

УДК 69.0 (075.8)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МНОГОПРОФИЛЬНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

А.К. Княжищева

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

Аннотация. В рамках общенациональной цифровизации строительной отрасли России, актуальным является внедрение технологий информационного моделирования во все направления деятельности строительных организаций, в том числе в производственную. В современной экономической литературе и нормативно-законодательных актах, регулирующих аналитическую практику, отсутствует единый методический подход к построению системы показателей, комплексно характеризующих результаты деятельности многопрофильных строительных организаций. В статье представлен алгоритм проведения оценки и теорико-методический подход к выделению областей эффективности, построению системы показателей оценки внедрения информационного моделирования, представлены способы расчетов и анализа результатов для многопрофильной организации, осуществляющей деятельность в проектно-строительном и производственном направлении по изготовлению бетонных строительных конструкций. Результаты реализации методики на практическом примере позволяют сделать вывод о том, что внедрение технологий информационного моделирования в производственную область многопрофильной строительной организации имеют значительные преимущества и обладает высокой практической значимостью.

Ключевые слова: эффективность, комплексная оценка эффективности, показатели эффективности, технологии информационного моделирования, многопрофильная строительная организация.

Ссылка для цитирования: Княжищева А.К. Методика оценки эффективности внедрения технологий информационного моделирования в многопрофильной строительной организации // Инженерные исследования. 2023. №4 (14). С. 43-51. EDN: XKYXKC.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTING INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES IN A MULTIDISCIPLINARY CONSTRUCTION ORGANIZATION

A. K. Knyazhishcheva

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)

Abstract. As part of the nationwide digitalization of the construction industry in Russia, it is relevant to introduce information modeling technologies in all areas of activities of construction organizations, including production. In modern economic literature and normative-legislative acts regulating analytical practice, there is no unified methodological approach to building a system of indicators that comprehensively characterize the performance of multi-profile construction organizations. The article presents the algorithm of evaluation and theoretical and methodological approach to the allocation of areas of effectiveness, construction of a system of evaluation indicators of the implementation of information modeling, presents the methods of calculations and analysis of results for a multidisciplinary organization operating in the design and construction and production of concrete building structures. The results of the methodology implementation on a practical example allow us to conclude that the implementation of information modeling technologies in the production area of a multidisciplinary construction organization has significant advantages and has a high practical significance.

Keywords: efficiency, integrated efficiency assessment, efficiency indicators, information modeling technologies, multidisciplinary construction organization.

For citation: Knyazhishcheva A. K. Methodology for assessing the effectiveness of implementing information modeling technologies in a multidisciplinary construction organization // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. 2023. No.4 (14). Pp. 43-51. EDN: XKYXKC.

ВВЕДЕНИЕ

Принципиально новый подход в архитектурно-строительном проектировании – это BIM технологии, ставшие ответной реакцией на кардинально изменившиеся условия и ритм жизни, при которых практически невозможно эффективно обрабатывать прежними методами возросший в сотни раз (и неуклонно растущий) поток информации, предваряющий и сопровождающий процесс проектирования и строительства в целом.

Подход к оценке эффективности технологий информационного моделирования подразумевает многоступенчатый процесс, в котором важно уделить особое внимание сферам деятельности предприятия. В исследовании предлагается общий подход оценки эффективности работы многопрофильной строительной организации ООО «БЛОКЭТАЛОН ГРУПП», осуществляющей проектную, строительную и производственную деятельность с использованием цифровых технологий, в том числе ТИМ (BIM). Производство строительных конструкций (блоки стеновые, пазогребневые мегаблоки, стеновые панели, перемычки, армопоясы) сопровождается полной оцифровкой технических и конструктивных решений посредством ТИМ (BIM) уже на стадии разработки и изготовления таких конструкций. Параметризованные трехмерные модели («семейства», с данными о геометрических, физических и функциональных характеристиках конструкций имеют высокий уровень проработки моделей конструкций (LOD 400)), что позволяет использовать их на всех этапах жизненного цикла строительного объекта в проектной, рабочей и исполнительной документации, в том числе на стадиях строительства, эксплуатации, реконструкции и демонтажа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научную основу исследования составили работы российских ученых в области теорий экономического развития, стратегий управления научно-техническими нововведениями [1-6], теоретико-методические подходы к оценке эффективности инноваций в деятельности организаций [7-13], зарубежные научные труды в области внедрения и применения BIM [14-17], а также системно-целевой подход.

