и их эксплуатации [2, 3]. Что касается демонтажа зданий, применение ИТ для проведения работ изучено мало, как и сама деятельность по демонтажу, которая воспринималась долгое время второстепенной по сравнению с возведением зданий, что представляется неверным.

Демонтаж зданий и сооружений является неотъемлемой и важной стадией ИСП. Обычно считается, что снос — это завершающий этап жизненного цикла (ЖЦ). Однако в крупных городах, реализующих программы реновации, снос аварийных и ветхих зданий с последующей подготовкой территории становится не завершающим, а напротив, начальным этапом ЖЦ. Таким образом, применение BIM-технологий встраивается не в цепочку с конечной

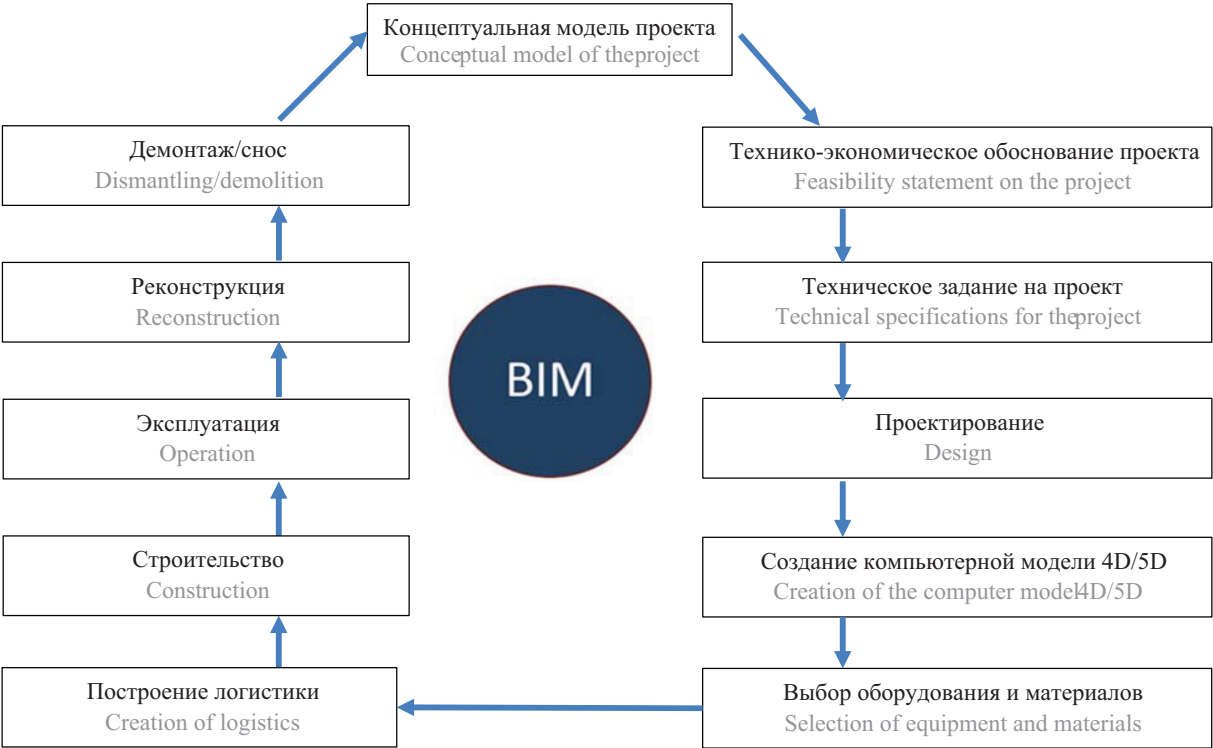


Рис. 1. Применение BIM-технологий на различных этапах жизненного цикла здания

Fig. 1. Use of BIM technologies during various stages of lifecycle of the building

точкой (сносом отслужившего здания), а в ЖЦ здания, повторяющийся на каждой территории, подлежащей застройке (рис. 1).

Демонтаж следует рассматривать и как часть городского развития. Снос зданий — неотъемлемая часть ЖЦ городской инфраструктуры. Традиционные методы демонтажа, такие как использование тяжелой техники и взрывных работ, часто сопряжены с высоким уровнем шума, вибрации, пыли и представляют значительные риски для безопасности рабочих и населения, кроме того, они не решают проблему вывоза и утилизации образующихся отходов, предполагают выброс углеводородов в атмосферу, несут прочий экологический вред, в целом ухудшают условия, снижают комфортность проживания людей на территории, где проводится демонтаж.

Сегодня процессы демонтажа и сноса зданий в РФ сталкиваются с высоким уровнем аварийности, экологическими рисками, низкой эффективностью традиционных методов в условиях плотной застройки и устаревшей нормативной базой, не учитывающей современные технологии. Механизированный снос экскаваторами часто приводит к чрезмерным затратам труда, времени, технических ресурсов, высокой стоимости работ, а также к нарушению экологических норм, возникновению таких негативных факторов, как шум, пыль, вибрации, возникновению сложностей с вывозом и захоронением отходов, обнаружением вредных отходов (например, асбеста), особенно в крупнейших городах, таких как Москва и Санкт-Петербург. Инновационные методы, заимствованные из зарубежной практики, необходимы для модернизации отрасли, повышения безопасности, сокращения экологического следа и соответствия глобальным трендам устойчивого развития, в том числе развития «зеленого строительства» [4]. Рост объемов реновации и потребность в утилизации отходов усиливают необходимость таких инноваций.

