

# Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий Engineering geometry and computer graphics. Digital support for product lifecycle

Научная статья  
УДК 004.94; 69.059; 624.04  
DOI: 10.14529/build260107

## АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В BIM

**Е.В. Попов, М.В. Егоров**✉

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,  
Нижний Новгород, Россия*  
✉ [egorovm.v.py@gmail.com](mailto:egorovm.v.py@gmail.com)

**Аннотация.** Статья посвящена разработке алгоритма повышения точности и эффективности расчётов строительных материалов в каркасном домостроении. Предложен геометрически ориентированный алгоритм обработки параметров цифровой информационной модели, получаемых из BIM-модели, обеспечивающий сокращение издержек, уменьшение перерасхода ресурсов и устранение расхождений между проектной и производственной документацией. Внедрение алгоритма в производственную практику позволило снизить количество ошибок, ускорить процессы снабжения и сократить объёмы избыточных закупок. Рассмотрены направления дальнейшего развития, включая интеграцию с ERP-системами и адаптацию к различным типам каркасных конструкций.

**Ключевые слова:** BIM, автоматизированный расчет, строительные материалы, каркасное домостроение, 3D-моделирование, цифровизация строительства, инженерная геометрия

**Для цитирования.** Попов Е.В., Егоров М.В. Алгоритм автоматизированного расчета строительных материалов в BIM // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2026. Т. 26, № 1. С. 58–64. DOI: 10.14529/build260107

Original article  
DOI: 10.14529/build260107

## ALGORITHM FOR AUTOMATED CALCULATION OF CONSTRUCTION MATERIALS IN BIM

**E.V. Popov, M.V. Egorov**✉

*Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,  
Nizhny Novgorod, Russia*  
✉ [egorovm.v.py@gmail.com](mailto:egorovm.v.py@gmail.com)

**Abstract.** The paper presents an algorithm aimed at improving the accuracy and efficiency of construction material calculations for timber-framed houses. A geometry-oriented algorithm for processing digital building model parameters derived from a BIM environment is proposed. The approach reduces costs, minimizes resource overuse, and eliminates discrepancies between design documentation and actual production data. Implementation of the algorithm in practical projects has demonstrated a significant decrease in calculation errors, an acceleration of procurement processes, and a reduction in excess material purchases. Further developments include integration with ERP systems and adaptation to various types of timber frame structures.

**Keywords:** BIM, automated calculation, construction materials, timber-framed houses, 3D modeling, construction digitalization, engineering geometry

**For citation.** Popov E.V., Egorov M.V. Algorithm for automated calculation of construction materials in BIM. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture.* 2026;26(1):58–64. (in Russ.). DOI: 10.14529/build260107

© Попов Е.В., Егоров М.В., 2026.

## Введение

Современная строительная отрасль находится в стадии активной цифровизации, характеризующейся переходом от традиционного проектирования к технологиям информационного моделирования зданий (BIM). В условиях внедрения концепции сквозного жизненного цикла цифровой модели особую значимость приобретают процессы автоматизированного расчёта строительных материалов, обеспечивающие точность планирования, прозрачность снабжения и снижение издержек на всех этапах реализации проекта [1–4].

Наиболее перспективной областью применения подобных подходов является каркасное домостроение. Эта технология отличается высокой степенью стандартизации, модульностью и предсказуемостью конструктивных решений, что делает возможным детальную параметризацию элементов и их взаимосвязей в цифровой среде [5, 6]. Однако на практике расчёт материалов, особенно вспомогательных компонентов (крепеж, герметики, мембраны, пена и т. д.), часто выполняется вручную либо по укрупнённым нормативам. Такие методы не учитывают геометрическую логику соединений элементов, что приводит к перерасходу ресурсов, ошибкам в спецификациях и нарушению синхронизации между проектной и производственной документацией [7–9].

