



Научная статья

УДК 004.9:69:721

JEL: L74, L8

А. Г. САВИНА<sup>1</sup>,  
Л. И. МАЛЯВКИНА<sup>1</sup>,  
Д. А. САВИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Среднерусский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства  
и государственной службы при Президенте РФ, г. Орел, Россия

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА БАЗЕ BIM

Контактное лицо:

**Савина Анна Геннадьевна**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики и информационных технологий, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС

E-mail: kaf\_miit@orel.ranepa.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2295-4695>

eLIBRARY ID: SPIN-код: 7785-4969, Author ID: 684803

**Малявкина Людмила Ивановна**, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры математики и информационных технологий, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9079-5684>

eLIBRARY ID: SPIN-код: 2552-8260, Author ID: 664543

**Савин Денис Алексеевич**, аспирант кафедры технологии, сервиса, торгового и таможенного дела, Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9390-6597>

eLIBRARY ID: SPIN-код: 4819-5670, Author ID: 1173425

### Аннотация

**Цель:** систематизация методологических основ и построение концептуальной модели технологии информационного моделирования как базы для ее полноценного внедрения для повышения эффективности инвестиционно-строительной деятельности.

**Методы:** обзор источников информации о стратегии цифровой трансформации строительной отрасли, изучение системы нормативного регулирования и ретроспективный анализ эволюции технологии информационного моделирования, систематизация информации об уровнях ее зрелости, сравнительный анализ аналитических обзоров и отчетов ведущих консалтинговых компаний.

**Результаты:** исследована сущность различных смысловых аспектов технологии на этапах ее эволюционного развития, идентифицировано актуальное представление технологии информационного моделирования, разработана концептуальная модель, и выделены особенности технологии с точки зрения процессного, технологического и результативного подходов. Определены структурные элементы информационной модели, описаны динамические процессы формирования и поступательного преобразования ее компонентов. Проведена оценка текущего уровня зрелости технологии в российской стройиндустрии на основе модели Бью – Ричардса, обоснована важность ее полноценной интеграции в систему управления жизненным циклом объекта капитального строительства для повышения эффективности каждого из этапов реализации инвестиционно-строительного проекта.

---

© Савина А. Г., Малявкина Л. И., Савин Д. А., 2023

© Savina A. G., Malyavkina L. I., Savin D. A., 2023

---

Савина А. Г., Малявкина Л. И., Савин Д. А. Теоретико-методологические основы построения цифровой инфраструктуры управления...  
Savina A. G., Malyavkina L. I., Savin D. A. Theoretical and methodological bases of building a digital infrastructure of BIM-based management...



**Научная новизна:** представлена современная интерпретация технологии информационного моделирования, на основе комплексного подхода разработана концептуальная модель и идентифицированы ее ключевые элементы.

**Практическая значимость:** основные положения статьи и разработанная концептуальная модель могут быть использованы субъектами архитектурно-строительной индустрии при разработке стратегии цифровой трансформации на основе технологии информационного моделирования, в научных исследованиях теоретических и практических аспектов применения технологии, а также в учебном процессе при подготовке специалистов строительной отрасли.

**Ключевые слова:** технология информационного моделирования, BIM-технология, концептуальная модель, уровень зрелости технологии, управление жизненным циклом объекта капитального строительства, эффективность инвестиционно-строительной деятельности

Статья находится в открытом доступе в соответствии с Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), предусматривающем некоммерческое использование, распространение и воспроизводство на любом носителе при условии упоминания оригинала статьи.

**Как цитировать статью:** Савина А. Г., Малявкина Л. И., Савин Д. А. Теоретико-методологические основы построения цифровой инфраструктуры управления объектами капитального строительства на базе BIM // Russian Journal of Economics and Law. 2023. Т. 17, № 1. С. 90–109. DOI: 10.21202/2782-2923.2023.1.90-109

#### The scientific article

A. G. SAVINA<sup>1</sup>,  
L. I. MALYAVKINA<sup>1</sup>,  
D. A. SAVIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Middle Russia Institute of Management – branch of Russian Presidential Academy  
of National Economy and Public Administration, Orel, Russia

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASES OF BUILDING A DIGITAL INFRASTRUCTURE OF BIM-BASED MANAGEMENT OF CAPITAL CONSTRUCTION PROJECTS

#### Contact:

**Anna G. Savina**, PhD (Pedagogy), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Information Technologies, Middle Russia Institute of Management – branch of RANEPА

E-mail: [kaf\\_mii@orel.ranepa.ru](mailto:kaf_mii@orel.ranepa.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2295-4695>

eLIBRARY ID: SPIN-code: 7785-4969, Author ID: 684803

**Lyudmila I. Malyavkina**, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Mathematics and Information Technologies, Middle Russia Institute of Management – branch of RANEPА

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9079-5684>

eLIBRARY ID: SPIN-code: 2552-8260, Author ID: 664543

**Denis A. Savin**, post-graduate student, Department of Technology, Service, Commerce and Customs, Middle Russia Institute of Management – branch of RANEPА

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9390-6597>

eLIBRARY ID: SPIN-code: 4819-5670, Author ID: 1173425



### Abstract

**Objective:** to systematize methodological foundations and to construct a conceptual model of information modeling technology as a basis for its full-fledged implementation with a view of improving the efficiency of investment and construction activities.

**Methods:** review of information sources on the strategy of digital transformation of the construction industry; study of the regulatory system and retrospective analysis of the evolution of information modeling technology; systematization of information on its maturity levels; comparative analysis of analytical reviews and reports of leading consulting companies.

**Results:** the essence of various semantic aspects of technology at the stages of its evolutionary development is investigated, the actual representation of information modeling technology is identified, a conceptual model is developed, and the features of technology from the viewpoint of process, technological and effective approaches are highlighted. The structural elements of the information model are determined, the dynamic processes of formation and progressive transformation of its components are described. The assessment of the current level of technology maturity in the Russian construction industry is carried out based on the Bew–Richards model; the importance of its full integration into the life cycle management system of the capital construction project to improve the efficiency of each stage of the investment and construction project implementation is substantiated.

**Scientific novelty:** a modern interpretation of information modeling technology is presented, a conceptual model is developed on the basis of an integrated approach and its key elements are identified.

**Practical significance:** the main provisions of the article and the developed conceptual model can be used by the subjects of the architectural and construction industry in developing a digital transformation strategy based on information modeling technology, in scientific research of theoretical and practical aspects of technology application, as well as in the educational process in the training of specialists in the construction industry.

**Keywords:** Information modeling technology, BIM technology, Conceptual model, Technology maturity level, Life cycle management of a capital construction project, Efficiency of investment and construction activities

The article is in Open Access in compliance with Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), stipulating non-commercial use, distribution and reproduction on any media, on condition of mentioning the article original.

**For citation:** Savina, A. G., Malyavkina, L. I., & Savin, D. A. (2023). Theoretical and methodological bases of building a digital infrastructure of BIM-based management of capital construction projects. *Russian Journal of Economics and Law*, 17(1), 90–109 (in Russ.). DOI: 10.21202/2782-2923.2023.1.90-109

### Введение

Ключевые направления инновационных преобразований строительной отрасли определяются задачами комплексной цифровой трансформации российской экономики. Эволюционный путь оптимизации инвестиционно-строительных процессов и развитие возможностей информационно-коммуникационных технологий предопределили появление принципиально нового подхода к управлению информацией об объектах капитального строительства – концепции информационного моделирования. Формирование ее методологических основ находится на начальной стадии, а потребность в практической реализации достаточно высока, что определяет актуальность исследования.