В последние годы наблюдается значительный прогресс в разработке и внедрении инновационных технологий, направленных на повышение экономичности, безопасности и экологичности всех строительных процессов. Авторами были изучены инновационные технологии, которые могут быть применены для демонтажа зданий и сооружений, их преимущества и потенциальная эффективность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализирована информация о новых подходах к демонтажу зданий и сооружений и применении BIM в этом сегменте деятельности, приведенная отечественными и зарубежными авторами, а также обсуждаемая на различных научно-практических конференциях и форумах (Международный демонтажный форум — Russian Demolition Forum, деловая программа выставки строительной техники и технологий СТТ Ехро и т.д.), представленная в исследованиях и отчетах Национальной ассоциации

демонтажных организаций (НАДО), Университета Минстроя НИИСФ РААСН, Европейской демонтажной ассоциации (EDA), Национального объединения производителей строительных материалов, изделий и конструкций (НОПСМ), Национальной ассоциации арендодателей строительной техники (НААСТ), Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ) и ООО «Конкуратор».

В ходе исследования и подготовки статьи взяты за основу системный и процессный подходы к управлению жизненным циклом инвестиционно-строительного проекта, применены методы наблюдения, описания, количественно-статистического анализа, сравнительно-сопоставительного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В условиях активной реновации крупных городов применение инновационных моделей зданий позволяет сносить их быстро, безопасно, с минимальным дискомфортом для жителей плотной застройки, получая максимальное количество ликвидных вторичных материалов и минимум отходов.

Еще одна современная тенденция — освоение промзон, зачастую предполагающая снос старых промышленных объектов, включая объекты сложные и опасные. Ревитализация, представляющая собой преобразование заброшенных или неиспользуемых промышленных объектов в современные многофункциональные комплексы, также может требовать частичный демонтаж некоторых зданий, их частей, каких-либо конструкций, и наличие информационной модели здания существенно повышает скорость, качество и безопасность работ при снижении их стоимости.

При редевелопменте промышленных площадок BIM облегчает ряд специфических задач, в том числе:

- подсчет объемов демонтажных работ, а также объема образуемых отходов;
- контроль технического состояния зданий и сооружений, определение конструкций, которые нуждаются в дополнительном укреплении;
- совмещение сохраняемых, переносимых и демонтируемых инженерных коммуникаций;
- моделирование процессов демонтажа в условиях ограниченного пространства или отсутствия возможности создания динамических нагрузок;
- в случае привлечения к работе подрядчиков (завоз оборудования, вывоз отходов) возможность контроля их работы;
- осуществление технического и авторского надзора в режиме онлайн [5–7].

По подсчетам специалистов ФГИК «Размах» применение технологий информационного моделирования при подготовке территории после демонтажа к новому строительству позволяет сократить до 13 % проектных затрат без потери качества ра-

бот. При этом скорость реализации ИСП вырастает на 25–30 %¹.

По завершении проекта данные с разрешения заказчика сохраняются и используются для разработки и совершенствования нормативно-сметных форм и стандартов, разрабатываемых на базе ЕРЦ.

Следующая проблема, которая может быть решена с помощью ИТ, — это управление отходами, образующимися при демонтаже зданий. Еще в 2020 г. были приняты нормативные акты по Москве и Московской области, требующие, чтобы все отходы и способы их утилизации были представлены в цифровых информационных системах². Можно рассчитывать, что в будущем этот передовой опыт распространится и в других регионах страны.

В глобальном масштабе быстрое развитие урбанизации привело к растущему числу строительных отходов. Большинство этих отходов годами не подвергалось вторичному использованию, переработке и превращалось в захоронение мусора. Воздействие на окружающую среду данных отходов и нехватка земельных участков для создания новых площадок с целью захоронения увеличили потребность в инновационном подходе к управлению отходами. Многие ученые попытались решить эту проблему, например, предложив долгосрочное проектирование будущего разрушения здания (уже на стадии его проектирования). Распространение строительства из конструкций заводского изготовления также является эффективным решением для сокращения отходов на стройплощадке. Однако с развитием в городах мира программ реновации, ревитализации все больше невостребованных, ветхих, аварийных и потенциально опасных зданий стоят перед угрозой сноса. Актуальность управления строительными отходами приобрела новое звучание. Изучены результаты исследования, в которых авторы приводят и анализируют значительное количество примеров сноса жилых и промышленных зданий. Они все чаще высказываются в пользу применения информационных моделей для более точной оценки количества и состава строительных отходов, образующихся при демонтаже зданий и сооружений, а также количества выбрасываемых парниковых газов [8–11]. Ряд авторов предлагает создание целой информационной системы управления строительными отходами на основе BIM [12–14].

На сегодняшний день существует достаточно информации, подтверждающей экономическую эффективность внедрения BIM в демонтажную деятельность.

¹ Матрица в демонтаже: возможности применения BIM. URL: <https://dzen.ru/a/X8DUDKIBbV3X9rPQ?ysclid=mal6o2po5308100641>

² Строительные объекты и отходы: НАДО утилизировать правильно! // Агентство новостей «Строительный бизнес». URL: <https://ancb.ru/publication/read/11503>

Во многих исследованиях³ поднимается вопрос об эффективности применения BIM-технологий при реализации ИСП, причем в некоторых из них детально рассматривается использование информационных технологий на стадии демонтажа.

Также в пользу применения BIM-технологий свидетельствуют зарубежный опыт и опыт тех отечественных компаний, которые успели внедрить их в свою деятельность; различные исследования, проведенные авторами из разных стран.

При сносе здания 5000 м² с общей стоимостью работ 15–20 млн руб. экономия составит 1,5–3 млн руб. Инвестиции окупятся за 3–5 проектов, т.е. за 2–3 года, а цифровая платформа стоимостью 20–40 млн руб. — за 7–10 проектов при массовом использовании [15–21].

Еще одно преимущество внедрения ИТ — повышение безопасности работ [22]. Данный результат может быть достигнут благодаря:

1. Тестированию действий на компьютерной модели.

Цифровая модель здания содержит все необходимые сведения о его конструктивных особенностях: материале, плотности, размещении, состоянии каждого элемента, что позволяет протестировать на модели любое планируемое действие до того, как оно будет произведено в реальности.

2. Контролю технического состояния зданий и сооружений и их элементов.

Информационное моделирование BIM дает возможность определить те элементы и конструкции, которые нуждаются в дополнительном укреплении.

3. Симулированию процессов демонтажа.

