

Краткие сообщения Brief reports

Краткое сообщение
УДК 004.94 + 69.003.13
DOI: 10.14529/ctcr240410

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА СВЯЗИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА (ВИМ) И СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА

С.И. Бородин, borodinsi@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2115-4549>

Е.В. Гусев, gusevev@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8458-1222>

А.М. Коровин, korovinam@susu.ru

С.Г. Некрасов, nekrasovsg@susu.ru

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. В настоящий момент информационная модель объекта строительства (ВИМ-модель) является неотъемлемой частью проекта на этапах проектирования и строительства. ВИМ-модель содержит в себе параметрические данные об объекте, используемых ресурсах и служит основой для принятия, как правило, технологических решений. Существует необходимость прозрачно обозначить связь ВИМ-модели со стоимостью объекта, которая является ключевым показателем при принятии управленческих решений. Информационная модель выполняется в формате IFC, а сметные программы не поддерживают такой вариант передачи данных. В частности, передача сметных данных происходит с использованием файлов формата XML. Это несоответствие требует доработки на концептуальном и программном уровнях, в том числе организовав среду общих данных.

Цель работы. Статья связана с выявлением связи между свойствами информационной модели объекта и сметными свойствами, которые должны включаться в параметры модели на всех этапах жизненного цикла объекта. **Материалы и методы.** В процессе написания статьи были задействованы общенаучные методы и приемы исследования: описательный метод, метод сравнения, метод аналогий, метод обобщения, а также системный подход. При подготовке работы использовались данные нормативных и методических документов в области информационного моделирования в Российской Федерации и международные стандарты к содержанию и наполнению информационной модели объекта. Для апробации была задействована проектно-сметная документация по ремонту элемента административного здания. **Результаты.** Особенностью работы является проработка наполнения ВИМ-модели сметными свойствами в зависимости от уровня проработки модели (LOD) с учетом требований нормативно-методических документов в области строительства и международных стандартов. Предложен способ к формированию набора сметных свойств, который можно в дальнейшем адаптировать под нужды заказчика в зависимости от типа строительства, стадии жизненного цикла проекта и сметных нормативов. **Заключение.** Результаты работы могут быть использованы для формирования методических документов по организации среды общих данных на этапах жизненного цикла капитального объекта.

Ключевые слова: информационная модель, сметная стоимость, сметные свойства, экспертная оценка, ВИМ-модель

Для цитирования: Исследование вопроса связи информационной модели строительства объекта (ВИМ) и сметной стоимости объекта / С.И. Бородин, Е.В. Гусев, А.М. Коровин, С.Г. Некрасов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2024. Т. 24, № 4. С. 113–122. DOI: 10.14529/ctcr240410

RELATIONSHIP BETWEEN THE BUILDING INFORMATION MODEL (BIM-MODEL) AND THE ESTIMATED COST

S.I. Borodin, borodinsi@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2115-4549>

E.V. Gusev, guseev@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8458-1222>

A.M. Korovin, korovinam@susu.ru

S.G. Nekrasov, nekrasovsg@susu.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. An information model of a construction project (BIM-model) is an integral part of the project at the design and construction stages now days. The BIM-model contains parametric data about the object, the resources used and serves as a basis for making, as a rule, technological decisions. There is a need to transparently indicate the connection between the BIM model and the cost of the object, which is a key indicator when making management decisions. The information model is implemented in the IFC format, and estimating programs do not support this option for data transfer. In particular, the transfer of estimate data occurs using XML files. This discrepancy requires revision at the conceptual and software levels, including organizing a common data environment. **The purpose of the work.** The article is related to identifying the connection between the properties of the information model of the object and the estimate properties that should be included in the model parameters at all stages of the object's life cycle. **Materials and methods.** In the process of writing the article, general scientific methods and research techniques were used: descriptive method, comparison method, analogy method, generalization method, and systems approach. In preparing the work, the data of regulatory and methodological documents in the field of information modeling in the Russian Federation and international standards for the content and filling of the information model of the object were used. For testing, design and estimate documentation for the repair of an element of an administrative building was used. **Results.** A feature of the work is the development of the filling of the BIM-model with estimate properties depending on the level of development of the model (LOD), taking into account the requirements of regulatory and methodological documents in the field of construction and international standards. A method is proposed for the formation of a set of estimate properties, which can be further adapted to the needs of the customer depending on the type of construction, stage of the project life cycle and estimate standards. **Conclusion.** The results of the work can be used to form methodological documents on the organization of the general data environment at the stages of the life cycle of a capital facility.