Успех деятельности организации зависит от качества принимаемых управленческих решений [2]. Основой для объективного понимания происходящих в организации процессов являются качественные и количественные показатели деятельности, полученные в ходе расчетов и их анализа. Однако, отдельные показатели имеют свою ограниченность и не могут быть использованы для всесторонней оценки. Только система показателей позволяет реально оценить деятельность организации, учитывая воздействие различных факторов [12-13].

Для достижения результативности в оценке новых технологий важно использовать комплексный подход, содержащий систематизированную оценку конкретных показателей, согласно научным трудам авторов [1-4]. Комплексный подход для объективной оценки эффективности должен начинаться с определения областей эффективности и выделения конкретных показателей эффективности. Следующим важным шагом является определение способа оценки показателей, связь математики и анализа необходима для изучения и получения результатов. Далее, важным шагом будет выявление негативных и позитивных сторон внедрения ТИМ (BIM) с последующими общими выводами по результатам внедрения технологий информационного моделирования. Разработка и реализация мероприятий по повышению эффективности работы компании проводится после каждой контрольной оценки ее деятельности, в результате чего формируются корректировки по проекту внедрения и использования ТИМ (BIM) технологий. На рис. 1 представлен общий алгоритм проведения оценки эффективности, обеспечивающий комплексный подход.



Рис. 1. Общий алгоритм оценки эффективности внедрения ТИМ (BIM)
Fig. 1. General algorithm for assessing the effectiveness of BIM

В табл. 1 выделим области оценки эффективности и определим показатели внедрения технологии ТИМ (BIM), которые отразят результативные характеристики процессов в организации.

Таблица 1. Области, показатели эффективности и методы оценки внедрения технологии ТИМ (BIM)
Table 1. Areas, performance indicators and methods of evaluation of BIM technology implementation

Область эффективности	Характеристика области	Показатели эффективности	Способ оценки
Функциональная	Степень достижения стратегических целей цифровизации предприятия	1. Оценка стратегической позиции и уровня конкурентного преимущества организации. 2. Анализ внешней среды организации. 3. Анализ внутренней среды организации. 4. Оценка условий развития организации. 5. Степень соответствия поставленных стратегических целей интересам стейкхолдеров (основных участников) проектов. 6. Оценка стратегической устойчивости и эффективности. Оценка стратегической гибкости. 7. Оценка степени выполнения текущих обязательств. 8. Оценка управленческой деятельности. 9. Оценка качества продукции и услуг. 10. Эффективность реализации по отдельным проектам и др.	Трендовый анализ (сравнение фактических показателей с плановыми, сравнение значений отдельных показателей за несколько периодов), сравнительный и факторные анализы с целью определения причин отклонений значений отчетных периодов с данными прошлых периодов или планами на отчетный период. Метод экспертных оценок.