Существующие BIM-платформы (Revit, ArchiCAD, Renga и др.) обеспечивают автоматизацию на уровне моделирования и визуализации, но не реализуют алгоритмических средств точного расчёта вспомогательных материалов с привязкой к пространственным параметрам конструкции [10–12]. Таким образом, остаётся нерешённой задача преобразования геометрической информации цифровой модели в количественные спецификации, пригодные для прямой интеграции с системами планирования ресурсов предприятия (ERP).

Цель настоящей работы – разработка и апробация геометрически ориентированного алгоритма автоматизированного расчёта строительных материалов на основе параметров BIM-модели, позволяющего повысить точность учёта, исключить дублирование данных и обеспечить связь между проектными и производственными контурами цифрового строительства. Объектом исследования является цифровая модель здания каркасного типа, а предметом – алгоритм расчёта материалов по её параметрам, учитывающий геометрию элементов, правила их сопряжения и формат поставки.

### 1. Актуальность задачи и обзор существующих решений

Цифровизация строительной отрасли формирует новую парадигму проектирования, в которой ключевую роль играют автоматизация расчётов, интеграция BIM-технологий и управление полным жизненным циклом цифровой модели здания [1–4]. Наиболее эффективно эти процессы реализу-

ются в каркасном домостроении, отличающемся стандартизированной модульной структурой и высокой воспроизводимостью конструктивных решений [5–7].

Несмотря на развитие BIM-платформ, значительная часть инженерных операций по-прежнему опирается на ручные расчёты и эмпирические подходы. Особенно это касается вспомогательных строительных материалов – крепежа, мембран, герметиков, монтажных пен, доборов и других компонентов, которые не несут основную нагрузку, но обеспечивают надёжность и энергоэффективность конструкции [8–10]. Их количество напрямую зависит от геометрии сопряжений элементов, шагов крепления и длины нахлёстов, однако эти параметры часто отсутствуют в архитектурной модели и не могут быть извлечены без пространственного анализа [11, 12].

Существующие программные решения (Autodesk Revit, Archicad, Renga, Гранд-Смета, Smeta.ru и др.) предоставляют широкие возможности для моделирования конструктивных элементов, но не содержат механизмов автоматического расчёта вспомогательных материалов, основанных на геометрической логике монтажа [13–15]. В результате сметы формируются вручную либо по укрупнённым нормативам, что приводит к перерасходу ресурсов, увеличению сроков снабжения и искажению финансовых показателей проектов [16, 17].

Отсутствие алгоритмизированного расчёта также затрудняет интеграцию с ERP-системами: данные о потребностях часто не соответствуют форматам учёта и кратности упаковок [18]. Это снижает прозрачность логистики, делает невозможным автоматический контроль остатков и нарушает принцип сквозной цифровой связи между проектной и производственной средами.

В этих условиях актуальной задачей становится разработка алгоритма, обеспечивающего переход от геометрических данных BIM-модели к количественной спецификации вспомогательных материалов.

Цель настоящего исследования – создание геометрически ориентированного алгоритма, который:

- извлекает пространственные параметры конструктивных элементов и их сопряжений из IFC-модели;
- выполняет алгоритмическое преобразование геометрических данных в количественные показатели (длина, площадь, шаг, периметр, количество крепежей);
- учитывает технологические правила монтажа и упаковочные ограничения;
- формирует спецификацию, готовую для интеграции с ERP-системами.

**Научная новизна** работы заключается в разработке универсального алгоритма, который связывает пространственную структуру цифровой модели с расчётом реальных материальных ресурсов.

Алгоритм учитывает форму, ориентацию и взаиморасположение элементов, типовые соединения, нормативные параметры и формат поставки материалов [19, 20]. Полученное решение имеет прикладную значимость для предприятий, внедряющих технологии «умного строительства» и принципы цифрового производства в малоэтажном секторе.