Keywords: information model, estimated cost, estimated properties, expert assessment, BIM model

For citation: Borodin S.I., Gusev E.V., Korovin A.M., Nekrasov S.G. Relationship between the building information model (BIM-model) and the estimated cost. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2024;24(4):113–122. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr240410

Введение

В последние годы тема цифровой трансформации в сфере строительства окончательно перешла в стратегическую повестку государства и бизнеса. Относительно молодая технология информационного моделирования объекта строительства (в дальнейшем BIM-моделирование, building information modelling) для России уже начала выходить за рамки проектной среды, информационное моделирование перешло в нечто большее: на этапы строительства и даже эксплуатации. Теперь это принципиально новый подход к управлению жизненным циклом строительного объекта, включая экономическую составляющую этого процесса. Прозрачность, обоснованность и максимальная приближенность сведений о текущем состоянии объекта и отдельных его элементов к существующей ситуации снижает уровень инвестиционных рисков. BIM-моделирование способно решить многие такие задачи, в качестве примера приведем следующие [1–10]:

- разработка конкретных проектных решений;
- расчет узлов и компонентов здания;
- предсказание эксплуатационных качеств объекта;

- создание проектной и рабочей документации;
- составление смет и строительных планов;
- заказ и изготовление материалов и оборудования;
- организация возведения здания;
- управление эксплуатацией объекта;
- управление зданием как объектом коммерческой деятельности;
- проектирование и управление реконструкцией или ремонтом здания;
- снос и утилизация здания.

Не секрет, что судьба реализации проекта во многом зависит от экономической эффективности инвестиционно-строительного комплекса в целом, а не только одной составляющей. При этом экономические оценки в строительстве основываются на сметных расчетах. Целью исследования является разработка методического подхода внедрения технологий информационного моделирования при оценке стоимости строительства в организациях, осуществляющих архитектурно-проектную деятельность.

Особенностью работы является проработка наполнения ВІМ-модели сметными свойствами в зависимости от уровня проработки модели с учетом требований нормативно-методических документов в области строительства и международных стандартов. Предложен методический подход к формированию набора сметных свойств, который можно в дальнейшем адаптировать под нужды заказчика в зависимости от типа строительства и стадии жизненного цикла проекта.

Термины и историческая справка

Информационное моделирование строительного объекта представляет собой набор данных об объекте (геометрических, параметрических, стоимостных и прочих), формируемых в электронной форме, с помощью которых можно производить управление состоянием объекта. Ключевой особенностью подхода является использование «технологии PLM» (product life management, управление жизненным циклом изделия). Классически стадии жизненного цикла объекта строительства включают проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию, снос объекта. При этом необходимо понимать, что ВІМ-модель строительного объекта постоянно находится в наполнении, обновляется. Применение информационного моделирования предполагает, что будет использовано программное обеспечение, без этого вопрос управления электронными данными не реализуется и их сбор просто бесполезен.

Вопрос внедрения ВІМ-моделирования в России осуществляется с 2014 г.¹ В этот момент были предприняты первые шаги по разработке комплексной программы внедрения нового инструмента в деятельность целого комплекса за достаточно короткий срок: до 2017 г. (за 3 года!) «объять необъятное» не получилось. Результат был плачевный: не удалось добиться и малого. Однако важно то, что была предпринята первая попытка вложить в достаточно консервативную область, с точки зрения внедрения информационных технологий, – строительство, саму идею о том, что нужны изменения, чтобы повысить производительность труда.