Целесообразно и эффективно при производстве демонтажных работ в условиях ограниченного пространства или в отсутствии возможности создания динамических нагрузок⁴.

4. Оценке количества отходов.

BIM позволяет учесть объем строительных отходов при сносе, расходы на их утилизацию и транспортировку [23].

5. Разработке плана сноса и обращения с отходами.

³ Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний : отчет. М., 2016. URL: <https://prombim.csd.ru/upload/iblock/d07/%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B1%20%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20BIM%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B9%20%D0%B2%20%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5.pdf?ysclid=mal1kvsagl695918441>

⁴ Матрица в демонтаже: возможности применения BIM. URL: <https://dzen.ru/a/X8DUDKIBbV3X9rPQ?ysclid=mal6o2po5308100641>

Например, при обращении с опасными материалами (содержащими асбест, свойственный многим старым зданиям) можно составить график работ, при котором они будут демонтироваться и убираться с площадки в первую очередь [22].

Эффективность BIM при демонтаже заключается в ряде преимуществ, среди которых:

- повышение точности подсчета объемов демонтажа;
- более детальное визуальное обоснование включения элементов в демонтажную ведомость. 3D-инструменты помогают быстрее и проще доказать обоснованность демонтажа конструкции;
- высокая наглядность технической информации при работе специалистов в 3D-модели, которая позволяет «рассматривать» сооружение со всех сторон, что значительно упрощает и повышает качество работ по его демонтажу;
- снижение трудоемкости работ для проектировщиков, экономия времени и в конечном счете — сокращение сроков реализации проекта;
- сокращение риска появления ошибок благодаря динамическому учету изменений, что позволяет сэкономить время и уменьшить вероятность ошибки учета объемов в спецификации;
- возможность видеть не только отдельный объект или его элемент, подлежащий сносу, но и все конструкции смежных разделов⁵.

В организациях, где уже внедрены BIM-технологии, на протяжении ЖЦ объекта в его информационную модель добавляется информация, необходимая для бизнес-планирования, проектирования, материального обеспечения и разработки логистических схем, в том числе: данные инже-

нерных изысканий, сметы, планы графики, логистические схемы, сведения анализа социального и информационного фона, рабочая и юридическая документация, проект и модели инженерных систем и коммуникаций, ежедневные отчеты специалистов по техническому надзору. В рамках работы над проектом от концепции до сноса информация используется специалистами для анализа проектной документации и данных инженерных изысканий, поиска возможных коллизий, стандартизации и ускорения информационного обмена, визуальной инвентаризации, технического надзора и инспекций по охране труда, расчета транспортировки и движения материалов на площадке. Сформированная проектная группа работает со всей информацией по объекту в едином информационном поле, таким образом специалисты, задействованные в работе над проектом, одновременно получают информацию о вносимых изменениях, что исключает расхождения. По факту существует только один вариант проекта. Специалисты, непосредственно находящиеся на объекте, обязаны, используя мобильные устройства, регулярно предоставлять данные о показателях и выявленных изменениях⁵.

Более сложная ситуация складывается, когда демонтажу подлежат старые здания, проектирование и возведение которых происходили до появления BIM-технологий и которые не имеют информационных моделей (а таких зданий в настоящее время большинство и именно они массово сносятся). В таких случаях следует прежде всего оценить целесообразность оцифровки данных о здании (рис. 2).

В случае с простыми зданиями и сооружениями, в процессе демонтажа которых не ожидается проблем и опасностей, создание информационной модели нецелесообразно и экономически нерентабельно. Для них достаточно разработать недетализированный проект демонтажа.

⁵ Реализация проекта реконструкции промышленного объекта с применением nanoCAD BIM Конструкции. Опыт АО «СибИАЦ». URL: <https://sapr.ru/article/26785>

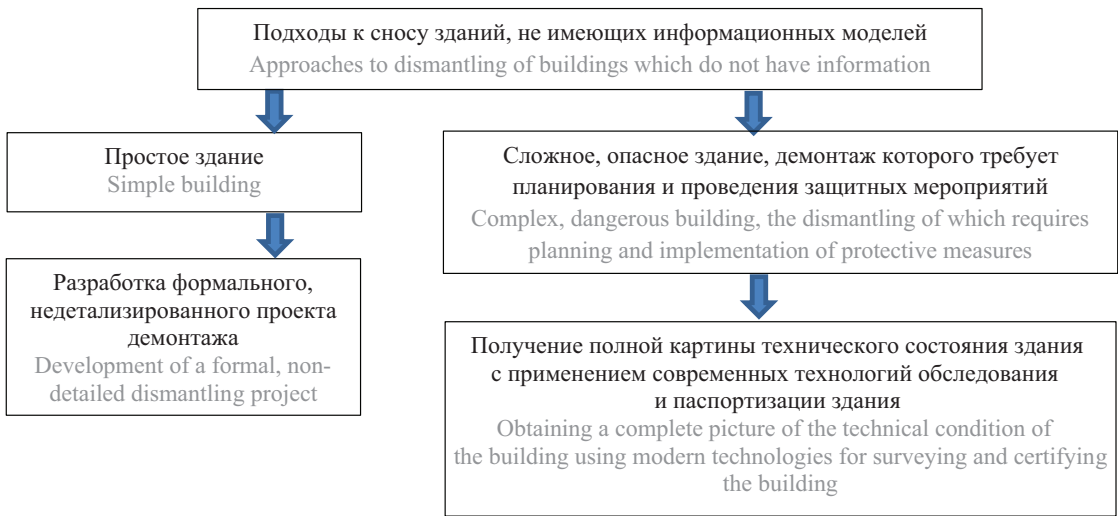


Рис. 2. Подходы к сносу старых зданий, не имеющих информационных моделей

Fig. 2. Approaches to dismantling of old buildings which do not have information models