## **2. Алгоритм расчёта вспомогательных материалов**

### **2.1. Особенности учёта вспомогательных материалов в каркасном домостроении**

В большинстве BIM-проектов внимание сосредоточено на расчёте несущих и ограждающих конструкций, тогда как вспомогательные материалы – крепёжные элементы, герметики, мембраны, пены, доборы и монтажные составы – нередко остаются вне автоматизированного анализа. Эти компоненты не влияют на несущую способность, но определяют качество соединений, герметичность и долговечность здания [1–5].

Отсутствие их явного моделирования в средах Revit, Archicad и Renga связано с тем, что такие элементы не входят в архитектурно-конструктивную модель и не имеют алгоритмической связи с параметрами конструкции. В результате расчёт выполняется вручную либо по усреднённым нормативам, что снижает точность и воспроизводимость расчётов [6–10].

Для каркасного домостроения это имеет особое значение: высокая плотность узлов и сопряжений требует детализированного учёта количества крепёжных, герметизирующих и изоляционных материалов. По данным практических наблюдений и отраслевых отчётов, расхождение между проектными и фактическими объёмами расхода таких материалов достигает 20–30 % [11–13].

Таблица иллюстрирует характерные отклонения по шести реализованным проектам каркасных домов, подтверждая необходимость внедрения алгоритмического подхода к расчёту вспомогательных материалов.

На рис. 1 представлены визуализации цифровых моделей, использованных при расчётах. Каждая из моделей была создана на основе архитек-

турно-конструктивной документации и подвергалась автоматизированному анализу.

Таким образом, задача учёта и автоматизированного расчёта вспомогательных материалов является актуальной и слабо формализованной в современных цифровых системах строительного моделирования. Её решение требует внедрения специализированных алгоритмов, способных на основе геометрических параметров здания определять потребность в каждой позиции с учётом строительных норм, логики монтажа и производственной технологии [8, 13, 16].

### **2.2. Разработка геометрически ориентированного алгоритма расчёта на основе цифровой модели**

Одним из ключевых направлений автоматизации расчётов в каркасном домостроении является использование данных цифровой модели, представленной в формате IFC (Industry Foundation Classes) – международном стандарте описания строительных объектов, поддерживаемом большинством BIM-платформ [13]. IFC-модель содержит структурированные сведения об элементах здания: тип, габариты, положение, материал и взаимные связи.

Разработанный геометрически ориентированный алгоритм преобразует эти данные в количественные спецификации вспомогательных материалов. В отличие от сметных методов, основанных на укрупнённых нормах, алгоритм анализирует координаты, размеры, ориентацию и топологию соединений элементов.

Из модели извлекаются параметры основных конструктивных категорий (IfcColumn, IfcBeam, IfcWall, IfcSlab, IfcRoof и др.) [14]. На их основе формируется внутренняя карта каркаса, где каждая точка сопряжения рассматривается как потенциальное место применения крепёжных, герметизирующих или изоляционных материалов.

Для различных групп вспомогательных материалов реализованы отдельные расчётные модули:

- метизы – определяются по длине элементов и шагу крепления;
- пены и герметики – по длине сопряжений;

**Сравнение результатов ручных и автоматизированных расчётов вспомогательных материалов по шести проектам**

Дом	Гвозди, %	Пена, %	Плётка, %	Герметик, %	Краска, %	Антисептик, %	Общее отклонение, %
Дом 1	32	25	20	18	40	35	28
Дом 2	40	30	22	25	45	39	34
Дом 3	28	22	19	17	38	32	25
Дом 4	35	29	21	20	42	36	30
Дом 5	38	34	23	26	47	41	36
Дом 6	30	27	20	22	41	34	29