Достаточно быстрее пошло дело после того, как Президент России обратил внимание на эту проблему в своем поручении Правительству РФ в 2018 г.² На основании данного поручения Правительство РФ проанализировало текущее состояние вопроса и построило программу реализации данного проекта более адекватную, нежели первоначальный вариант действий³.

Последняя итерация по внедрению ВІМ-моделирования была достаточно активной и постепенно достигает своей цели – построение цифровой платформы «Цифровое строительство». В настоящее время уже действуют и активно используются отдельные государственные информационные системы в строительстве (ГИС):

¹ Приказ Минстроя России № 926/пр от 29.12.2014 г. «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства».

² Поручения Президента Российской Федерации от 19 июля 2018 г. № Пр-1235 Д.А. Медведеву «В целях модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства».

³ Поручение Правительства РФ 2468п-П9 от 11.04.2017 г. «План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства».

- Информационная система обеспечения градостроительной деятельности;
- Федеральная государственная информационная система ценообразования в строительстве;
- Единый государственный реестр заключений;
- Федеральная государственная информационная система территориального планирования;
- Единый государственный реестр недвижимости.

Серьезным вызовом для реализации информационного моделирования послужили санкции, которые ограничили использование программного обеспечения зарубежного производства в BIM-моделировании. Несмотря на это, отечественные разработчики не сдались и активно наращивают свой потенциал в данной области, что позволяет использовать уже истинно российские разработки в России. Эти разработки, безусловно, требуют многих доработок. Но, как и при любом развитии, доработки будут требоваться всегда.

При подготовке информационной модели необходимо понимать, что модель развивается вместе с объектом, только в цифровой форме, как некоторый цифровой двойник, и наполняется данными об объекте постепенно: начиная с архитектурного решения (когда данных небольшое количество) до конкретного реализованного объекта (представляющего полный набор всех характеристик реализованного объекта).

Уровень проработки модели позволяет управлять, контролировать и планировать обмен информацией между участниками всех этапов строительства объекта в допустимом объеме. Для обозначения наполненности модели используется термин LOD (level of development, уровень наполнения модели). В мировой практике наполнение LOD реализуется посредством разработки спецификации для каждого элемента модели: имеются в виду данные, которые требуется включить в модель с точки зрения целесообразности их использования на данном этапе жизненного цикла объекта строительства. В частности, на этапе обоснования инвестиций нет смысла включать все характеристики элементов здания (стен, колонн, окон, дверей и прочего), достаточно включения ориентировочных геометрических характеристик (LOD100). На основании этого можно построить архитектурную дизайн-модель. Если включать на этом этапе все данные об объекте, то на это уйдет много времени архитектора и проектировщика, а объект, может быть, не будет принят заказчиком для дальнейшей разработки. В момент проектирования переходят к следующему уровню наполнения модели (LOD200 или LOD300 в зависимости от требований заказчика), здесь уже целесообразно включать дополнительные технические характеристики объектов, которые носят атрибутивный характер: геометрические характеристики устанавливаются точные, присутствует информация о ресурсах (материалах, модели оборудования и прочее). На основании этих данных возможно уже проводить имитационные инженерные эксперименты над моделью, искать проектные и технические решения. Заключительным уровнем проработки считается LOD500, который, как правило, представляет собой набор данных об элементе модели в виде конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и атрибутивной информацией, достаточной для передачи модели в эксплуатацию, в том числе с приложением исполнительной документации.

К сожалению, на данный момент не принято единых международных стандартов и спецификаций для определения уровня проработки, но первые шаги в данном направлении уже начались. В качестве примера международной практики использования можно привести BIM Object/Element Matrix (США). Для России BIM-стандарты – еще в стадии наполнения и согласования, концепция уровней проработки модели также претерпела изменения. Первоначально действовал свод правил СП 333.1325800.2017, в рамках которого использовался заимствованный термин LOD (level of development, уровень наполнения модели). Термин был представлен (в буквальном смысле переведен) на основе спецификации американской модели LOD и затрагивал этапы проектирования и строительства. В настоящий момент действующим стандартом в области наполнения модели является СП 333.1325800.2020 (далее СП-333)⁴, который был выпущен в 2020 г. В документе сокращение LOD не упоминается, предложены названия пяти базовых уровней по циклам жизни объекта, включая эксплуатацию, демонтаж и снос (табл. 1).