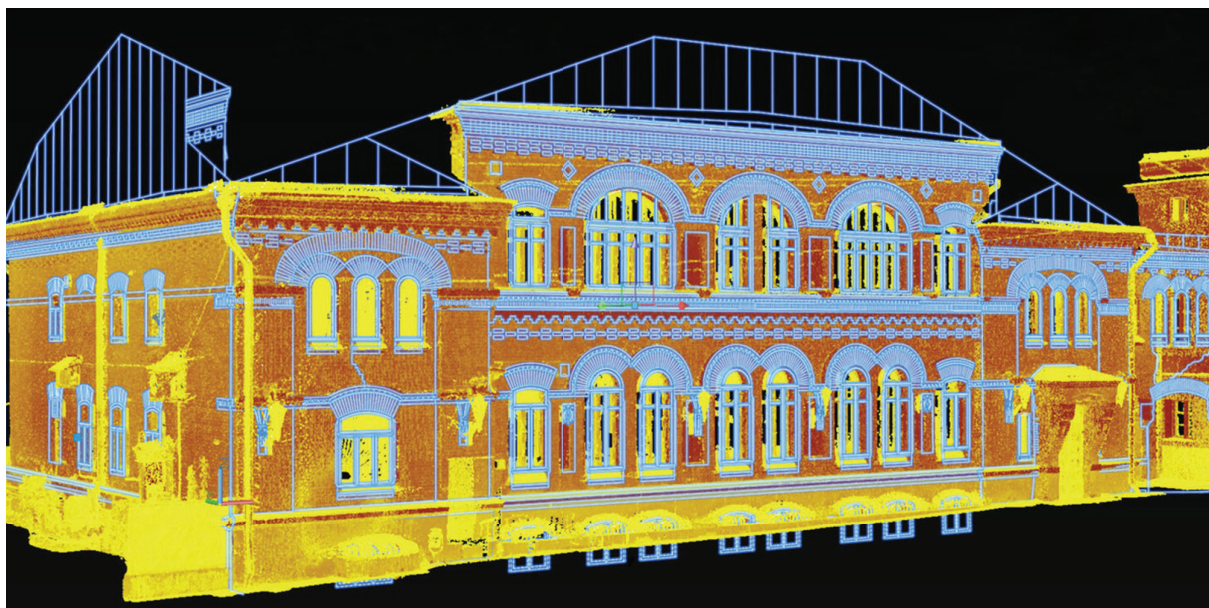


Рис. 3. Результат лазерного сканирования здания в виде облака точек

Fig. 3. The result of laser scanning of the building in the form of a point cloud

Если здание имеет сложную конструкцию, а его демонтаж может быть сопряжен с опасностями для рабочих и окружающих, необходимо получение полной и точной картины о его текущем техническом состоянии. Это возможно с помощью таких современных средств, как лазерное сканирование или фотограмметрия. При лазерном сканировании объект, подлежащий сносу, а также примыкающие к нему объекты оцифровываются и представляются в виде облака точек (рис. 3) [20].

Пользуясь полученной таким образом моделью, проектировщик может готовить проект демонтажа, даже не заходя в ветхое, аварийное здание.

Фотограмметрия (фотосъемка с помощью дронов или дистанционно управляемых фотокамер) также позволяет создать информационную модель конструкции здания и в дальнейшем разрабатывать проект демонтажа с использованием этой модели.

Пока в РФ нет возможности реализовать ИСП, который бы полностью был связан с BIM-технологиями от момента появления концепции до конца эксплуатации и сноса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Очевидно, что все возможности применения BIM-технологий при демонтаже зданий и сооружений еще не исчерпаны. Дальнейшее внедрение ИТ не только повысит эффективность собственно сноса, но и обеспечит последующее устойчивое строительство за счет оптимизации использования материальных, технических, трудовых и временных ресурсов, сокращения отходов, получения ликвидных материалов при сносе зданий, упрощения подготовки освободившейся площадки к новому строительству. Реальный эффект от перехода на цифровые техно-

логии в управлении ИСП на объектах, возводимых сегодня с применением инновационных методов, возможно будет ощутить через 10–15 лет по мере эксплуатации построенных объектов.

Для широкого распространения технологий информационного моделирования в демонтажной деятельности требуется преодоление барьеров, свойственных строительной отрасли в целом, включая разработку отечественного, не зависящего от зарубежных партнеров программного обеспечения, его удешевление; подготовку кадров, владеющих современными технологиями; и некоторых специфических барьеров, свойственных внедрению BIM-технологий (табл. 1).

Кроме того, в России существует и такая проблема, препятствующая более активному внедрению информационного моделирования, как зависимость от иностранного ПО, которое заключается в том, что многие программные продукты, поддерживающие BIM-процесс, являются зарубежными разработками и поэтому требуют адаптации для применения в условиях действующей российской нормативно-правовой базы. В условиях после введения антироссийских санкций 2022 г. и последующих лет встала необходимость не просто адаптации, а импортозамещения программных продуктов. И адаптация, и разработка собственных продуктов проходят успешно, однако необходимо понимать, что ПО отечественных разработок еще не может в полной мере конкурировать с иностранными цифровыми технологиями, поскольку не обладает пока всеми требуемыми функциями. Впрочем, прогресс в этом направлении, безусловно, есть: стоит отметить программу Pilot-BIM, способную автоматически собрать информационную модель здания на основе информации из разных источников.