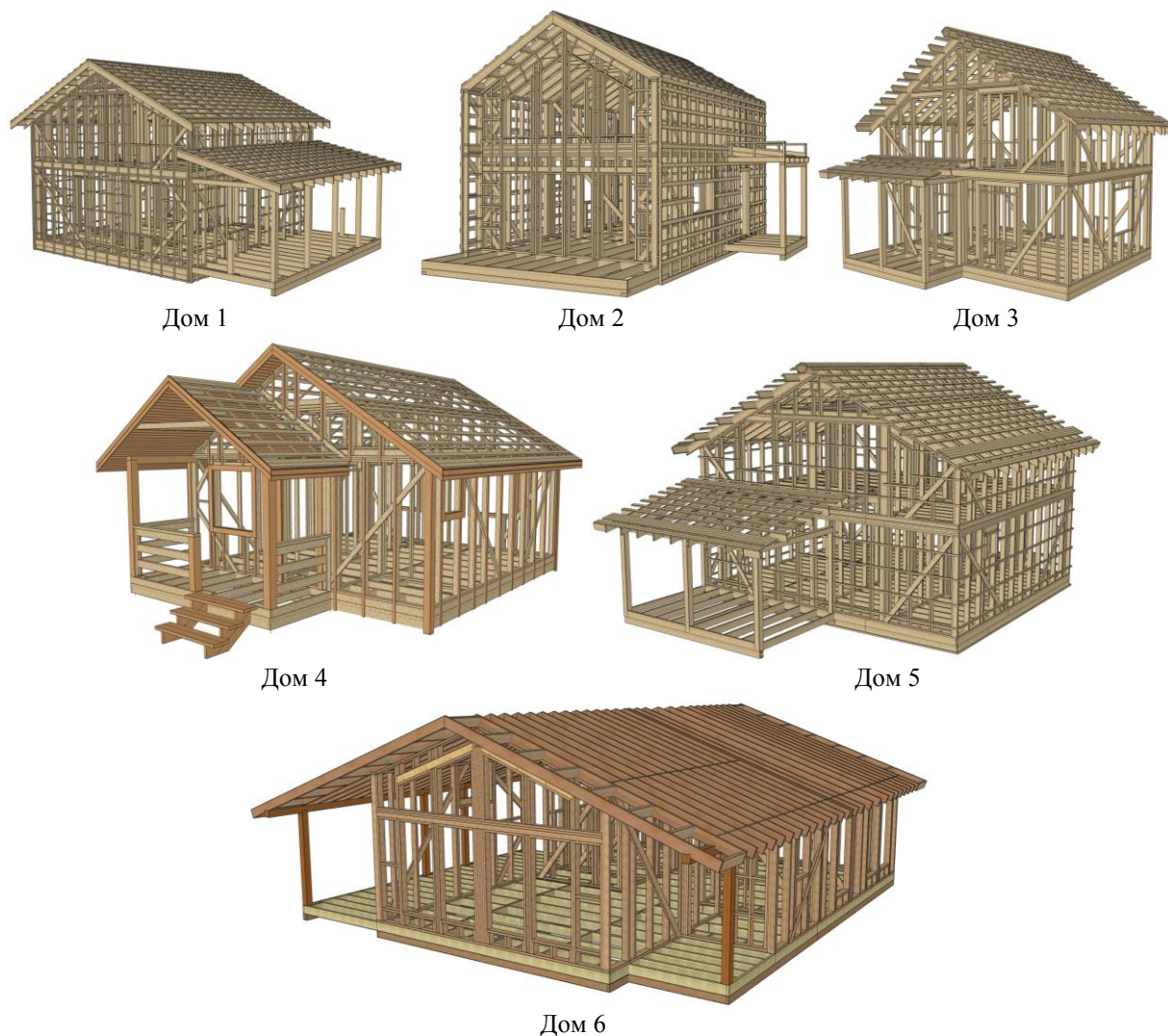


Рис. 1. Цифровые модели шести каркасных домов, участвующих в сравнительном анализе

– мембраны – по площади ограждений с учётом нахлёстов и кратности рулонов;

– доборы – по периметрам проёмов [2, 7, 8, 17].

Особенностью алгоритма является учёт формата поставки: округление до упаковки и сохранение остатков для оптимизации закупок (например, гвозди – по 250 шт., пена – по 750 мл, мембрана – рулоны 70 м<sup>2</sup>).