⁴ СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла (приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 928/пр).

Таблица 1

Типы информационных моделей и их характеристика

Table 1

Types and characteristics of information models

| Наименование модели | Обозначение | Характеристика |
|-----------------------------|-------------|---|
| Модель инженерных изысканий | A | Здание целиком и территория |
| Проектная модель | B | Конструктивные решения основных элементов здания и прочие объекты в пределах земельного участка |
| Строительная модель | C1 | Проектные решения всех элементов здания и прочих объектов с конкретизацией МТР в пределах земельного участка |
| Исполнительная модель | C2 | Фактическое исполнение технических решений всех элементов здания и прочих объектов с указанием использованных МТР |
| Эксплуатационная модель | D | Существующие параметры объекта, регламентов и технологических карт технического обслуживания |
| Модель сноса и демонтажа | G | Проектные решения по сносу объекта, включая производства работ и МТО |

Построение информационной модели объекта с наполнением сметными атрибутами

При оценке сметной стоимости объекта используется сметно-нормативная база (СНБ), которая представляет собой комплекс методических документов и сметных сборников и сведения об объекте (рис. 1).

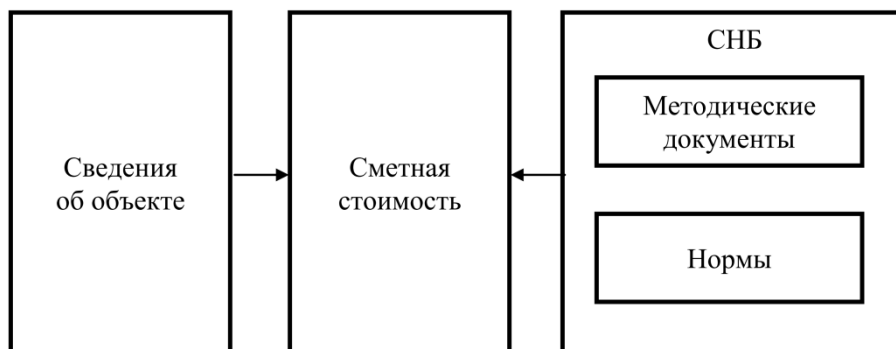


Рис. 1. Схема определения сметной стоимости объекта
Fig. 1. Determining scheme for estimated object cost

Государственная сметно-нормативная база в последние годы претерпевает значительные изменения в связи с внедрением ресурсного метода в практику оценки стоимости строительства объекта. Обновления происходят регулярно в связи с наполнением базы новыми строительными материалами, включением новых технологий и одновременно исключением устаревших, неиспользуемых ресурсов. Подчеркнем, что в настоящий момент построение сметы без использования специального программного обеспечения является сверхсложной задачей, требующей значительных усилий не только с точки зрения использования правильных методических документов в строительстве, связки с изменяющимися характеристиками объекта, но и правильного оформления выходных документов.

Неустойчивым звеном в данной схеме являются сведения об объекте, которые могут измениться в зависимости от решений застройщика в связи с изменением конъюнктуры рынка. При этом результат осмечивания предлагаемых изменений должен быть представлен заказчику, как правило, моментально.

Основные сложности связаны с тем, что сметно-нормативная база (наполнение классификатора строительных ресурсов, корректировка сметных нормативов и прочее) и методики расчета изменяются и в связи с этим необходимо вносить корректировки в программный продукт, кото-

рый занимается построением BIM-модели. При анализе схемы цифрового взаимодействия участников инвестиционно-строительного комплекса с использованием BIM-модели стало очевидно, что необходим промежуточный переходный программный продукт (модуль), который будет выступать посредником между цифровой моделью и сметной программой, в которой будет происходить доработка данных (рис. 2). Из информационной модели с помощью этого сметного модуля получают адаптированные исходные данные для сметного расчета, а потом с ее помощью добавляются в модель получившиеся стоимостные показатели как атрибуты модели. На российском рынке программного обеспечения готовые сметные модули возможно найти [11–15].