Область эффективности	Характеристика области	Показатели эффективности	Способ оценки
Экономическая	Степень затратности ресурсов на цифровизацию предприятия	Расчет основных показателей экономической эффективности: 1. Чистый приведенный доход. 2. Индекс (коэффициент) доходности. 3. Период окупаемости (дисконтированный). 4. Внутренняя норма доходности. 5. Индекс (коэффициент) рентабельности. 6. Период окупаемости (не дисконтированный).	Статистические и дисконтные методы расчета. Далее возможны трендовый, структурный, сравнительный и факторный анализы и др.
Ресурсная	Влияние внедрения ВИМ на использование природных ресурсов, также временных и трудовых затрат, получающих стоимостную оценку	1. Эффективность использования трудовых ресурсов. 2. Эффективность использования производственных фондов. 3. Эффективность использования финансовых ресурсов и др.	Трендовый, структурный, сравнительный и факторный анализы и др.
Экологическая	Степень сохранения и воспроизводства окружающей природной и энергетической среды	1. Экономия энергетических ресурсов за счет оптимизации внутренних трудовых, временных и производственных затрат. 2. Сортировка отходов. 3. Утилизация отходов. 4. Вторичное использование ресурсов. 5. Удельное накопление отходов на территории производства и отдельных строительных площадках. 6. «Зеленые» закупки и др.	Оценка нормативных показателей экологической эффективности. Метод экспертных оценок. Метод сумм (прирост оценочных показателей) и др.
Научно-техническая	Прирост научных и технических разработок	1. Научно-информационный уровень предприятия. 2. Коэффициент накопления опыта информационного моделирования. 3. Коэффициент конкурентоспособности продукции предприятия. 4. Коэффициент обновления технологии информационного моделирования. 5. Коэффициент обновления технологии производства.	Трендовый анализ. Метод балльной оценки. Метод сумм (прирост оценочных показателей) и др.
Финансовая	Выраженная в финансовых показателях способность внедренных технологий генерировать денежный поток в течении максимально длительного периода времени	1. Коэффициент автономии. 2. Коэффициент текущей ликвидности. 3. Коэффициент критической ликвидности. 4. Коэффициент абсолютной ликвидности. 5. Рентабельность активов. 6. Рентабельность собственного капитала. 7. Оборачиваемость активов предприятия. 8. Коэффициент маневренности.	Общий расчет финансовых показателей эффективности. Трендовый, структурный, сравнительный и факторный анализы и др.

Область эффективности	Характеристика области	Показатели эффективности	Способ оценки
Социальная	Влияние внедрения технологий на удовлетворение потребностей человека и общества, повышение уровня жизни и условий труда.	1. Социальная ответственность предприятия. 2. Улучшение межличностного взаимодействия сотрудников. 3. Показатели прироста социальных связей и устойчивых связей с клиентами. 4. Показатели деловой активности. 5. Репутация предприятия и др.	Сравнительный анализ. Метод экспертных оценок. Метод сумм (прирост оценочных показателей) и др.
Производственная	Влияние BIM подхода на производственно направленные работы предприятия	1. Издержкостоемость выпуска продукции. 2. Коэффициент конкурентоспособности продукции предприятия 3. Производительность труда, трудоемкость и выработка 4. Коэффициент обновления технологий 5. Удельный вес укрупненных статей затрат в себестоимости продукции. 6. Затраты на ремонт и содержание оборудования. 7. Затраты на сырье и материалы.	Расчет общих показателей, отражающих эффективность производственной деятельности компании. Метод экспертных оценок. Метод сумм (прирост оценочных показателей) и др.

В табл. 1 представлен общий подход к систематизации показателей эффективности от внедрения ТИМ (BIM) в многопрофильной строительной организации с проектно-строительным и производственным направлениями деятельности. Отметим, что области оценки эффективности и сами показатели отражают специфику предприятия, а способы оценки выбраны, исходя из состава показателей.

С учетом специфики многопрофильной организации, как завода-изготовителя строительных конструкций, представим расчет показателей эффективности производственной области, на которые оказывают влияние ТИМ (BIM) технологии (табл. 2).

Таблица 2. Определение эффективности от внедрения технологии ТИМ (BIM) в производственной области
Table 2. Determination of efficiency from implementation of BIM technology in the production area

№	Показатель	Метод оценки / Формула, обозначение	Характеристика
1	Коэффициент конкурентоспособности продукции предприятия	$K_{КП} = \frac{N_{ТОВ} - N_{ОСТ}}{N_{ТОВ}}$ где: N _{ТОВ} – объем товарной продукции предприятия, руб; N _{ОСТ} – объем товарной продукции, которая трудно поддается реализации, руб; K _{КП} – коэффициент конкурентоспособности продукции предприятия.	Чем ближе ККП к единице, тем выше конкурентоспособность продукции. Если K _{КП} близок к «0», то продукция не конкурентоспособна. Чем выше конкурентоспособность, тем выше спрос на продукцию и меньше потери от морального и физического старения продукции в пределах ее жизненного цикла.
2	Производительность труда	$P_{ТР} = \frac{П_{П}}{С_{ч}}$ где: П _П – продукция, произведенная за выделенный период, куб; С _ч – среднесписочная численность сотрудников за этот же период, чел; П _{ТР} – производительность труда;	С помощью производительности труда можно оценить, насколько эффективно используется труд работников. Формально коэффициент показывает количество трудовых затрат в пересчете на единицу продукции.