В результате алгоритм выступает как интерпретатор цифровой модели, который представлен на рис. 2, обеспечивающий точный и логистически обоснованный расчёт вспомогательных материалов, пригодный для прямой интеграции с ERP-системами и формирования исполнительной документации [18].

Основные этапы алгоритма:

1. Загрузка IFC-модели.
2. Извлечение геометрических параметров элементов.
3. Классификация конструктивных объектов.
4. Определение сопряжений и соединений.

5. Расчёт потребностей по заданным правилам.

6. Подбор типа материала.

7. Учёт упаковки и кратности.

8. Формирование спецификации.

9. Выгрузка данных в ERP (CSV/XML).

Алгоритм универсален, масштабируем и легко адаптируется к различным конструктивным схемам и типам материалов.

### 2.3. Результаты внедрения и преимущества автоматизированного подхода

Внедрение разработанного геометрически ориентированного алгоритма расчёта вспомогательных материалов показало значительный эффект как в точности расчётов, так и в организации проектных процессов. При апробации на пилотных объектах индивидуального и малоэтажного домостроения зафиксировано снижение перерасхода материалов на 30–70 % по сравнению с ручными и шаблонными расчётами. Совпадение автоматизированных и фак-



Рис. 2. Алгоритм расчёта вспомогательных материалов на основе цифровой модели

тических данных достигло 95–98 %, что подтвердило достоверность алгоритма.

Система полностью исключает ручные операции, сокращает трудоёмкость расчётов и обеспечивает мгновенное обновление спецификаций при изменении параметров модели. Спецификации формируются в структурированном виде, готовом для прямой передачи в ERP-среды (1С, SAP и др.) в форматах CSV или XML, с указанием единиц измерения, количества и идентификаторов элементов модели.

Ключевые преимущества подхода включают:

- независимость результатов от исполнителя и субъективных факторов;
- автоматическое обновление при изменении проекта;
- возможность масштабирования и адаптации под различные конструктивные схемы;
- интеграцию в сквозной цифровой контур проектирования.

Тем самым разработанный алгоритм обеспечивает переход от графической к расчётной функции BIM-модели, формируя основу для цифрового управления ресурсами и производственной автоматизации в строительстве [21].

### 3. Практическое применение и анализ результатов

Предложенный алгоритм автоматизированного расчёта вспомогательных материалов для каркасного домостроения повышает точность и воспроизводимость расчётов в BIM-среде. В отличие от ручных и шаблонных методов, он обеспечивает извлечение из IFC-модели геометрических харак-

теристик элементов – длины, площади, сопряжений – и их преобразование в количественные показатели с учётом нормативов и кратности упаковок.

Научная новизна заключается в алгоритмической интерпретации строительных данных цифровой модели, позволяющей связать геометрическую структуру объекта с реальными материальными ресурсами. Таким образом, BIM-модель становится не только инженерным, но и расчётным инструментом подготовки исполнительной документации.

Практическая апробация на реальных объектах показала снижение перерасхода материалов до 70 %, повышение скорости формирования спецификаций и исключение ручных операций. Алгоритм интегрируется с ERP-системами, обеспечивает прозрачность учёта и контроль исполнения на всех стадиях строительства.

Подход обладает высокой универсальностью и может быть масштабирован на модульное и промышленное строительство. Перспективы дальнейшего развития включают интеграцию в BIM-платформы в режиме реального времени, расширение перечня материалов и адаптацию под национальные стандарты. Предложенное решение подтверждает потенциал интеллектуальной цифровой автоматизации, обеспечивающей точное, ресурсосберегающее и экономически эффективное управление строительными процессами.

### Вывод

Разработан и апробирован геометрически ориентированный алгоритм автоматизированного расчёта вспомогательных строительных материала-

лов на основе данных BIM-модели в формате IFC. Предложенный подход обеспечивает прямую связь между цифровой геометрией здания и количественными спецификациями, повышая точность и воспроизводимость расчётов при сокращении трудоёмкости проектных операций. Практическое внедрение подтвердило эффективность алгоритма:

перерасход материалов снижен до 70 %, а спецификации формируются автоматически и интегрируются в ERP-системы. Полученные результаты формируют основу для дальнейшего развития интеллектуальных модулей цифрового проектирования и перехода к полностью сквозной автоматизации строительных процессов.