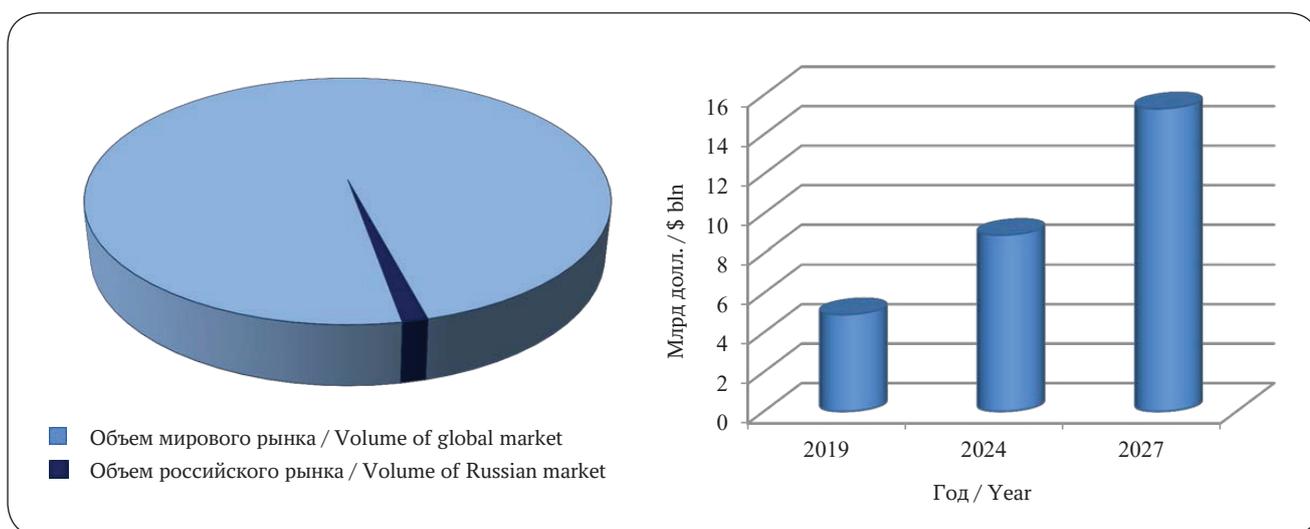
Проблема целесообразности и эффективности применения технологии информационного моделирования в инвестиционно-строительной деятельности является предметом дискуссий российского и мирового профессионального сообщества на протяжении достаточно длительного времени (с 80-х гг. XX в.). Анализ эволюционного развития технологии свидетельствует о смещении фокуса от ее преимущественного использования только на этапе выполнения проектно-изыскательских работ к осознанию возможности применения BIM как комплексного инструмента управления на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства (далее – ЖЦ ОКС) не только в качестве источника информации, но и для организации скоординированного процесса взаимодействия субъектов и заинтересованных участников инвестиционно-строительной деятельности (далее – ИСД). Растущая сложность и информационная насыщенность архитектурно-строительных проектов, а также необходимость учета и обработки значительных объемов информации в процессе их реа-

лизации наряду с интенсивным развитием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) обуславливают необходимость отказа от традиционных подходов в пользу инновационных цифровых инструментов.

Объем мирового рынка BIM-технологий ежегодно растет, по прогнозам экспертов, к 2027 г. ожидается его трехкратное увеличение с 4,9 млрд долл. в 2019 г. до 15,1–15,6 млрд долл. Российский рынок в 2019 г. оценивался в 67–77 млн долл. с долей в мировом рынке 1,37 % (рис. 1).

В настоящее время BIM следует рассматривать как развивающуюся технологию, которая не нашла преимущественного применения в градостроительной сфере как в мире (за исключением отдельных стран), так и в России. По результатам анализа состояния внедрения информационного моделирования в семи странах, проведенного компанией *PlanRadar*, лидерами считаются: Германия, где 80 % застройщиков используют технологию в индустрии строительства, Великобритания – 73 %, Франция – 60 % (рис. 2). Широкое распространение технологии в странах-лидерах по внедрению BIM зачастую определяется не только стремлением компаний к внедрению инноваций. В ряде стран использование технологии информационного моделирования является обязательным как для проектов с государственным участием, так и прочих коммерческих проектов. В Российской Федерации также установлено требование применения ТИМ для строительных объектов, финансируемых за счет бюджетных средств, однако сроки реализации такого требования несколько раз отодвигались (2022, 2023 гг.). Большая часть стран значительно уступает лидерам. В частности, в России удельный вес компаний, использующих технологию, составляет 12 %.

Следует отметить, что уровень использования технологии информационного моделирования на этапах ЖЦ ОКС в различных странах значительно отличается. В основном технология внедрена при проведении инженерно-геодезических изысканий и подготовке архитектурно-проектной документации. Лидерство и более высокий уровень компетентности архитектурных проектно ориентированных организаций в использовании BIM объясняется тем, что результаты именно их деятельности являются основой для построения цифровой

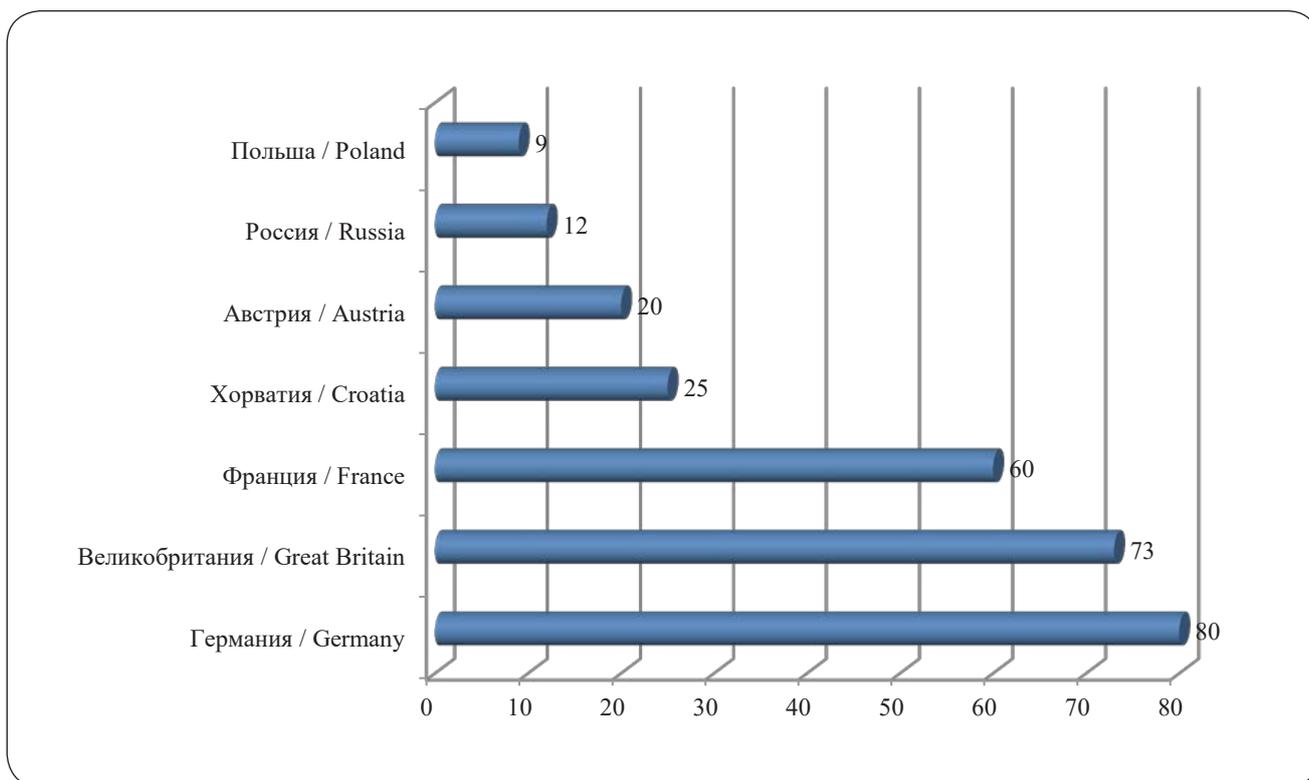


**Рис. 1. Объем мирового рынка BIM-технологий за 2019 г. с прогнозом до 2027 г., млрд долл.**

Источник: составлено авторами с использованием: PropTech в России: Обзор практики применения BIM-технологий и инновационных решений в области проектирования. URL: <https://stroimprosto-msk.ru/storage/app/media/Issledovaniya/prop-tech-2020.pdf> (дата обращения: 10.12.2022).