Табл. 1. Основные группы барьеров на пути внедрения BIM-технологий в деятельность по демонтажу зданий (составлено авторами по работам [10, 24])

Table 1. Main groups of barriers on the way of implementation of the BIM-technologies to activities of buildings dismantling (created by the authors according to [10, 24])

Укрупненная группа барьеров Integrated group of barriers	Барьеры Barriers
Проблемы с программным обеспечением (ПО) BIM и со стандартами ПО Problems with the software for BIM and with the software standards	Недостаточная доступность многих типов программного обеспечения BIM и простота использования связанного программного обеспечения. Insufficient availability of many types of software for BIM and insufficient usability of the connected software. Значительная стоимость первоначальных инвестиций во внедрение BIM-технологий, продиктованная необходимостью приобретения дорогостоящего аппаратного и ПО. Considerable cost of initial investments into implementation of BIM technologies dictated by the need of acquisition expensive hardware and software. Риск информационных потерь или ошибки сведений при обмене данными между элементами ПО. Risk of information losses or error of data during data exchange between the software elements. Недостаточное соответствие между стандартами BIM-приложений и бизнес-требованиями строительных организаций Insufficient compliance among the standards of BIM-applications and business requirements of the construction organizations
Проблемы внедрения BIM-технологий через все стадии жизненного цикла проекта Problems of BIM technologies implementation through all the stages of project lifecycle	Большинство авторов теоретических трудов, как и руководители строительных организаций, внедряющих BIM, сосредотачивают внимание на изолированных стадиях строительного проекта при рассмотрении вопросов внедрения BIM-технологий и лишь немногие проводят исследование корреляции нескольких стадий ЖЦ проекта и проблем согласованного применения BIM на этих стадиях [25, 26]. Most of the authors of theoretical works, as well as the heads of the construction organizations, introducing BIM, focus attention on the isolated stages of the construction project during consideration of the matters of the implementation of BIM technologies and only a few conduct a piece of research of several stages of the project lifecycle correlation and to the problems of the approved application of BIM at those stages [25, 26]. Информация, используемая в рамках информационного моделирования на разных стадиях ЖЦ проекта, неоднородна, сложна для передачи и последующей интерпретации (например, передача информации со стадии проектирования на стадию эксплуатации, а после ее завершения на стадию проектирования демонтажа и осуществления работ по сносу [26]). The information, used within the information modelling during different stages of project lifecycle is non-uniform, it is difficult for transfer and subsequent interpretation (for example, information transfer from the blueprint stage on the operation stage, and after its end to the blueprint stage of dismantling and implementation of works on demolition [26]). На разных стадиях строительного проекта практическая ценность применения BIM неодинаково очевидна. Лучше всего она обоснована для этапа проектирования. А стадия демонтажа является в этом смысле «антилидером», для которого сложно конкретизировать и количественно определить показатели эффективности применения BIM During different stages of the construction project the practical value of application of BIM is not equally obvious. It is proved for the blueprint stage best of all. Meanwhile the stage of dismantling is the “anti-leader” for which it is difficult to concretize and to define quantitatively the indicators of the efficiency of BIM application
Кадровые проблемы Personnel issues	Недостаток кадров для работы с BIM-технологиями. Несоответствие квалификации персонала требованиям к работе. Lack of the personnel for work with BIM technologies. Discrepancy of qualification of the personnel to the job requirements. Несовершенство системы профессиональной подготовки специалистов к работе с BIM: отсутствие направления подготовки в вузах, тематических программ, учебных материалов, недостаток научно-педагогических кадров, имеющих знания и опыт работы с BIM и способных передавать их далее Imperfection of the system of professional training of specialists to work with BIM: absence of the direction of preparation in higher education institutions, thematic programmes, learning materials, lack of the research-and-educational personnel, having knowledge and work experience in BIM and capable to transfer them further

Вестник МГСУ • ISSN 1997-0935 (Print) ISSN 2304-6600 (Online) • Том 20. Выпуск 9, 2025
Vestnik MGSU • Monthly Journal on Construction and Architecture • Volume 20. Issue 9, 2025

Укрупненная группа барьеров Integrated group of barriers	Барьеры Barriers
Организационные проблемы Organisational challenges	Необходимость организационных инноваций, потребностей в новых функциях и даже новых должностях, таких как BIM-менеджер и BIM-координатор строительной организации. Затратность и трудоемкость таких мероприятий, способных временно приводить к снижению эффективности труда в организации. Need of organizational innovations, needs for new functions and even new positions, such as BIM-manager and BIM-coordinator in the construction organization. The cost intensity and labour input of such actions can temporarily lead to the decrease in the efficiency of work in the organization. Сопrotивление изменениям, приверженность привычным методам проектирования, планирования и управления инвестиционно-строительными проектами и неготовность к инновациям сотрудников и даже руководства многих строительных организаций [27] Resistance to changes, commitment to usual design methods, planning and management of investment-and-construction projects and unavailability to innovations from the employees and even from the managers of many construction organizations [27]

В качестве снятия еще одного барьера следует совершенствовать нормативно-правовую базу для применения BIM в демонтажных работах. Некоторые нормативно-правовые документы содержат правовые основы для применения BIM в демонтажных работах (табл. 2).

Как видно, проведена значительная работа, но для дальнейшего развития демонтажного бизнеса он нуждается в более мощном собственном, тематическом правовом регулировании, которое учитывало бы специфику этой деятельности.

Таким образом, наиболее перспективными направлениями исследований по проблемам внедрения и применения BIM-технологий в демонтажной

деятельности, а также практической работы в данной области представляются:

- 1) совершенствование нормативно-правового регулирования в этой области;
- 2) разработка качественного и доступного по ценам отечественного ПО;
- 3) интерпретация демонтажа как неотъемлемой части процесса реализации ИСП и координация применения BIM-технологий на всех стадиях проекта;
- 4) преодоление кадрового дефицита для внедрения и применения BIM-технологий в демонтажной деятельности, преодоление сопротивления изменениям в строительных организациях;

Табл. 2. Основные нормативно-правовые документы, затрагивающие вопросы демонтажа и, в частности, применения BIM в демонтажных работах (составлено авторами)

Table 2. Main standard-and-legal documents concerning the matters of dismantling and particularly application of BIM during the dismantling works (created by the authors)