### Список литературы

1. Чайка В.Н., Гусев В.А. Компьютерные технологии в строительстве: учебное пособие. М.: АСВ, 2018. 240 с.
2. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry // *Automation in Construction*. 2011. Vol. 20, no. 2, pp. 241–252.
3. Borrmann A., König M., Koch C., Beetz J. Building Information Modeling: Technology foundations and industry practice. Cham: Springer International Publishing, 2018. 584 p.
4. Bryde D., Broquetas M., Volm J. M. The project benefits of Building Information Modelling (BIM) // *International Journal of Project Management*. 2013. Vol. 31, No. 7. P. 971–980.
5. 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. Vol. 136, no. 9, pp. 968–980.
6. Kensek K., Noble D. Building Information Modeling: BIM in current and future practice. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2014. 432 p.
7. Nawari O., Oraskari Y. BIM-based parametric design of structural wood systems // *Advances in Engineering Software*. 2015. Vol. 90, pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2015.07.004
8. Becerik-Gerber B., Kensek K. Building Information Modeling in architecture, engineering, and construction: Emerging research directions and trends // *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. 2010. Vol. 136, no. 3, pp. 139–147. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000023
9. Isikdag U., Underwood J. A BIM-oriented model for integrating cost estimating and construction planning // *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. 2010. Vol. 15, pp. 73–90.
10. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011. 640 p.
11. Valinejadshoubi M., Moselhi O., Iordanova I., Valdivieso F., Bagchi A. Automated system for high-accuracy quantity takeoff using BIM // *Automation in Construction*. 2024. Vol. 157 (1), art. 105155.
12. Eastman C., Lee J., Jeong Y.-S., Lee J.-K. Automatic rule-based checking of building designs // *Automation in Construction*. 2009. Vol. 18, no. 8, pp. 1011–1033. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.07.002
13. Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (2018). Building Information Modeling: Why? What? How? // *Building Information Modeling*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-92862-3\_1
14. Wong A. K. D., Wong F. K. W., Nadeem A. Comparative study of BIM adoption in the AEC industry of developed and developing countries // *Journal of Civil Engineering and Management*. 2011. Vol. 17, no. 2, pp. 120–130. DOI: 10.3846/13923730.2011.594380
15. Smith P., Tardif M. Building Information Modeling: A strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2009. 219 p.
16. Sacks R., Eastman C., Lee G., Teicholz P. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018. 659 p.
17. Ghosh S., Teizer J. Automated analysis of construction site activities using computer vision-based methods // *Automation in Construction*. 2017. Vol. 73, pp. 107–123. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.09.020
18. An S., Martinez Rodriguez P., Al-Hussein M., Ahmad R. BIM-based decision support system for automated manufacturability check of wood frame assemblies // *Automation in Construction*. 2020. Vol. 111, art. 103065.
19. Monteiro A., Poças Martins J. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design // *Automation in Construction*. 2013. Vol. 35, pp. 238–253.
20. BuildingSMART International. IFC 4.3 approved as an International Standard (ISO 16739-1). BuildingSMART International, 2022. [*Electronic resource*]. Available at: <https://www.buildingsmart.org/ifc-4-3-approved-as-international-standard/> (accessed 12 December 2025).
21. Succar B. Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders // *Automation in Construction*. 2009. Vol. 18, no. 3, pp. 357–375. DOI: 10.1016/j.autcon.2008.10.003

### References

1. Chayka V.N., Gusev V.A. *Komp'yuternye tekhnologii v stroitel'stve: uchebnoe posobie* [Computer technologies in construction: textbook]. Moscow, ASV Publ., 2018. 240 p. (in Russ.)
2. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Automation in Construction*, 2011, vol. 20, no. 2, pp. 241–252.