**Fig. 1. Volume of global market of BIM technologies in 2019 with a forecast up to 2027, \$ bln**

Source: compiled by the authors using: PropTech in Russia: Review of the practice of implementation of BIM technologies and innovative solutions in projecting, available at: <https://stroimprosto-msk.ru/storage/app/media/Issledovaniya/prop-tech-2020.pdf> (access date: 10.12.2022).



**Рис. 2. Доля строительных компаний, использующих технологию информационного моделирования в 2021 г., %**

Источник: составлено авторами с использованием: Состояние внедрения BIM в 2021 году: сравнение 7 стран. URL: <https://ardexpert.ru/article/21317> (дата обращения: 10.12.2022).

**Fig. 2. Share of construction companies using the information modeling technology in 2021, %**

Source: compiled by the authors using: Status of BIM introduction in 2021: comparison of 7 countries, available at: <https://ardexpert.ru/article/21317> (access date: 10.12.2022).

информационной модели, которая впоследствии дополняется другими участниками инвестиционно-строительного проекта. Так, в Хорватии на стадии проектирования ее применяют 25 % компаний, в Польше – 43 % проектировщиков, а в России на долю стадии проектирования приходится 80 % от общего объема внедрения BIM, и лишь 15 и 5 % соответственно – на этапы строительства и эксплуатации. Таким образом, экспертиза, строительство и эксплуатация ОКС как этапы реализации инвестиционно-строительного проекта являются наиболее перспективными направлениями для широкого внедрения BIM.

Целесообразность внедрения технологии подтверждается наличием эффектов экономического и неэкономического характера на каждой стадии жизненного цикла объектов капитального строительства. К последним следует отнести повышение качества проектной документации, ускорение процессов устранения коллизий в информационной модели, внесения корректировок в проект и формирования рабочей документации, сокращение рисков инвестиционно-строительного проекта и рост качества как самого проекта, так и результата его реализации – объекта капитального строительства. Полная и согласованная документация, единая база данных и процессов, доступность информации для каждого субъекта инвестиционно-строительного процесса обеспечивают сокращение затрат за счет снижения материальных ресурсов, оптимального подбора оборудования, уменьшения дополнительного объема работ. Наиболее значимые показатели экономической эффективности приведены в табл. 1.



Таблица 1

**Показатели повышения экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов от внедрения BIM-технологии**

**Indicators of increased economic efficiency of investment-construction projects due to introduction of BIM technology**

Показатель / Indicator	Значение, % / Value, %
Увеличение чистого дисконтированного дохода (NPV) / Increase of net present value (NPV)	до 25
Рост индекса рентабельности (PI) / Growth of profitability index (PI)	до 14–15
Увеличение показателя внутренней нормы доходности (IRR) / Increase of the internal rate of return (IRR)	до 20
Сокращение периода окупаемости инвестиционно-строительного проекта / Reduction of the payback period of an investment-construction project	до 17

Источник: составлено авторами с использованием: Оценка применения BIM-технологий в строительстве. URL: [https://www.nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7\\_bim\\_rf\\_otchot.pdf](https://www.nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf) (дата обращения: 10.12.2022).

Source: compiled by the authors using: Estimation of the use of BIM technologies in construction, available at: [https://www.nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7\\_bim\\_rf\\_otchot.pdf](https://www.nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf) (access date: 10.12.2022).

Следует отметить, что оценка эффективности, как правило, проводится на основе анализа зарубежного опыта и опросов представителей субъектов инвестиционно-строительной деятельности, поскольку в российской строительной индустрии в настоящее время нет достаточного опыта полномасштабного внедрения BIM на всех стадиях жизненного цикла ОКС, в том числе и вследствие отсутствия единой цифровой среды взаимодействия всех участников и заинтересованных лиц проекта на отраслевом и межотраслевом уровнях.

Результативность решения проблемы внедрения BIM-технологии в практику градостроительной деятельности определяется, прежде всего, разработанностью методологических основ концепции информационного моделирования и уровнем ее информационно-технологического обеспечения.

Объект исследования – процесс формирования цифровой инфраструктуры управления ОКС на основе технологии информационного моделирования. Предмет исследования – теоретико-методологические положения технологии информационного моделирования.

Цель исследования состоит в систематизации методологических основ и разработке концептуальной модели технологии информационного моделирования как фундамента для выстраивания системы управления информацией на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. Для достижения поставленной цели определены и решены следующие задачи:

- ретроспективный анализ эволюции понятия «технологии информационного моделирования» в контексте развития информационно-коммуникационных технологий;
- идентификация понятия «технологии информационного моделирования» с точки зрения процессного, технологического, результативного подходов и представление современной интерпретации BIM-технологии;
- построение концептуальной модели BIM-технологии и выделение ключевых элементов на основе комплексного подхода к управлению информацией об ОКС;
- идентификация ключевых процессов, оказывающих решающее воздействие на полноценную практическую реализацию технологии;
- систематизация информации об уровнях зрелости BIM-технологии и характеристика каждого из них посредством описания специфики ключевых атрибутов (используемых технологий, организации обмена данными и совместной работы).



### Метод исследования

В рамках настоящего исследования были использованы методы логического, структурного, сравнительного, системного анализа. В целях разработки методологических основ технологии информационного моделирования проведены:

- систематизация и анализ нормативно-правового обеспечения использования технологии информационного моделирования в градостроительной деятельности;
- исследование трудов отечественных и зарубежных авторов, посвященных методологическим аспектам BIM-технологии [1–3], анализу международного опыта, проблемам и перспективам внедрения в России [4–10], ее влиянию на организацию и технологии строительства, эффективность проектной деятельности и управления активами [11–15] и др.;
- анализ перспективных направлений развития архитектурно-строительной сферы на основе внедрения технологии информационного моделирования;
- ретроспективный анализ эволюционного развития технологии информационного моделирования;
- моделирование и графическое представление результатов исследования.

### Результаты исследования

Специфика градостроительной деятельности, необходимость согласованного взаимодействия большого количества участников, высокая информационная насыщенность инвестиционно-строительных проектов, порождающая потребность сбора, учета, обработки и многократной корректировки значительных объемов информации на стадиях жизненного цикла ОКС, в совокупности с цифровой трансформацией отрасли обусловили реинжиниринг бизнес-моделей как на уровне отдельных субъектов, так и в градостроительной сфере в целом [16, 17]. Ключевым направлением развития отраслевой цифровой экосистемы является построение целевой организационно-технологической бизнес-модели производственных процессов на основе внедрения технологии информационного моделирования.

Технология информационного моделирования (ТИМ) – российский аналог англоязычного *Building Information Modeling (BIM)*. Аббревиатура BIM (*Building* – «здание», *Information* – «информация», *Modeling/Model* – «моделирование/модель») используется в отношении как *Building Information Modeling*, предполагающей сам процесс моделирования, так и в отношении его конечного продукта – информационной модели здания (*Building Information Model*). Рассматриваемая технология является закономерным результатом развития классических методов проектирования, но при этом она кардинально отличается от классического подхода к проектированию и созданию документации строительных объектов и подразумевает использование принципиально новых методов, подходов и инструментов. Проектирование зданий и сооружений через их информационное моделирование предполагает использование комплексного подхода, при котором определенным образом выстраиваются процессы, используется специализированное программное обеспечение, а объект капитального строительства и относящаяся к нему архитектурно-конструкторская, инженерно-технологическая, дизайнерская, экономическая и иная информация рассматриваются как единое целое.