Наименование Name	Содержание Contents
Постановление Правительства России от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» Order of the Government of the Russian Federation, February 16, 2008 No. 87 “The structure of sections of the project documentation and requirements to their contents”	Общие требования к организации работ по сносу или демонтажу зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства General requirements to the organization of works on demolition or dismantling of buildings and structures within the capital construction projects
СТО НОСТРОЙ 2.33.53–2011 «Организация строительного производства. Снос (демонтаж) зданий и сооружений» Standard STO NOSTROY 2.33.53–2011 “Organization of construction production. Demolition (dismantling) of buildings and structures”	Стандарт организации. Требования к производству работ по сносу или демонтажу зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства Standard of the organization. Requirements to works on demolition or dismantling of buildings and structures within the capital construction projects
Градостроительный кодекс РФ, глава 6.4 «Снос объектов капитального строительства» City-planning Code of the Russian Federation, Chapter 6.4 “Demolition of Capital Construction Objects”	Понятие лица, осуществляющего демонтаж здания/сооружения. Требования к статусу лиц, имеющих право осуществлять демонтаж Concept of the person, performing dismantling of a building/structure. Requirements to the status of the persons having the right to perform dismantling

Окончание табл. 2 / End of the Table 2

Наименование Name	Содержание Contents
Постановление Правительства РФ от 17.05.2024 № 614 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов». Действует с 01.09.2024 до 01.09.2030 Order of the Government of the Russian Federation of May 17, 2024 No. 614. “The approval of Rules of forming and maintaining the information model of a capital construction object, the scope of information, documents and materials included in the information model of a capital construction object and represented in the form of electronic documents, and requirements to formats of the specified electronic documents”. Works from 01.09.2024 till 01.09.2030	Правила создания информационной модели здания и ее ведения. Состав сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель. Требования к электронным документам Rules of creation of an information model of the building and its maintaining. The scope of information, the documents and materials included in the information model. Requirements to electronic documents
Приказ Минстроя РФ от 4.08.2020 № 421/пр «Об утверждении методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации» Order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation, August 4, 2020 No. 421 “The statement of the technique of determination of estimated cost of construction, reconstruction, capital repairs, demolition of capital construction projects, works on preserving of objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of the people of the Russian Federation in the territory of the Russian Federation”	Утверждает методику определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства и работ по сохранению объектов культурного наследия. В методике предусматривается возможность включения затрат, связанных с использованием технологий информационного моделирования, в сводный сметный расчет Approves the technique of determination of estimated cost of construction, reconstruction, capital repairs, demolition of capital construction objects and works on preserving of objects of cultural heritage. The technique provides the possibility of inclusion of the costs, connected with use of technologies of information modelling, in the summary estimate
СП 471.1325800.2019 «Информационное моделирование в строительстве» Construction Rules 471.1325800.2019 “Information modelling in construction”	Содержит требования к информационным моделям объектов капитального строительства и работе с ними для сбора, обработки и хранения информации о качестве производства различных строительных работ Requirements to information models of capital construction objects and work with them for collecting, processing and storage of information on quality of production of various construction works

5) концентрация внимания на возможностях BIM-технологий не только в вопросах проектирования (а соответственно — конструктивных особенностей здания, подлежащего сносу, и разработки проекта демонтажа), в представлении особенностей сносимого здания (что является логичным продолжением освоения BIM-технологий в проектировании, возведении и эксплуатации зданий), но и на возможностях повышения эффективности управления строительными отходами:

- реализации принципа бережливого производства (lean construction);
- снижения воздействия строительства и сноса зданий на окружающую среду, а следовательно, —

получение положительного социального и экологического эффекта;