№	Показатель	Метод оценки / Формула, обозначение	Характеристика
3	Трудоемкость	$T = \frac{B}{O_{П}}$ где: В – время, затраченное на выпуск продукции; Оп – объем произведенного продукта; Т – трудоемкость.	Трудоемкость – это труд, который должен затратить работник на изготовление единицы продукции.
4	Выработка	$B_{Сч} = \frac{П_{П}}{Ч_{ч}}$ где: Пп – объем произведенного продукта; Чч – число человеко-часов, для которых рассчитывается выработка; Всч – среднечасовая выработка.	Выработка – это объем работ в количественном или качественном выражении, выполненный одним работником в единицу времени.
5	Коэффициент обновления технологий	$K_{ОБН\ ВИМ} = \frac{П_{НТ}}{П_{ОБЩ\ Т}}$ где: Пнт – количество вновь введенных технологических процессов, ед; Побщ.т – общее количество технологических процессов, ед; Кобн.вим – коэффициент обновления технологий.	Данный показатель может быть использован для обоснования возможности производства высококачественной, конкурентоспособной продукции на базе передовой техники и технологии.

Расчет проводился за 2022 и 2023 годы. В 2022 году использовались преимущественно технологии САД, показатели 2023 года в таблице 3 наглядно демонстрируют повышение общего уровня развития производственной области за счет использования технологий ТИМ (ВИМ).

Таблица 3. Расчеты показателей эффективности от внедрения технологии ТИМ (ВИМ) в производственной области
Table 3. Calculations of efficiency indicators from implementation of BIM technology in the production area

№	Показатель	Обозначение	Значение	
			2022 (САД)	2023 ТИМ (ВИМ)
1	Объем товарной продукции предприятия, руб.	N _{ТОВ}	30	30
	Объем товарной продукции, которая трудно поддается реализации, руб.	N _{ОСТ}	11	4
	Коэффициент конкурентоспособности продукции предприятия	K_{кп}	0,63	0,86
2	Продукция, произведенная за выделенный период, куб;	Пп	134	163
	Среднесписочная численность сотрудников за этот же период, чел.	Сч	6	6
	Производительность труда	Птр	22,3	27,1
3	Время, затраченное на выпуск продукции	В	192	192
	Объем произведенного продукта	Оп	134	163
	Трудоемкость	Т	1,4	1,17
4	Объем произведенного продукта	Пп	134	163
	Число человеко-часов, для которых рассчитывается выработка	Чч	192	192
	Среднечасовая выработка	Всч	0,69	0,85
5	Количество вновь введенных технологических процессов, ед.	Пнт	2	17
	Общее количество технологических процессов, ед.	Побщ.т	34	37
	Коэффициент обновления технологий	Кобн.вим	0,06	0,45

Прогнозируемый расчет показателей эффективности от внедрения технологий информационного моделирования в экономической области с 2023 по 2027 год является, также, положительным. Сумма

чистого приведенного дохода при многократном осуществлении инвестиционных затрат (ЧДД) составляет 14037337,57 рублей. Внутренняя норма доходности (ВНД) равна 0,34383 (34,383 %), в то время как критерием принятия инвестиционного проекта является превышение показателя ВНД выбранной ставки дисконтирования $i = 16,56\%$. В данном случае инвестиционный проект может быть принят, так как $ВНД = 34,383\% > i = 16,56\%$. Период окупаемости инвестиций составляет 4,25 года и находится в заданных пределах горизонта прогнозирования – 5 лет. Индекс рентабельности инвестиций – равен $1,64 > 1$, что является подтверждением эффективности цифровизации.

Несмотря на общую эффективность внедренной методики, следует обратить внимание как на негативные, так и позитивные стороны. К негативным факторам можно отнести следующие аспекты:

1. Требуется множество затрат на временные, финансовые и трудовые ресурсы.
2. Период адаптации, освоения новых технологий точно не может быть определен.
3. Многие из представленных решений по цифровизации несут в себе общий характер в дальнейшей работе организации требуют уточнения, конкретно: методы оценок эффективности должны быть многократно апробированы и дополнены, также, уже сейчас есть потребность в разработке собственных плагинов для большей оптимизации работы.