Концепция BIM зародилась еще в 70-х гг. XX столетия, но широкое распространение получила лишь спустя несколько десятилетий. Понятие информационной модели как системы описания здания (*Building Description System*) впервые было предложено в 1975 г. американским профессором Ч. Истманом [15]. Дальнейшие исследования возможностей применения компьютерного моделирования в проектировании сопровождались появлением новой (уточняющей) терминологии: *Building Product Model* (США), *Product Information Model* (Финляндия), *Bauinformatik* (Германия), *Gebouwmodel* (Голландия) и др. Постепенно используемые понятия приобретали единообразное содержательное наполнение, что способствовало их лингвистической интеграции в единый термин *Building Information Model* (1992 г.). В 1986 г. Роберт Эйш впервые сформулировал базовые принципы, которые впоследствии были заложены в основу BIM-концепции:

- конструирование с использованием пространственного трехмерного моделирования;
- хранение проектной документации в единой базе данных;



- максимальная автоматизация процесса проектирования (автоматизированное получение чертежей, автоматическое генерирование спецификаций и т. д.);
- взаимосвязь объектов и их интеллектуальная параметризация;
- распределение процесса строительства по временным этапам с возможностью привязки к бюджетированию [18].

Эволюционное становление *BIM*-концепции очень тесно связано с достижениями в области информационных технологий, а точнее с развитием *CAD*-технологий и систем автоматизированного проектирования (*САПР*) [4, 19]. Начиная с 2002 г., после выпуска компанией *Autodesk* документа «Информационное моделирование зданий», термин *Building Information Model* был введен в лексикон ведущих специалистов – разработчиков программного обеспечения. *BIM*-концепция перешла на новый уровень своего развития, преимущественно зависящий от уровня развития соответствующего информационно-технологического обеспечения процессов моделирования. Тесная увязка процессов создания компьютерной модели проектируемого объекта со средой ее разработки и инструментами реализации, позволяющими провести визуальную оценку и тестирование проектируемого сооружения на основе максимально приближенной к реальности трехмерной модели (виртуальной копии здания), привела к некоторому перекосу в понимании сущности *BIM*-технологии. Фокус внимания специалистов сместился на объект проектирования, и *BIM*-технология стала восприниматься именно как *3D*-модель объекта капитального строительства. Продолжающиеся исследования, обусловленные в том числе и расширением форматов успешного применения технологии в мировой проектно-строительной практике, привели к совершенствованию понимания процессов информационного моделирования, дальнейшему оформлению концептуальных основ *BIM* и появлению нескольких подходов к описанию сущности технологии.

Недостаточный уровень сформированности понятийно-терминологического аппарата на современном этапе предопределяет возможность употребления участниками отраслевого рынка нескольких непротиворечащих и взаимно дополняющих друг друга трактовок технологии информационного моделирования. Большая часть исследователей рассматривает технологию информационного моделирования с позиций практической реализации концепции (*BIM* как подход или методология), понимая под ней процесс создания, развития и совершенствования информационной модели здания (сооружения) и учитывая при этом проблемы организационного и операционного уровней (регламенты, бизнес-процессы, процессы управления и т. д.) [5, 20–22]. Другие акцентируют основное внимание на технологическом аспекте разработки информационной модели (*BIM* как технология), считая основополагающим компонентом концепции *BIM* применение информационных технологий и программных средств для создания, управления и обмена информацией на этапах жизненного цикла объекта строительства [13, 23]. Ряд специалистов интерпретируют это понятие с точки зрения конечного результата (*BIM* как модель), определяя *BIM*-технологию как саму информационную модель – продукт в виде файла (набора файлов), выполненный в определенной программной среде [24]. Необходимость вовлечения в формирование модели *ОКС* всех участников инвестиционно-строительного цикла позволяет рассматривать *BIM*-технологию как бизнес-процесс [6, 13]. В некоторых источниках *BIM* определяется как научная концепция, положения которой еще недостаточно сформированы в силу сложности и многогранности [7, 18].

Каждый из рассмотренных подходов делает смысловой акцент на определенном контексте или базовом элементе технологии информационного моделирования, а все они в совокупности позволяют передать сущность *BIM*-технологии как концепции управления жизненным циклом конечного продукта, учитывающей отраслевую специфику архитектурно-строительной деятельности. Исходя из этого, целесообразно рассматривать технологию информационного моделирования (*BIM*) прежде всего как динамический процесс, в результате которого на каждом его этапе разрабатывается и совершенствуется (дополняется, корректируется) информационная модель объекта капитального строительства в целях управления им на стадиях жизненного цикла.

Следует отметить, что изначально технология *BIM* разрабатывалась для применения преимущественно на этапе проектирования. Формирующиеся в настоящее время концептуальные положения *BIM* и успешные практические кейсы ее реализации свидетельствуют о тенденциях постепенного проникновения технологии



информационного моделирования во все связанные с градостроительной деятельностью бизнес-процессы. Интеграция традиционных производственных процессов и формирующейся *BIM*-концепции позволяет выстроить инновационную организационно-технологическую бизнес-модель, в которой на каждой стадии жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта *BIM*-технология должна стать ядром основного бизнес-процесса, направленным на формирование информационных потоков, интеграцию участников и поддержку архитектурно-градостроительных управленческих решений. Несмотря на сложность и многообразие инвестиционно-строительных проектов, специфические особенности применения технологии на основных этапах реализации объектов гражданского и промышленного строительства, *BIM*-концепция определяет характерные задачи применения технологии информационного моделирования для каждой стадии жизненного цикла ОКС (табл. 2).

Таблица 2

**Характерные задачи применения технологии *BIM* на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства**

**Table 2. Characteristic tasks of implementing the *BIM* technology at the lifecycle stages of a capital construction project**

Этапы жизненного цикла ОКС (стадия) / Stages of lifecycle of a capital construction project	Ключевые участники / Key participants	Задачи применения технологии <i>BIM</i> / Tasks of implementing <i>BIM</i> technology
1. Планирование (техническое задание → предпроект) / Planning (technical requirements → planning design)	Инвестор, проектировщик, заказчик-застройщик / Investor, project designer, developer	– Сбор и анализ исходных данных; – исследование вариантов размещения; – разработка концепции и бизнес-модели проекта, их представление заинтересованным лицам / – Collecting and analyzing the input data; – researching the location options; – developing the concept and business model of the project, their presentation to stakeholders
2. Инженерные изыскания и проектирование (эскизный проект → проект → экспертиза → рабочая документация) / Engineering investigations and projecting (draft project → project → expertise → specification documentation)	Инвестор, проектировщик, заказчик-застройщик, экспертные организации / Investor, project designer, developer, expert organizations	Формирование информационной модели ( <i>BIM 3D</i> ), в том числе: – физической модели ОКС (мультидисциплинарное 3D-проектирование, компонентное моделирование в трехмерной среде и др.); – аналитической модели ОКС (комплексные (конструкторские, инженерные и экологические) расчеты и анализ; – оценка сметной стоимости ( <i>BIM 5D</i> ) / Forming the information model ( <i>BIM 3D</i> ), including: – physical model of capital construction project (multidisciplinary 3D projecting, component modeling in the 3D space, etc.); – analytical model of capital construction project (complex (construction, engineering and ecological) calculations and analysis; – estimating the capital costs ( <i>BIM 5D</i> )
3. Строительство (производство → строительство) / Construction (production → construction)	Экспертные организации, генподрядчик, субподрядчик, производство / Expert organizations, general contractor, subcontractor, production	– Визуализация и изучение сценариев строительно-монтажных работ; – организация управления строительством (мониторинг и контроль процессов строительства ( <i>BIM 4D</i> )); – актуализация проектной и формирование исполнительной <i>BIM</i> -модели / Visualization and researching the scenarios of construction works: – organization of construction management (monitoring and control of construction processes ( <i>BIM 4D</i> )); – actualization of project and forming of executive <i>BIM</i> -model