- формирования последовательной системы управления строительными отходами, работающей на основе BIM, для управления идентификацией, оценкой, транспортировкой, переработкой отходов, и процессами сбора данных об отходах на всем протяжении сноса для достижения поддерживаемой утилизации отходов;
- объединения BIM-технологий с GIS для разработки системы контроля транспортировкой строительных отходов и эффективного управления ими в режиме реального времени.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Васильева Е.Ю., Бизина Е.И. Применение BIM-технологий в жилищном строительстве в РФ // Строительство и архитектура. 2023. Т. 11. № 4. С. 37. DOI: 10.29039/2308-0191-2023-11-4-37-37. EDN OMYKEA.
2. Ожгибесова К.Е., Мингареева Р.Р., Сондугева С.Р. Технологии информационного моделирования (ТИМ) в строительстве РФ: особенности применения на различных стадиях жизненного цикла объекта // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. № 11–1. С. 157–159. DOI: 10.23672/t7479-5092-7107-a. EDN YVOGXG.
3. Bogdanov A., Zaitsev V., Khalitova K. Application of BIM-technologies during the construction and operation of buildings and structures // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 274. P. 06009. DOI: 10.1051/e3sconf/202127406009
4. Aryani Y., Purwana R., Herdiansyah H., Suryabrata J. A Bridging the gap in green building research: the role of post occupancy evaluation // Urbanism. Architecture. Constructions. 2025. Vol. 16. Issue 1. Pp. 27–50.
5. Cheng J.C.P., Ma L.Y.H. A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning // Waste Management. 2013. Vol. 33. Issue 6. Pp. 1539–1551. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.01.001
6. Jayasinghe L.B., Waldmann D. Development of a BIM-Based Web Tool as a Material and Component Bank for a Sustainable Construction Industry // Sustainability. 2020. Vol. 12. Issue 5. P. 1766. DOI: 10.3390/SU12051766
7. Kresnanto N.C., Ramadhan R.I., Willdan M., Putra P.B.P. BIM's Contribution as A Sustainable Construction Accelerator // Applied Research on Civil Engineering and Environment (ARCEE). 2023. Vol. 4. Issue 1. Pp. 38–52. DOI: 10.32722/ARCEE.V4I01.5333
8. Li C.Z., Zhen Y., Wu H., Chen Z., Xiao B., Tam V.W.Y. The application of BIM in the AECO industry // Journal of Civil Engineering and Management. 2023. Vol. 29. Issue 3. Pp. 202–222. DOI: 10.3846/jcem.2023.18076
9. Bakchan A., Faust K.M. Construction waste generation estimates of institutional building projects: Leveraging waste hauling tickets // Waste Management. 2019. Vol. 87. Pp. 301–312. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.02.024
10. Guerra B.C., Bakchan A., Leite F., Faust K.M. BIM-based automated construction waste estimation algorithms: The case of concrete and drywall waste streams // Waste Management. 2019. Vol. 87. Pp. 825–832. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.03.010
11. Xu J., Shi Y., Xie Y.C., Zhao S.W. A BIM-based construction and demolition waste information management system for greenhouse gas quantification and reduction // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 229. Pp. 308–324. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.158
12. Шилкина С.В. BIM-технологии в решении проблем управления строительными отходами // Строительство и архитектура. 2023. Т. 11. № 1. С. 6. DOI: 10.29039/2308-0191-2022-11-1-6-6. EDN IHUCG.
13. Ibe C.N. Implementing BIM Technology for Effective Construction and Demolition Waste Management // 2024 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech). 2024. Pp. 204–211. DOI: 10.1109/sustech60925.2024.10553546
14. Liphadzi N.M., Musonda I., Onososen A. The use of building information modelling tools for effective waste management : a systematic review // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1101. Issue 6. P. 062001. DOI: 10.1088/1755-1315/1101/6/062001
15. Giel B., Issa R. Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction // Journal of Computing in Civil Engineering. 2013. Vol. 27. Issue 5. Pp. 511–521. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000164
16. Neelamkavil J., Ahamed S. The Return on Investment from BIM-driven Projects in Construction. 2012. DOI: 10.4224/20374669
17. Hamidi B., Bulbul T., Pearce A., Thabet W. Potential Application of BIM in Cost-Benefit Analysis of Demolition Waste Management // Construction Research Congress 2014. 2014. Pp. 279–288. DOI: 10.1061/9780784413517.029
18. Chahrour R., Hafeez M.A., Ahmad A.M., Sulieman H.I., Dawood H., Rodriguez-Trejo S. et al. Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution // Construction Management and Economics. 2021. Vol. 39. Issue 1. Pp. 55–72. DOI: 10.1080/01446193.2020.1802768
19. Zou Y., Feng W. Cost optimization in the construction of prefabricated buildings by using BIM and finite element simulation // Soft Computing. 2023. Vol. 27. Issue 14. Pp. 10107–10119. DOI: 10.1007/S00500-023-08239-0
20. Liu S., Meng X., Tam C. Building Information Modeling Based Building Design Optimization for Sustainability // Energy and Buildings. 2015. Vol. 105. Pp. 139–153. DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.06.037
21. Farnsworth C.B., Beveridge S., Miller K.R., Christofferson J.R. Application, Advantages, and Methods Associated with Using BIM in Commercial Construction // International Journal of Construction Education and Research. 2015. Vol. 11. Issue 3. Pp. 218–236. DOI: 10.1080/15578771.2013.865683
22. Wetzel E.M., Thabet W.Y. The use of a BIM-Based Framework to Support Safe Facility Management Processes // Automation in Construction. 2015. Vol. 60. Pp. 12–24. DOI: 10.1016/j.autcon.2015.09.004
23. Avsatthi B. Top 8 BIM Technology Trends That Will Dominate the AEC Industry // AECbytes. 2023. URL: https://www.aecbytes.com/viewpoint/2023/issue_110.html
24. Ge X.J., Livesey P., Wang J., Huang S., He X., Zhang C. Deconstruction waste management through 3d reconstruction and BIM: a case study // Visualization

in Engineering. 2017. Vol. 5. Issue 1. DOI: 10.1186/s40327-017-0050-5

25. Lee H.W., Oh H., Kim Y., Choi K. Quantitative Analysis of Warnings in Building Information Modeling (BIM) // *Automation in Construction*. 2015. Vol. 51. Pp. 23–31. DOI: 10.1016/j.autcon.2014.12.007

26. Луняков М.А., Бакрунов Ю.О., Васильева Е.Ю. Инновации в проведении мониторинга ин-

женерно-технического оборудования жилых зданий на этапе эксплуатации // *Финансовая экономика*. 2022. № 4. С. 298–303. EDN OFPVOK.

27. Васильева Е.Ю., Большаков Р.А., Кожухов Л.Е., Чижова А.Ю. Процесс внедрения инновационных технологий в деятельность строительной организации // *Финансовый менеджмент*. 2025. № 2. С. 12–24. EDN KAEGFF.

Поступила в редакцию 16 мая 2025 г.

Принята в доработанном виде 7 июля 2025 г.

Одобрена для публикации 7 июля 2025 г.

ОБ АВТОРАХ: Елена Юрьевна Васильева — кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и инноваций; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 702671, Scopus: 57192662530, ResearcherID: AAD-1693-2019, ORCID: 0000-0001-7797-1954; elena.chibisova_metr@mail.ru;

Яну Ариани — докторант школы наук об окружающей среде; Университет Индонезии; г. Депока, Индонезия; главный редактор; журнал «Environmental Quality and Green Building»; yanu.aryani11@ui.ac.id.

Вклад авторов:

Васильева Е.Ю. — идея, сбор материала, написание статьи, научное редактирование и оформление статьи.

Ариани Яну — сбор материала, научное редактирование, сбор библиографии по теме исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Vasil'eva E., Bizina E. Use of BIM technologies in the house construction in the Russian Federation. *Construction and Architecture*. 2023; 11(4):37. DOI: 10.29039/2308-0191-2023-11-4-37-37. EDN OMYKEA. (rus.).

2. Ozhgibesova K.E., Mingareeva R.R., Sondueva S.R. Information modeling technologies (TIM) in the construction of the Russian Federation: features of application at various stages of the object's life cycle. *Humanitarian, Socio-economic and Social Sciences*. 2021; 11-1:157-159. DOI: 10.23672/t7479-5092-7107-a. EDN YVOGXG. (rus.).

3. Bogdanov A., Zaitsev V., Khalitova K. Application of BIM-technologies during the construction and operation of buildings and structures. *E3S Web of Conferences*. 2021; 274:06009. DOI: 10.1051/e3sconf/202127406009

4. Aryani Y., Purwana R., Herdiansyah H., Suryabrata J.A. Bridging the gap in green building research: the role of post occupancy evaluation. *Urbanism. Architecture. Constructions*. 2025; 16(1):27-50.