4. На данный момент не все организации перешли на BIM, соответственно часть процессов придется осуществлять в САД проектировании для большего охвата заказов и поддержания профессиональной репутации. Это может стать тормозящим фактором для применения новых технологий.

Положительными аспектами являются:

1. Внедрение BIM, достижение BIM-целей и решение BIM-задач способствует общей эффективности предприятия на рынке.

2. Повысилась эффективность работы сотрудников за счет минимизации рутинных процессов.

3. Ускорились процессы согласования с клиентами.

4. Увеличилась лояльность партнеров и заказчиков.

5. Сократилось время на выполнение проектной, рабочей и исполнительной документации.

6. BIM помогает быстрее дорабатывать типовые проекты частного домостроения под индивидуальные пожелания заказчиков.

7. Положительные показатели расчета экономической эффективности внедрения BIM показывают, что BIM является успешной инвестицией.

Как мы видим, позитивные стороны внедрения технологий преобладают, в совокупности с общими положительными выводами и конкретными количественными показателями эффективности можно сделать вывод, что предприятие стало более устойчивым на рынке среди конкурентов на рынке строительства.

Однако, не стоит оставлять без внимания и негативные стороны, важно разработать мероприятия, позволяющие устранить разрыв положительных и отрицательных показателей, обратить внимание на стагнацию определенных показателей и предложить меры по повышению эффективности.

В данной научной работе выделим возможные мероприятия, которые способствуют улучшению показателей эффективности для предприятия ООО «БЛОКЭТАЛОН ГРУПП»:

1. Привлечение независимых экспертов в области ТИМ (BIM) для независимой оценки внедрения, указания на слабые и сильные стороны методики внедрения и оценки эффективности.

2. Создание дополнительных разработок, обеспечивающих большую оптимизацию рутинных действий в программных комплексах для проектирования (плагины и т.д.), собственные разработки плагинов.

3. Общее коллективное участие в научных конференциях для прироста научных знаний и последующих технических разработок.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На данном этапе внедрение технологии информационного моделирования в производственную область многопрофильной строительной организации ООО «БЛОКЭТАЛОН ГРУПП» можно считать успешным и эффективным. Относительно 2022 года, в 2023 году увеличился на 36,5% коэффициент конкурентоспособности продукции предприятия, возросла на 21,5% производительность труда, снизилась на 16,4% трудоемкость, повысилось значение среднечасовой выработки на 23,2%, коэффициент обновления технологий увеличился в 7,5 раз за счет единовременного введения 17 новых технологических процессов.

Для оценки общей эффективности интегрированных в организацию технологий следует придерживаться комплексного подхода, представленная методика позволяет систематизировать

пятьдесят показателей по восьми областям эффективности. Управление нововведениями – это постоянный процесс, в котором важна регулярность оценки показателей эффективности ТИМ (BIM). Гибкость и последовательность решений для достижения стратегических целей организации и использования всего научно-технического и производственного потенциала должны основываться на конкретные текущие качественные и количественные показатели, которые в свою очередь систематизированы. Постоянное совершенствование и своевременное проведение мер позволит предприятию минимизировать внешние и внутренние риски для успешного функционирования и повышения конкурентоспособности среди строительных организаций.

Результаты реализации методики на практическом примере позволяют сделать вывод о том, в каких из областей эффективности внедрение технологий информационного моделирования в работу многопрофильной строительной организации имеют значительные преимущества и обладают высокой практической значимостью, а какие показатели на данный момент требуют мероприятий их улучшению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система показателей, комплексно характеризующих результаты деятельности, с представленными способами расчетов и анализа результатов позволила оценить эффективность внедрения технологий информационного моделирования в многопрофильной строительной организации. Относительно применения САД технологий в 2022 году, ТИМ (BIM) технологии улучшили показатели эффективности в функциональной, ресурсной, экологической, научно-технической, финансовой, социальной и производственной областях в общем на 23%. Прогнозируемый экономический расчет по основным показателям экономической эффективности с 2023 по 2027 год подтверждает целесообразность использования ТИМ (BIM), обеспечивает устойчивость организации на рынке и повышает конкурентоспособность.