Этапы жизненного цикла ОКС (стадия) / Stages of lifecycle of a capital construction project	Ключевые участники / Key participants	Задачи применения технологии BIM / Tasks of implementing BIM technology
4. Эксплуатация (эксплуатация → реконструкция / демонтаж) / Exploitation (exploitation → reconstruction)	Эксплуатирующая организация, заказчик- застройщик / Exploiting organization, developer	– Управление эксплуатацией здания и средствами технического оснащения с использованием цифрового двойника на основе BIM-модели (BIM 6D); – мониторинг эксплуатационных характеристик; – проектирование и управление реконструкцией и сносом здания / – Managing the exploitation of the building and technical facilities using a digital copy based on the BIM-model (BIM 6D); – monitoring of exploitation characteristics; – projecting and managing the reconstruction and demolishing of the building

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the author.

Актуальное представление *BIM*-концепции трактует понятие «информационное моделирование здания» как междисциплинарный подход к управлению информацией о проектируемом или уже функционирующем объекте, объединяющий методологические основы и технологические аспекты создания, динамического развития, последующего содержательного наполнения и реализации информационной модели, обеспечивающие эффективное использование информации на всех этапах жизненного цикла ОКС.

Сущность *BIM*-концепции в ее современной интерпретации определяет следующие целевые направления реализации:

- 1) формирование единой стратегии управления жизненным циклом ОКС на основе его информационной модели в цифровом формате;
- 2) создание единой информационно-технологической среды, обеспечивающей интегрированное управление потоками структурированной цифровой (текстовой, количественной, графической и атрибутивной) информации;
- 3) интеграция участников инвестиционно-строительного цикла, организация их совместной работы и взаимодействия в едином информационном пространстве.

Следует отметить, что теоретико-методологические основы концептуальной модели технологии информационного моделирования еще окончательно не сформировались. Ее терминологический аппарат, ключевые принципы находятся на стадии разработки и стандартизации, детализируются и дополняются, в том числе исходя из практики реализации реальных проектов. К крупнейшим реализованным в России проектам следует отнести олимпийские объекты в Сочи (Группа *ICS*), футбольные стадионы к чемпионату мира по футболу 2018 г. (компания *Sodis Lab*), башню «Лахта-Центр» в Санкт-Петербурге (компания «Горпроект»), проектные решения в рамках программы реновации г. Москвы и др. Технология *BIM* используется в портфеле инвестиционно-строительных проектов крупных компаний: «Мостотрест», «Газпром нефть», Росавтодор, «РЖД», Госкорпорация «Росатом».

Создается нормативно-правовое поле использования *BIM*-технологии на практике, разрабатывается система национальных стандартов, сводов правил и иных нормативных документов, регламентирующих порядок формирования и ведения информационной модели. В настоящее время *BIM*-технологии сравнивают с некоторой цифровой экосредой вокруг объекта капитального строительства, в которой аккумулируется полная информация о нем на протяжении всего жизненного цикла. Системы автоматизированного проектирования (САПР), поддерживающие *BIM*-технологии, фактически оцифровывают реальный объект, переводя всю совокупность знаний о нем в цифровое пространство.



С учетом изложенного выше, в рамках проведенного исследования целесообразно систематизировать методологические основы и выделить ключевые элементы концептуальной модели технологии информационного моделирования, а также провести более детальное исследование сущности различных смысловых аспектов технологии, выделив ее особенности с точки зрения процессного, технологического и результативного подходов (рис. 3).

Центральным элементом и результатом полноценной реализации *BIM*-концепции выступает информационная модель как «совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства»<sup>1</sup>.

Однако она представляет собой не просто синтез структурированной информации о проектируемом, строящемся, эксплуатируемом или уже демонтированном строительном объекте. Она включает в себя целый комплекс интеллектуальных компонентов и параметрических взаимосвязей, что позволяет с высокой степенью достоверности воссоздать объект с требуемой степенью детализации, смоделировать протекающие в нем процессы и провести отладку возможных вариантов проектных решений на виртуальной модели, добившись практически полного соответствия характеристик объекта требованиям заказчика. Являясь единым источником входной и выходной информации и единым объектом разработки для всех участников инвестиционно-строительного проекта, информационная модель служит основой для построения единой цифровой системы управления инженерными данными на всех этапах жизненного цикла объекта, позволяющей организовать единый центр цифрового взаимодействия субъектов ИСД. Это дает возможность рассматривать *BIM*-концепцию через призму методологии процессного управления, увязывающей цели реализации и стратегию достижения желаемого результата путем соответствующей организации сквозных процессов.

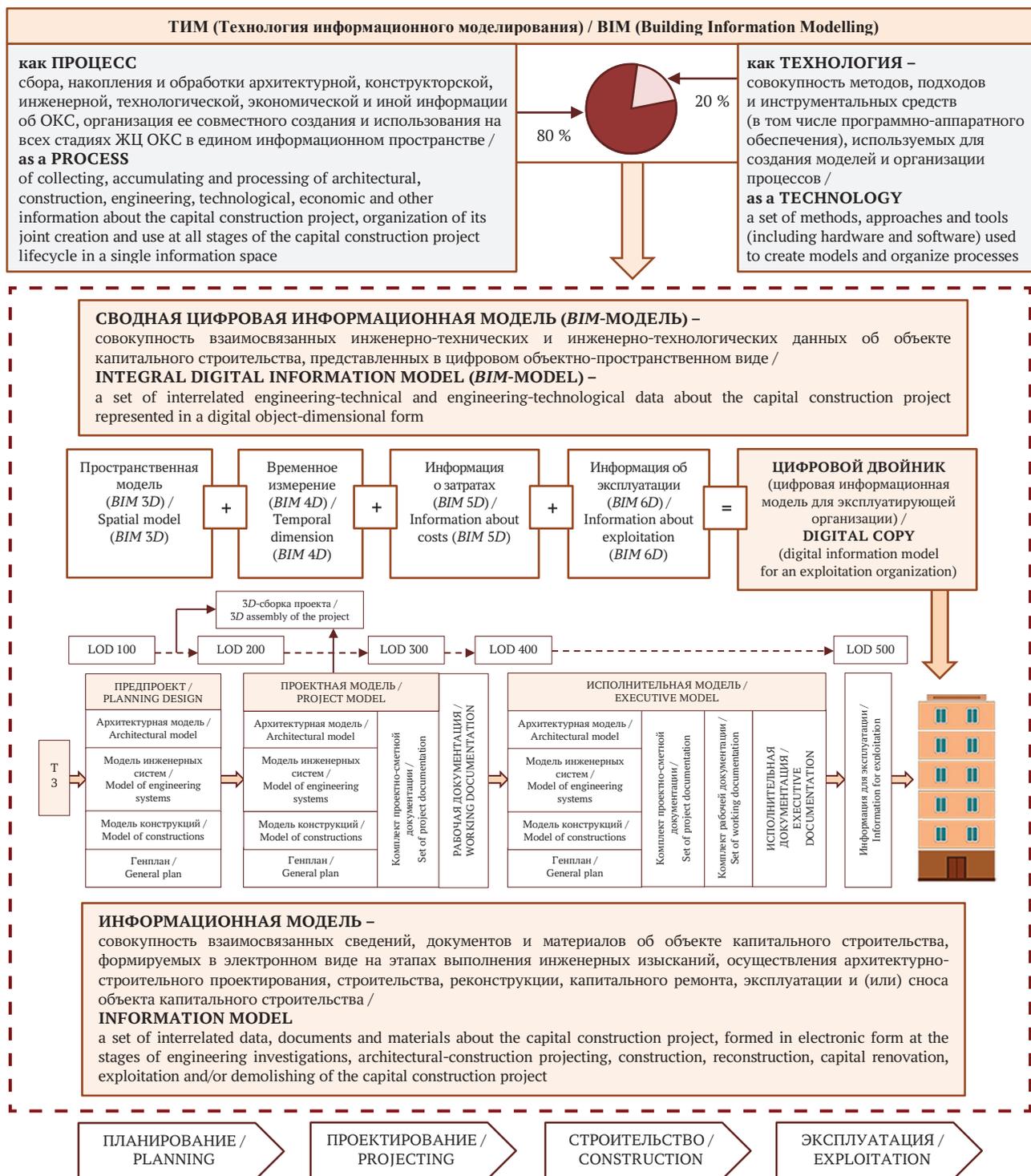
Проведенный в рамках исследования анализ сущности *BIM*-концепции с точки зрения процессного подхода позволил идентифицировать несколько ключевых процессов, оказывающих решающее воздействие на полноценную практическую реализацию технологии, а именно:

- формирование информационной модели;
- ведение информационной модели (актуализация сведений, документов, материалов, включенных в информационную модель ОКС, путем их изменения и (или) перевода в режим архивного хранения);
- процесс обмена данными об информационных моделях (и самими информационными моделями) на всех этапах жизненного цикла ОКС.

Расширение *BIM*-модели посредством включения дополнительного временного измерения (*BIM 4D*) на данный момент является перспективой развития градостроительной деятельности. Использование связанных со временем параметров позволит отслеживать динамику изменения состояния модели на основании разработанного графика работ. Наблюдая в режиме реального времени за визуализированным графиком, участники ИСД получают возможность осуществлять контроль реализации проекта и мониторинг исполнения отдельных его этапов, принимать обоснованные решения, исходя из достоверных данных различных источников [12, 25, 26]. *BIM*-модели уровня *4D* нацелены на автоматическое определение узких мест с указанием последствий реализации проекта, генерирование и исследование альтернативных вариантов устранения коллизий с последующей трансляцией оптимального варианта строительства в *3D*-модель. Это позволит увеличить темпы и сократить сроки строительства, обеспечить бесперебойную логистику стройматериалов. Кроме того, применение инструментов моделирования и визуального наблюдения за работой и логистикой как отдельного строительного участка, так и строительства в целом обеспечит повышение эффективности использования строительной техники и инвестиционно-строительного процесса [27].

---

<sup>1</sup> Информационное моделирование в строительстве. СП 333.1325800. 2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573514520> (дата обращения: 10.12.2022).



**Рис. 3. Концептуальная модель технологии информационного моделирования**

Источник: составлено авторами по результатам исследования.

**Fig. 3. Conceptual model of the information modeling technology**

Source: compiled by the authors by the research results.



*BIM 5D* – *BIM*-модель, разработанная посредством добавления в *4D* (или *3D*) модель информации о затратах, позволяющей автоматизировать анализ и мониторинг исполнения бюджета проекта [18]. Возможность привязки данных о стоимости к каждому объекту модели обеспечит проектировщиков ценным инструментом автоматической оценки сметной стоимости проекта еще на стадии разработки его концепции и ускорит итерационный процесс проектирования посредством приведения затрат в соответствие с бюджетом заказчика. Однако реализовать разработку *5D*-модели с привязкой к стоимости строительства на практике достаточно сложно, поскольку на российском рынке стоимость определяется по сметным нормативам, которые на текущий момент не приведены в соответствие с отдельными элементами модели. Элементами модели являются конкретные объекты (например, дверь, фурнитура и т. д.), а формулировки, приведенные в актуальной сметной базе (к примеру, «установка дверного полотна») учитывают стоимость группы элементов, покрывающей данную статью затрат. В этой связи не представляется возможным выделить из статей расходов в смете все определенные в модели элементы и привязать к ним информацию о сметной стоимости. Таким образом, в перспективе модель уровня *BIM 5D* обеспечит застройщиков инструментами управления затратами в течение всего срока реализации проекта.

Дополнение *5D* (*4D* или *3D*) модели информацией об эксплуатационных характеристиках здания (*BIM 6D*) станет принципиально новым этапом развития информационного моделирования, на котором цифровой двойник, построенный на основе *6D BIM*-модели, будет выступать в качестве инструмента организации обслуживания и основы управления активами ОКС. Например, если информационная модель будет содержать данные, позволяющие рассчитать энергопотребление здания еще на этапе его проектирования, то заложенные в проект точные прогнозные значения данного показателя будут гарантией энергоэффективности введенного в эксплуатацию строительного объекта.

Концепция *nD BIM*-уровней позволяет отследить процесс ведения *BIM*-модели с точки зрения ее информационной насыщенности. Технологический аспект процесса наполнения информационной модели данными разного типа (временными, стоимостными и т. д.) указанная концепция не отражает. Возможность реализации каждого из *nD BIM*-уровней определяется, прежде всего, степенью инфраструктурной информационно-технологической зрелости, обеспечивающей интегрированный, интероперабельный процесс последовательного формирования полноценной информационной модели на каждой стадии жизненного цикла ОКС. В этой связи актуальной является оценка текущего уровня зрелости *BIM*-технологии на основе классической диаграммы Бью – Ричардса, демонстрирующей эволюционное развитие технологической составляющей концепции *BIM* от классических систем автоматизированного проектирования к комплексному мультидисциплинарному *BIM*-решению (рис. 4).

По своей сути, наряду с уровнями зрелости технологии информационного моделирования, модель Бью – Ричардса демонстрирует и эволюцию процесса перехода градостроительной сферы на *BIM*-технологии.

Регулярное уточнение содержательной составляющей уровней зрелости и их дополнение новыми структурными элементами происходит в соответствии с расширением возможностей, обеспечивающих реализацию *BIM*-концепции информационных технологий. Основные идентификационные признаки ключевых уровней зрелости *BIM*-технологии определяются функциональными возможностями инструментальных средств формирования информационной модели и технологиями ее наполнения, характеристикой форматов обмена данными, оценкой степени интеграции дисциплин проекта и описанием способов взаимодействия участников инвестиционно-строительной деятельности. Лежащие в основе модели ключевые положения, представленные Марком Бью и Мервином Ричардсом еще в 2008 г., остаются неизменными, но характеристики уровней зрелости продолжают динамически расширяться (табл. 3).

На текущий момент большинство компаний российской архитектурно-строительной отрасли по использованию на практике САПР и зрелости *BIM*-технологии находятся на первом уровне и, как правило, применяют *BIM* для решения задач узкого профиля. Целевым стратегическим направлением их дальнейшего краткосрочного развития должен стать переход к *BIM2*, требующему полной совместимости информационной модели *3D* со всей проектной документацией.