Рис. 2. Взаимодействия информационной модели со сметной программой
Fig. 2. Interaction of the information model with the estimating program

Подготовка наборов сметных свойств для разных уровней проработки информационной модели выполняется в несколько этапов (рис. 3).

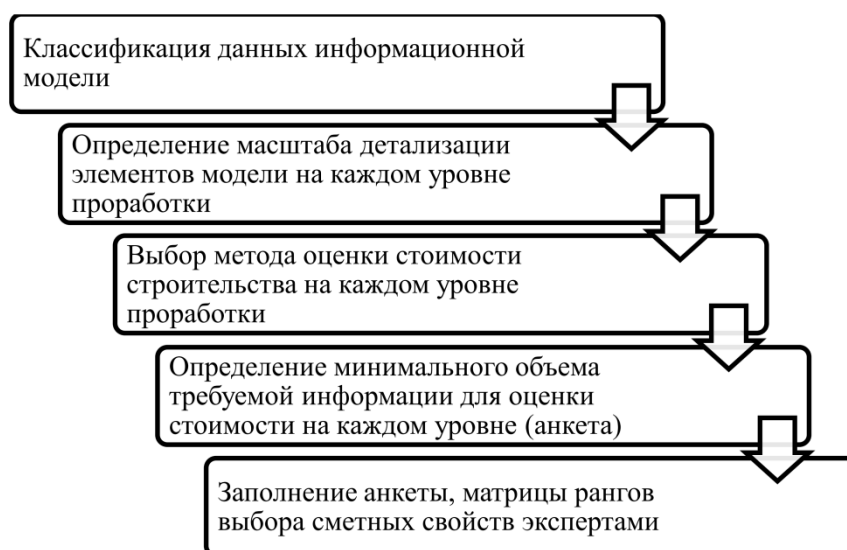


Рис. 3. Выбор сметных свойств, актуальных для подготовки информационной модели на разных этапах жизненного цикла
Fig. 3. Selection of estimate attributes for an BIM-model at different stages of the life cycle

1-й этап. Классификация сметных свойств. Подготовлен набор характеристик, необходимых для проведения оценки стоимости объекта. Например, физические данные, требуемые для расчета объемов работ: геометрические данные, объемные характеристики, единицы площади, весовые характеристики и т. п. атрибутивные данные: функция элемента, материал, технология производства работ, условия производства работ и т. п.

2-й этап. Определение масштаба детализации элементов модели для уровней проработки модели. Требуемые уровни проработки модели определены СП-333.

3-й этап. Выбор метода оценки стоимости строительства для уровня проработки модели. Использование укрупненных нормативов, использование ресурсного метода, ресурсно-индексного метода.

4-й этап. Определение минимального объема требуемой информации для наполнения уровня проработки модели. Например, минимальным набором требований для уровня проработки модели типа «А» будет:

- тип и назначение объекта строительства;
- мощность объекта строительства;
- регион строительства.

5-й этап. Проведение экспертной оценки выбора сметных свойств [16]. Выбор сметных свойств предлагается проводить методом ранговой корреляции.

Итогом будет формирование набора атрибутивных признаков для разных уровней проработки модели и включение их в модель взаимодействия BIM-модели для построения сметной стоимости (рис. 4).

Для проведения апробации предлагаемого подхода к определению сметных свойств объекта, необходимых для оценки сметной стоимости, был выбран комплекс работ по ремонту кровли административного здания в г. Челябинске.

Была составлена анкета для экспертизы необходимых сметных свойств для трех уровней проработки модели: модель инженерных изысканий, проектная модель и строительная модель в соответствии с установленными характеристиками в СП-333. Анализируя полученные экспертные оценки, можно констатировать высокую степень согласованности экспертов: полученным результатам можно доверять и использовать их в дальнейших исследованиях.

Итоговый сметный расчет для каждого уровня наполнения модели представлен в табл. 2.