3. Borrmann A., König M., Koch C., Beetz J. *Building Information Modeling: Technology foundations and industry practice*. Cham, Springer International Publishing, 2018. 584 p.
4. Bryde D., Broquetas M., Volm J. M. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 2013, vol. 31, no. 7, pp. 971–980.
5. 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, vol. 136, no. 9, pp. 968–980.
6. Kensek K., Noble D. *Building Information Modeling: BIM in current and future practice*. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2014. 432 p.
7. Nawari O., Oraskari Y. BIM-based parametric design of structural wood systems. *Advances in Engineering Software*, 2015, vol. 90, pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2015.07.004
8. Becerik-Gerber B., Kensek K. Building Information Modeling in architecture, engineering, and construction: Emerging research directions and trends. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 2010, vol. 136, no. 3, pp. 139–147. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000023
9. Isikdag U., Underwood J. A BIM-oriented model for integrating cost estimating and construction planning. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 2010, vol. 15, pp. 73–90.
10. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 2nd ed. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2011. 640 p.
11. Valinejadshoubi M., Moselhi O., Iordanova I., Valdivieso F., Bagchi A. Automated system for high-accuracy quantity takeoff using BIM. *Automation in Construction*, 2024, vol. 157 (1), article 105155.
12. Eastman C., Lee J., Jeong Y.-S., Lee J.-K. Automatic rule-based checking of building designs. *Automation in Construction*, 2009, vol. 18, no. 8, pp. 1011–1033. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.07.002
13. Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (2018). Building Information Modeling: Why? What? How?. *Building Information Modeling*, Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-92862-3\_1
14. Wong A. K. D., Wong F. K. W., Nadeem A. Comparative study of BIM adoption in the AEC industry of developed and developing countries. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2011, vol. 17, no. 2, pp. 120–130. DOI: 10.3846/13923730.2011.594380
15. Smith P., Tardif M. *Building Information Modeling: A strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2009. 219 p.
16. Sacks R., Eastman C., Lee G., Teicholz P. *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. 3rd ed. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2018. 659 p.
17. Ghosh S., Teizer J. Automated analysis of construction site activities using computer vision-based methods. *Automation in Construction*, 2017, vol. 73, pp. 107–123. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.09.020
18. An S., Martinez Rodriguez P., Al-Hussein M., Ahmad R. BIM-based decision support system for automated manufacturability check of wood frame assemblies. *Automation in Construction*, 2020, vol. 111, article 103065.
19. Monteiro A., Poças Martins J. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in Construction*, 2013, vol. 35, pp. 238–253.
20. BuildingSMART International. IFC 4.3 approved as an International Standard (ISO 16739-1). BuildingSMART International, 2022. [Electronic resource]. Available at: <https://www.buildingsmart.org/ifc-4-3-approved-as-international-standard/> (accessed 12 December 2025).
21. Succar B. Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 2009, vol. 18, no. 3, pp. 357–375. DOI: 10.1016/j.autcon.2008.10.003

**Информация об авторах:**

**Попов Евгений Владимирович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры инженерной графики и информационного моделирования, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия; [popov\\_eugene@list.ru](mailto:popov_eugene@list.ru).

**Егоров Михаил Владимирович**, аспирант кафедры инженерной графики и информационного моделирования, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия; [egorovm.v.py@gmail.com](mailto:egorovm.v.py@gmail.com)

**Information about the authors:**

**Evgeny V. Popov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Engineering Graphics and Information Modeling, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russia; [popov\\_eugene@list.ru](mailto:popov_eugene@list.ru).

**Mikhail V. Egorov**, Postgraduate Student of the Department of Engineering Graphics and Information Modeling, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russia; [egorovm.v.py@gmail.com](mailto:egorovm.v.py@gmail.com)

*Статья поступила в редакцию 01.10.2025, принята к публикации 20.10.2025.*

*The article was submitted 01.10.2025, approved after reviewing 20.10.2025.*