5. Cheng J.C.P., Ma L.Y.H. A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste Management*. 2013; 33(6):1539-1551. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.01.001

6. Jayasinghe L.B., Waldmann D. Development of a BIM-Based Web Tool as a Material and Component Bank for a Sustainable Construction Industry. *Sustainability*. 2020; 12(5):1766. DOI: 10.3390/SU12051766

7. Kresnanto N.C., Ramadhan R.I., Willdan M., Putra P.B.P. BIM's Contribution as A Sustainable Con-

struction Accelerator. *Applied Research on Civil Engineering and Environment (ARCEE)*. 2023; 4(1):38-52. DOI: 10.32722/ARCEE.V4I01.5333

8. Li C.Z., Zhen Y., Wu H., Chen Z., Xiao B., Tam V.W.Y. The application of BIM in the AECO industry. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2023; 29(3):202-222. DOI: 10.3846/jcem.2023.18076

9. Bakchan A., Faust K.M. Construction waste generation estimates of institutional building projects: Leveraging waste hauling tickets. *Waste Management*. 2019; 87:301-312. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.02.024

10. Guerra B.C., Bakchan A., Leite F., Faust K.M. BIM-based automated construction waste estimation algorithms: The case of concrete and drywall waste streams. *Waste Management*. 2019; 87:825-832. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.03.010

11. Xu J., Shi Y., Xie Y.C., Zhao S.W. A BIM-based construction and demolition waste information management system for greenhouse gas quantification and reduction. *Journal of Cleaner Production*. 2019; 229:308-324. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.158

12. Shilkina S. BIM-technologies in solving the problems of construction waste management. *Construction and Architecture*. 2023; 11(1):6. DOI: 10.29039/2308-0191-2022-11-1-6-6. EDN IHUUCG. (rus.).

13. Ibe C.N. Implementing BIM Technology for Effective Construction and Demolition Waste Management. *2024 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)*. 2024; 204-211. DOI: 10.1109/sustech60925.2024.10553546

14. Liphadzi N.M., Musonda I., Onososen A. The use of building information modelling tools for effective waste management : a systematic review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022; 1101(6):062001. DOI: 10.1088/1755-1315/1101/6/062001
15. Giel B., Issa R. Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2013; 27(5):511-521. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000164
16. Neelamkavil J., Ahamed S. *The Return on Investment from BIM-driven Projects in Construction*. 2012. DOI: 10.4224/20374669
17. Hamidi B., Bulbul T., Pearce A., Thabet W. Potential Application of BIM in Cost-Benefit Analysis of Demolition Waste Management. *Construction Research Congress 2014*. 2014; 279-288. DOI: 10.1061/9780784413517.029
18. Chahrour R., Hafeez M.A., Ahmad A.M., Suliman H.I., Dawood H., Rodriguez-Trejo S. et al. Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*. 2021; 39(1):55-72. DOI: 10.1080/01446193.2020.1802768
19. Zou Y., Feng W. Cost optimization in the construction of prefabricated buildings by using BIM and finite element simulation. *Soft Computing*. 2023; 27(14):10107-10119. DOI: 10.1007/S00500-023-08239-0
20. Liu S., Meng X., Tam C. Building Information Modeling Based Building Design Optimization for Sustainability. *Energy and Buildings*. 2015; 105:139-153. DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.06.037
21. Farnsworth C.B., Beveridge S., Miller K.R., Christofferson J.R. Application, Advantages, and Methods Associated with Using BIM in Commercial Construction. *International Journal of Construction Education and Research*. 2015; 11(3):218-236. DOI: 10.1080/15578771.2013.865683
22. Wetzel E.M., Thabet W.Y. The use of a BIM-Based Framework to Support Safe Facility Management Processes. *Automation in Construction*. 2015; 60:12-24. DOI: 10.1016/j.autcon.2015.09.004
23. Avsatthi B. Top 8 BIM Technology Trends That Will Dominate the AEC Industry. *AECbytes*. 2023. URL: https://www.aecbytes.com/viewpoint/2023/issue_110.html
24. Ge X.J., Livesey P., Wang J., Huang S., He X., Zhang C. Deconstruction waste management through 3d reconstruction and BIM: a case study. *Visualization in Engineering*. 2017; 5(1). DOI: 10.1186/s40327-017-0050-5
25. Lee H.W., Oh H., Kim Y., Choi K. Quantitative Analysis of Warnings in Building Information Modeling (BIM). *Automation in Construction*. 2015; 51:23-31. DOI: 10.1016/j.autcon.2014.12.007
26. Lunyakov M.A., Bakrunov Yu.O., Vasilyeva E.Yu. Innovations in carrying out monitoring of the technical equipment of residential buildings at the maintenance stage. *Financial Economy*. 2022; 4:298-303. EDN OFPVOK. (rus.).
27. Vasilyeva E.Yu., Bolshakov R.A., Kozhukhov L.E., Chizhova A.Yu. Process of implementation of the innovation technologies in the construction organization activity. *Financial Management*. 2025; 2:12-24. EDN KAEGFF. (rus.).

Received May 16, 2025.

Adopted in revised form on July 7, 2025.

Approved for publication on July 7, 2025.

BIONOTES: **Elena Yu. Vasilyeva** — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management and Innovation; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 702671, Scopus: 57192662530, ResearcherID: AAD-1693-2019, ORCID: 0000-0001-7797-1954; elena.chibisova_metr@mail.ru;

Yanu Aryani — Doctoral student of the School of Environmental Sciences; **University of Indonesia**; Depok, Indonesia; Chief Editor; Journal “Environmental Quality and Green Building”; yanu.aryani11@ui.ac.id.

Contribution of the authors:

Elena Yu. Vasilyeva — idea, material collecting, writing of the article, scientific editing and formatting of the article.

Yanu Aryani — material collecting, scientific editing, references collecting on the research topic.

Authors report about the absence of conflict of interests.