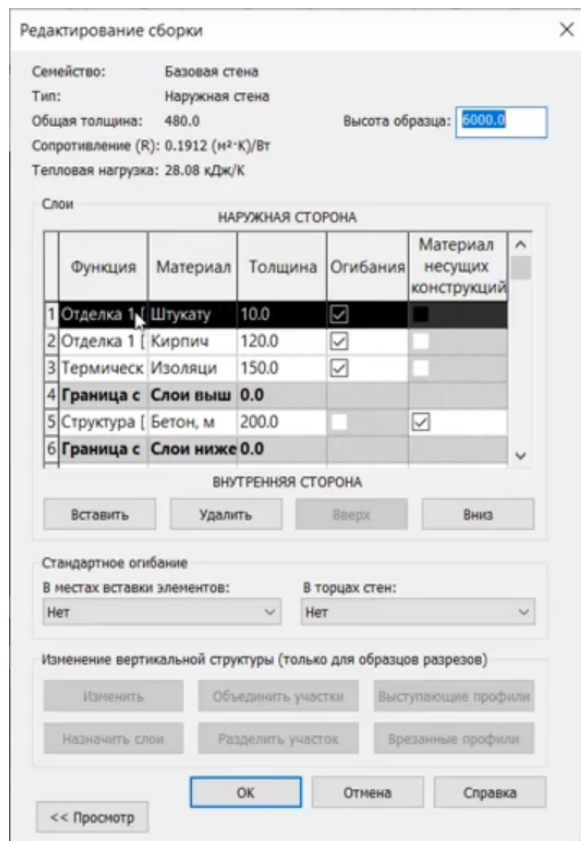


Рис. 4. Пример информационного наполнения элемента модели
Fig. 4. Example of content of a model element

Оценка сметной стоимости моделей по набору сметных свойств

Таблица 2
Table 2

Estimation of the estimated cost of models

| Наименование модели | Модель инженерных изысканий | Проектная модель | Строительная модель |
|------------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|
| Обозначение (табл. 1) | А | В | С1 |
| Сметная стоимость, тыс. руб. | 212 608,80 | 241 239,02 | 248 657,22 |

Сравнивая между собой стоимости разного уровня наполнения моделей сметными свойствами, видим, что разница между моделью инженерных изысканий и проектной моделью 13 %. Разница в стоимости проектной и строительной модели сокращается до 3 %, что можно признать допустимой ошибкой.

Заключение

Оценка стоимости строительно-монтажных работ является одним из ключевых этапов при принятии решения о проведении строительства или ремонта объектов. Работа носит регламентированный характер, заключенный в методических документах и сметных нормативах, соответственно, при наличии инструмента по переводу

Раньше подготовка сметной документации начиналась на финальной стадии проекта (в BIM возможно на ранних уровнях проработки модели), при сформированных спецификациях, которые передавались сметчику, после чего начинался трудоемкий процесс подсчета объема работ, подбор подходящих расценок и материалов, это выполнялось вручную, поэтому отличалось длительными сроками подготовки сметной документации. При внесении изменений в проект и предоставлении новой спецификации сметчик вновь вручную прорабатывал документацию, внося изменения. Отсутствие единой системы взаимосвязи также приводило к значительному увеличению сроков выпуска сметной документации. В данной ситуации высок риск появления ошибок в сметной документации.

С использованием сметных надстроек для BIM-модели значительно сокращаются сроки подготовки документации за счет автоматизации рутинных процессов. Связь атрибутивных элементов внутри модели позволяет узнать об изменениях, внесенных в информационную модель, то есть при внесении конструктивных или объемно-планировочных изменений в модель происходят соответствующие изменения итоговой стоимости объекта. Такая связь двухсторонняя, при завершении расчетов сметчик отправляет стоимостные показатели в модель, проектировщик или инвестор может увидеть цену любого элемента информационной модели. Помимо сокращения трудозатрат и длительности выпуска сметной документации, также с помощью проверок на коллизии минимизируется количество ошибок.