Комплексный подход и регулярная оценка качественными и количественными способами позволит улучшать эффективность использования технологий информационного моделирования на всем инвестиционно-строительном цикле проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов И.А., Ковалев А.М. Критерии-индикаторы эффективности инновационной деятельности предприятий // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2014. №11(71). С. 47-58.
2. Пеллошквич М. Л. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебное пособие. - СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики. 2014. 254 с.
3. Медынский В.Г. Инновационный менеджмент: учеб. по специальности "Менеджмент орг." / В. Г. Медынский. - Москва: Инфра-М, 2005. 293 с.
4. Абакумов Р.Г., Грищенко Е. Н., Стрекозова Л. В. Теоретические аспекты анализа и оценки организационно-технологических рисков в строительстве // Инновационная наука. 2016. № 5-1(17). С. 10-13. EDN VWVVNB.
5. Шелайкина А.Н., Абакумов Р.Г. Развитие методологических основ управления рисками инвестиционно-строительных проектов // Инновационная наука. 2017. № 1-1. С. 120-122.
6. Козлов И. М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // Архитектура и современные информационные технологии. 2010. № 1(10). С. 6. EDN KZTKWX.
7. Кисель Т. Н. Экономическая эффективность применения BIM-технологий в строительстве в различных странах // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании : сборник материалов международной научной конференции, Москва, 16–17 ноября 2016 / ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2017. С. 492-497. EDN XSNHKD.
8. Бачурина С. С., Голосова Т. С. Этапы эффективного внедрения BIM в проектной компании // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры управления проектами и программами, Москва, 14-17 апреля 2016 / Под ред. В. И. Ресина. – Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова. 2016. С. 104-109. EDN YGQRVP.
9. Соловьева Е. В., Сельвиан М. А. Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования (BIM) в строительных организациях // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016. № 11. С. 110-119. EDN XHREDF.
10. Диханов Н., Абрахманова К. К. Эффективность внедрения BIM-проектирования // Наука и инновационные технологии. 2016. № 1(1). С. 27-30. EDN XCONAR.
11. Пириева С. Ю. Анализ возможности внедрения в строительство технологии информационного моделирования зданий программами вида "BIM" // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2016 года. Белгородский государственный технологический

университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. С. 931-934. EDN XEILUX.

12. Сорокин А.В. Повышение эффективности инновационной деятельности промышленных предприятий: дис. канд. экон. наук: 08.00.05 / Сорокин Андрей Владимирович; Ин-т экономики РАН. Москва, 2006. 186 с.

13. Гонин В. Н., Кашурников А. Н., Ханчук Н. Н. Методические подходы оценки эффективности инновационной деятельности в экономических системах // Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 2. С. 6-12. EDN RYBOQR.

14. Mehmet Ümit Meterelliyöz, Ozan Önder BIM-enabled learning for building systems and technology. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 2022. Vol. 27, Pp. 1-19, DOI: 10.36680/j.itcon.2022.001

15. Fang Z., Liu Y., Lu Q., Pitt M., Hanna S., Tian Z. BIM-integrated portfolio-based strategic asset data quality management // Automation in Construction. 2022. № 134-104070. Pp. 76-83.

16. Soust-Verdager B., Bernardino Galeana I., Llatas C., Montes M.V., Hoxha E., Passer A. How to conduct consistent environmental, economic, and social assessment during the building design process. A BIM-based Life Cycle Sustainability Assessment method // Journal of Building Engineering. 2022, № 45-103516. Pp. 18-23.

17. Parn E.A., Edwards D.J., Sing M.C.P. The building information modeling trajectory in facilities management: A review. Automation in Construction. 2017. № 75. Pp.45-55. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.12.003;

ОБ АВТОРАХ

Алёна Константиновна Княжищева – студент магистратуры. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: archproject.org@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS

Alena K. Knyazhishcheva – the Master degree student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: archproject.org@gmail.com