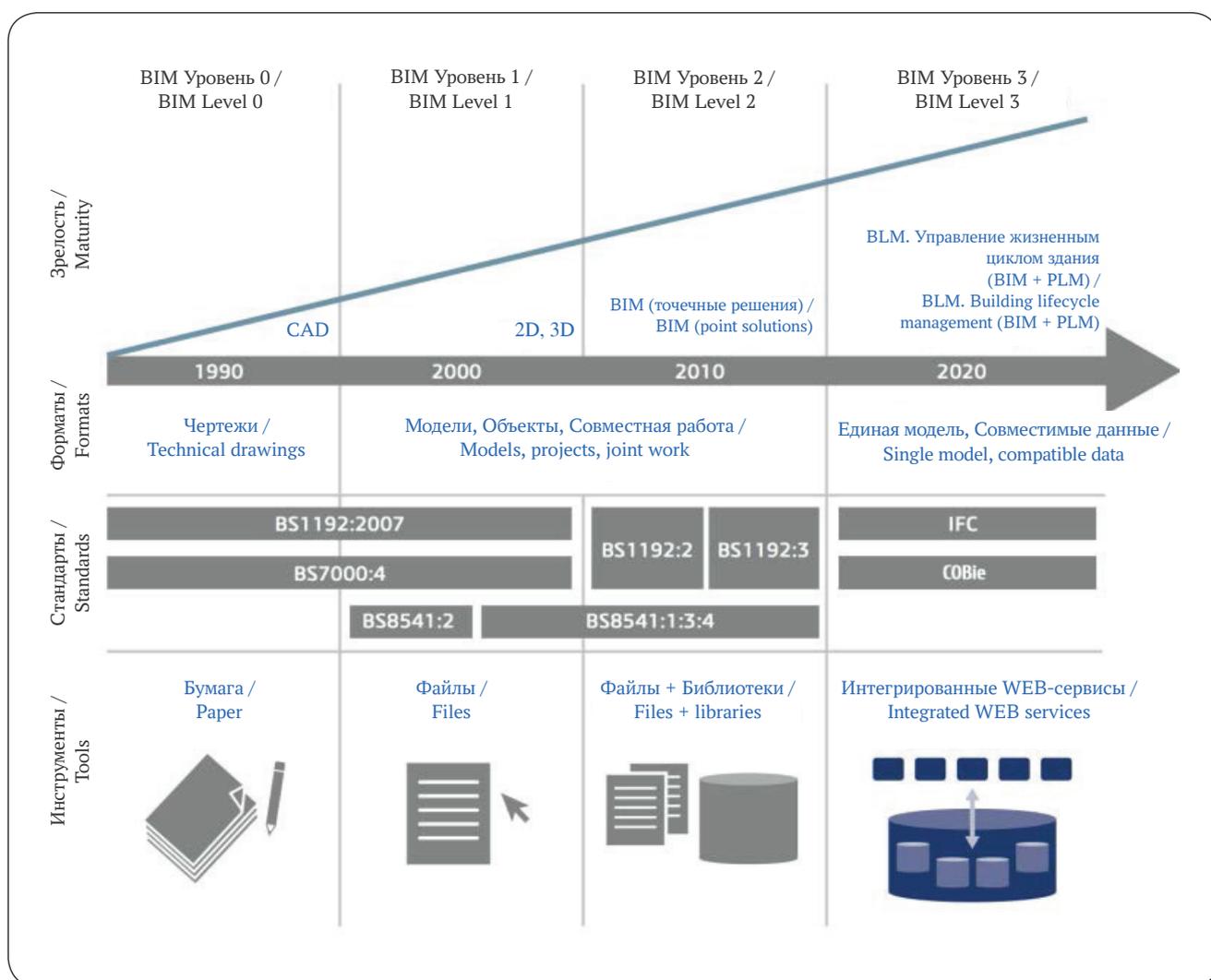


Рис. 4. Карта уровней зрелости BIM Бью – Ричардса

Источник: BIM Уровни. URL: <https://prorubim.com/ru/2015/07/bim-levels/> (дата обращения: 10.12.2022).

Fig. 4. Map of BIM maturity levels by Bew–Richards

Source: BIM levels, available at: <https://prorubim.com/ru/2015/07/bim-levels/> (access date: 10.12.2022).

В отрасли постепенно идет процесс накопления знаний и опыта, и достижение второго уровня, в принципе, оценивается большинством экспертов как реальное при условии совершенствования системы нормативно-правового обеспечения, автоматизации соответствующих процессов и разработки цифровых платформ. Переход к полностью интегрированному BIM рассматривается как долгосрочный перспективный формат развития отечественной строительной индустрии, поскольку на данный момент даже содержание требований к этому уровню зрелости динамично [28–30]. Поиск способов его достижения, разработка технологий формирования и ведения единой интегрированной информационной модели с полной поддержкой этапов жизненного цикла ОКС является предметом постоянных дискуссий в профессиональном сообществе специалистов. При этом использование технологии как инструмента достижения основной цели дальнейшего развития строительной индустрии – сокращение сроков инвестиционно-строительной стадии жизненного цикла ОКС – не вызывает ни у кого сомнений.

Таблица 3

Характеристика уровней зрелости BIM-технологии  
Table 3. Characteristics of the maturity levels of the BIM technology

Уровень / Level	Технологии / Technologies	Обмен данными / Data exchange	Совместная работа / Joint work
0 2D CAD Неуправляемый CAD / 0 2D CAD Unmanaged CAD	Автоматизированное проектирование реализовано посредством создания традиционных плоских чертежей в 2D-формате (без трехмерных данных) с использованием чертежно ориентированных систем (электронных кульманов) / Automated projecting via traditional 2D drawings (without 3D data) using drawing systems (electronic drafting boards)	Обмен данными между участниками проекта происходит на бумажном или электронном носителе (как правило, в виде цифровых отпечатков в формате PDF). Обмен реализован на уровне 2D-геометрии в нативных CAD форматах / Project participants exchange data on a paper or electronic carrier (usually as digital prints in PDF format). Exchange is implemented as 2D geometry in native CAD formats	Управляемая среда для совместной работы и взаимодействия практически отсутствует или реализована посредством внешних ссылок / Virtually no manageable environment for joint work and interaction, or it is implemented via external links
1 Управляемый CAD (одиночный BIM) / 1 Managed CAD (single BIM)	Комбинированное использование 3D CAD (на этапе концептуальной проработки проекта) и формата 2D CAD (при подготовке проектной, рабочей документации) и формировании иной производственной информации). Создаются отдельные датацентричные и файловые информационные модели, сводная модель не формируется. Проектные работы регламентируются стандартом BS1192: 2007 / Combined use of 3D CAD (during conceptual elaboration of the project) and 2D CAD format (when preparing project, working documentation and forming other operative information). Separate data-centered and file information models are created; no integral model is formed. Project works are regulated by BS1192: 2007 standard	Обмен информацией реализован с использованием электронных файлов и осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутики в нативных 2D и 3D CAD-форматах, открытые форматы практически не используются. Электронный обмен между участниками в рамках отдельной дисциплины организован через общую среду передачи данных CDE (Common Data Environment) / Data exchange is implemented using electronic files at 3D geometry levels and attributes in native 2D and 3D CAD formats; open formats are not actually used. Electronic exchange between the participants is organized via the Common Data Environment (CDE)	Каждая заинтересованная сторона управляет (формирует, обрабатывает, публикует) собственным набором данных. Междисциплинарное взаимодействие не реализовано, интеграция осуществляется только на уровне отдельных разделов/дисциплин проекта. Управление коммерческой частью проекта осуществляется автономно без интеграции в этапы жизненного цикла проекта / Each stakeholder manages (forms, processes, publishes) their own set of data. Interdisciplinary interaction is not implemented; integration is carried out only at the level of individual sections/disciplines. The commercial part of the project is managed autonomously without integration into the project lifecycle stages
2 Объединенный BIM / 2 United BIM	BIM-проект представляет собой совокупность консолидированных 3D-моделей САПР (раздельные датацентричные и файловые информационные модели), каждая из которых формируется в отдельном программном продукте / BIM project is a set of consolidated 3D models of CAE system 9separate data-centered and file information models), each of which is formed in a separate software	Налаженный процесс обмена данными на уровне 3D-геометрии и атрибутики с использованием не только нативных BIM-форматов, но и открытых форматов и схем (IFC, XML, BCF) / Established process of data exchange at the level of 3D geometry and attributes using not only native BIM formats but also open formats and patterns (IFC, XML, BCF)	Уровень предполагает параллельную работу участников над элементами сводной BIM-модели, при этом каждый использует свою 3D-модель / The level implies parallel work of the participants over the elements of an integral BIM model, while each uses their own 3D model