Список литературы

1. Huang M. Using BIM technology to improve construction management of renovation projects // *Installation*. 2018. Vol. 11. P. 19–21.
2. Niu M. Comprehensive application and practice of BIM technology in the rapid construction of hospitals // *Automation Application*. 2023. P. 171–173.
3. Шалина Д.С., Тихонов В.А., Степанова Н.Р. Визуальное представление реализации BIM-проекта для упрощения управления жизненным циклом проекта // *Современные наукоемкие технологии*. 2023. № 2. С. 116–123. DOI: 10.17513/snt.39532. EDN: YBYQYC.
4. Хрусталева Б.Б., Каргин А.А. Основные вопросы внедрения технологии информационного моделирования в деятельности предприятий инвестиционно-строительного комплекса // *Дружковский вестник*. 2022. № 3 (47). С. 104–112. DOI: 10.17213/2312-6469-2022-3-104-112. EDN: PIELQG.
5. Мещерякова М.А., Чуканова Е.Н. Особенности внедрения технологии информационного моделирования в строительную организацию // *Цифровая и отраслевая экономика*. 2022. Т. 27, № 2. С. 4–8. EDN: VEMSAN.
6. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry // *Leadership and Management in Engineering*. 2011. Vol. 11 (3). P. 241–252. DOI: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127
7. Bryde D., Broquetas M., Volm J.M. The project benefits of Building Information Modeling (BIM) // *International Journal of Project Management*. 2013. Vol. 31. P. 971–980. DOI: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001
8. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management / B. Becerik-Gerber, F. Jazizadeh, N. Li, G. Calis // *Journal of Construction Engineering and Management*. 2012. Vol. 138. P. 431–442. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433
9. Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction / R. Sacks, L. Koskela, B.A. Dave, R. Owen // *Journal of Construction Engineering and Management*. 2010. Vol. 136 (9). P. 968–980. DOI: 10.1061/ASCECO.1943-7862.0000203
10. Azhar S, Khalfan M., Maqsood T. Building information modeling (BIM): Now and beyond // *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. 2012. Vol. 12(4). P. 15–28. DOI: 10.5130/ajceb.v12i4.3032

11. Коровина М.В. BIM-сметчик: новые цифровые подходы к определению сметной стоимости строительных работ // Новые информационные технологии в образовании: сб. науч. тр. XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 31 января 2023 года. М.: IC-Публишинг, 2023. Т. 1. С. 444–448. EDN: JSLVVP.

12. Попов А., Манин П. Технология BIM и сметы // САПР и графика. 2022. № 2 (304). С. 19–21. EDN: INMKEJ.

13. Житлова В.А., Петренева О.В. Пример определения сметной стоимости с помощью программного комплекса Гектор: 5D Смета на основе BIM-модели Autodesk Revit // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2020. Т. 2. С. 107–112. EDN: GTXHJO.

14. Подолянский К. Время, деньги, ОВиБК. 4D и 5D в BIM-модели и экспертиза сметной стоимости // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2022. № 3 (243). С. 26–29. EDN: HWXSHN.

15. Соколова В.В., Герман Н.М. Определение сметной стоимости строительства средствами программного комплекса РИК с использованием BIM-технологий // Ползуновский альманах. 2021. № 1. С. 167–169. EDN: JHZZER.

16. Тарасевич В.М. Ценовая политика предприятия: учеб. для вузов / под общ. ред. Г.Л. Багиева. 3-е изд. СПб.: Питер, 2010. 320 с. ISBN 978-5-498-07193-0. EDN: SDPTVX.

References

1. Huang M. Using BIM technology to improve construction management of renovation projects. *Installation*. 2018;11:19–21.

2. Niu M. Comprehensive application and practice of BIM technology in the rapid construction of hospitals. *Automation Application*. 2023:171–173.

3. Shalina D.S., Tikhonov V.A., Stepanova N.R. Visual Representation of BIM-project Implementation to Simplify Project Life Cycle Management. *Modern high technologies*. 2023;(2):116–123. (In Russ.) DOI: 10.17513/snt.39532. EDN: YBYQYC.

4. Khrustalev B.B., Kargin A.A. The Main Issues of the Introduction of Information Modeling Technology in the Activities of Enterprises of the Investment and Construction Complex. *Drukerovskij vestnik*. 2022;3(47):104–112. (In Russ.) DOI: 10.17213/2312-6469-2022-3-104-112. EDN: PIELQG.

5. Mescheryakova M.A., Chukanova E.N. Features of the Introduction of Information Modeling Technology in a Construction Organization. *Tsifrovaya i otraslevaya ekonomika*. 2022;27(2):4–8. (In Russ.) EDN: VEMSAN.

6. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*. 2011;11(3):241–252. DOI: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127

7. Bryde D., Broquetas M., Volm J.M. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*. 2013;31:971–980. DOI: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001

8. Becerik-Gerber B., Jazizadeh F., Li N., Calis G. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2012;138:431–442. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433

9. Sacks R., Koskela L., Dave B.A., Owen R. Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2010;136(9):968–980. DOI: 10.1061/ASCECO.1943-7862.0000203

10. Azhar S., Khalfan M., Maqsood T. Building information modeling (BIM): Now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. 2012;12(4):15–28. DOI: 10.5130/ajceb.v12i4.3032

11. Korovina M.V. BIM Estimator: Novel Digital Approaches to Determining the Estimated Cost of Construction Works. In: *Novyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii* [Materials of the XXIII International scientific and practical conference]. Moscow; 2023. Vol. 1. P. 444–448. (In Russ.) EDN: JSLVVP.

12. Popov A., Manin P. BIM Technology and Estimates. *CAD and graphics*. 2022;2(304):19–21. (In Russ.) EDN: INMKEJ.

13. Zhitlova V.A., Petreneva O.V. Example of determining the estimated cost using the Gector: 5D Estimate software package based on the Autodesk Revit BIM model. *Modern technologies in construction. Theory and practice*. 2020;2:107–112. (In Russ.) EDN: GTXHJO.

14. Podolyanskiy K. Time, Money, OViVK. 4D and 5D in BIM-model and Expertise of Estimated Cost. *Plumbing, Heating, Air Conditioning*. 2022;3(243):26–29. (In Russ.) EDN: HWXSHN.

15. Sokolova V.V., German N.M. Determining the Estimated Cost of Construction by Means of the RICS software package using BIM Technologies. *Polzunovskiy al'manakh*. 2021;(1):167–169. (In Russ.) EDN: JHZZER.

16. Tarasevich V.M. *Tsenovaya politika predpriyatiya: ucheb. dlya vuzov* [Pricing Policy of the Enterprise. Textbook for universities]. Saint Petersburg: Piter; 2010. 320 p. (In Russ.) ISBN 978-5-498-07193-0. EDN: SDPTVX.

Информация об авторах

Бородин Сергей Игоревич, канд. экон. наук, доц. кафедры цифровой экономики и информационных технологий, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; borodinsi@susu.ru.

Гусев Евгений Васильевич, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры цифровой экономики и информационных технологий, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; gusevev@susu.ru.

Коровин Александр Михайлович, канд. техн. наук, доц, доц. кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; korovinam@susu.ru.

Некрасов Сергей Геннадьевич, д-р техн. наук, проф. кафедры информационно-измерительной техники, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; nekrasovsg@susu.ru.

Information about the authors

Sergey I. Borodin, Cand. Sci. (Econ), Ass. Prof. of the Department of Digital Economics and Information Technologies, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; borodinsi@susu.ru.

Evgeny V. Gusev, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Prof. of the Department of Digital Economics and Information Technologies, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; gusevev@susu.ru.

Aleksandr M. Korovin, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Ass. Prof. of the Department of Informational and Analytical Support of Control in Social and Economic Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; korovinam@susu.ru.

Sergey G. Nekrasov, Dr. Sci. (Eng.), Prof. of the Department of Information and Measuring Technology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; nekrasovsg@susu.ru.

Статья поступила в редакцию 29.04.2024

The article was submitted 29.04.2024