Окончание табл. 3 / End of Table 3

Уровень / Level	Технологии / Technologies	Обмен данными / Data exchange	Совместная работа / Joint work
	<p>Сборка сводной модели в целях ее анализа и выявления коллизий осуществляется в специализированных программах-агрегаторах (но совместная работа в единой 3D-модели на данном уровне, как правило, не осуществляется).</p> <p>Реализована частичная поддержка жизненного цикла ОКС.</p> <p>Уровень предполагает добавление следующих измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- временного измерения BIM 4D (визуализации модели с учетом времени, визуализация графика работ и т. д.);</li> <li>- информации о затратах BIM 5D (определение стоимости проекта в реальном времени, планирование и управление строительством и т. д.).</li> </ul> <p>Проектные работы регламентируются стандартами PAS 11922:2013 и BS1192:2007 / Assembly of the integral model for its analysis and revealing collisions is implemented in specialized aggregator software (but joint work in a single 3D model is not performed, as a rule).</p> <p>The maintenance of the lifecycle of a capital construction project is partially implemented.</p> <p>The level implies adding the following dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- temporal dimension BIM 4D (model visualization with time, works schedule, etc.);</li> <li>- information about costs BIM 5D (specifying the project cost real time, planning and managing construction, etc.).</li> </ul> <p>Project works are regulated by PAS 11922:2013 and BS1192:2007 standards</p>		<p>Междисциплинарная интеграция реализована посредством формирования сводной (консолидированной) информационной модели.</p> <p>Функционирует единая среда общих данных / Interdisciplinary integration is implemented through forming a consolidated information model. A common data medium is functioning</p>
<p>3 Интегрированный, интероперабельный BIM / Integrated, interoperable BIM</p>	<p>Результат BIM-технологии – единая интегрированная информационная модель, в которой реализована полная поддержка этапов жизненного цикла ОКС. Все участники проекта используют полноценную единую BIM-модель, принимая участие в интегрированных процессах ее формирования и ведения на всех этапах жизненного цикла ОКС / The result of BIM technologies is a common integrated information model with full support of a capital construction project lifecycle stages. All project participants use a full-fledged common BIM model, taking part in the integrated process of its forming and maintaining at all stages of capital construction project lifecycle.</p>	<p>Единая среда общих данных, предоставляющая возможность обмена трехмерной геометрической и атрибутивной информацией в открытых форматах (IFC – Industry Foundation Classes) / Common data medium, continuing the possibility to exchange 3D geometrical and attributive information in open formats (IFC – Industry Foundation Classes)</p>	<p>Прямой регламентированный доступ к элементам интегрированной информационной модели всех участников инвестиционно-строительного проекта на протяжении всего жизненного цикла ОКС / Direct regulated access to the elements of the integrated information model for all participants of the investment-construction project during the whole capital construction project lifecycle</p>

Источник: составлено авторами с использованием [2, 3, 10] и Моделью уровня зрелости BIM. URL: [https://concurator.ru/bim/bim\\_maturity\\_levels/](https://concurator.ru/bim/bim_maturity_levels/) (дата обращения: 10.12.2022).

Source: compiled by the authors using [2, 3, 10] and Model of BIM maturity levels, available at: [https://concurator.ru/bim/bim\\_maturity\\_levels/](https://concurator.ru/bim/bim_maturity_levels/) (access date: 10.12.2022).



Значительный рост эффективности градостроительной деятельности при полном переходе к системе управления ОКС на основе данных BIM-моделей будет достигаться кумулятивно за счет сокращения издержек, временных и финансовых затрат на разных этапах проекта, обусловленного преимуществами управления жизненным циклом объектов капитального строительства с применением BIM-технологии. По оценкам НИУ МГСУ<sup>2</sup> (2022 г.), использование технологии информационного моделирования только на стадии строительства позволит снизить затраты на сопровождение и контроль в два раза, сократить сроки оформления исполнительной документации в пять раз, а сроки строительства – на 20 %. В целом по инвестиционно-строительным проектам предполагается повышение точности стоимостных оценок проектов на 10–30 %, сокращение коллизий и изменений в проекте до 25–40 %, транзакционных издержек взаимодействий субъектов ИСД на 20–30 %, рост темпов строительства на 30 %. Кроме того, разработка и применение единой цифровой инфраструктуры взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта увеличит прозрачность инвестиционно-строительной деятельности и повысит эффективность государственной инвестиционной политики.

Исполнение описанных процессов предполагает неизбежную необходимость развития системы специализированных программных продуктов, цифровых сервисов и платформ, причем успешность реализации BIM-концепции с точки зрения процессного подхода преимущественно и определяется именно уровнем развития информационных технологий и функциональными возможностями программного обеспечения.

### Заключение

Результаты, полученные в процессе проведенного исследования, подтверждают высокие потенциальные возможности технологии информационного моделирования для решения задач оптимизации управления информацией об объекте капитального строительства на всех этапах его жизненного цикла. Недостаточный уровень разработанности методологических основ технологии на современном этапе выступает в качестве одного из основных препятствий ее внедрения в реальную практику. Многие руководители рассматривают внедрение технологии лишь с точки зрения обновления программного обеспечения, что не позволяет реализовать комплексный подход. Систематизация атрибутов, характеризующих уровни зрелости BIM по трем основным критериям (используемые технологии, организация обмена данными и совместной работы), позволила сделать вывод о низком текущем уровне зрелости технологии в большинстве компаний российской строительной отрасли – уровень 1 (Управляемый CAD), который характеризует низкую способность строительного процесса к информационному обмену с использованием информационного моделирования на всех стадиях жизненного цикла.

Проведенное исследование сущности различных смысловых контекстов BIM-технологии, ее особенностей с точки зрения процессного, технологического и результативного подходов свидетельствует о необходимости использования синергетической междисциплинарной концепции ее внедрения. Систематизация ключевых элементов концептуальной модели информационного моделирования и идентификация ключевых процессов ее динамического наполнения наряду с теоретико-методологической, имеет и практическую значимость, поскольку модель может быть использована в качестве основы при разработке стратегий цифровой трансформации предприятий архитектурно-строительной сферы на основе технологии информационного моделирования.

### Список литературы

1. Бачурина С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 2: Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология. Москва: ДМК Пресс, 2021. 128 с.

2. Бачурина С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. Москва: ДМК Пресс, 2021. 106 с.

<sup>2</sup> Цифровизация строительной отрасли на всех этапах жизненного цикла ОКС. Технический отчет НИУ МГСУ. 2022. URL: <https://digital-build.ru/wp-content/uploads/2022/07/13029866.179299560164735928.1.2-1.pdf> (дата обращения: 10.12.2022).



3. Смирнов Д. Информационный BIM-менеджмент в соответствии с ISO 19650 // Путевой навигатор. 2022. № 50(76). С. 24–29.
4. BIM-integrated construction safety risk assessment at the design stage of building projects / Y. Lu, P. Gong, Y. Tang et al. // Automation in construction. 2021. Vol. 124. P. 103553.
5. BIM-Based Research Framework for Sustainable Building Projects: A Strategy for Mitigating BIM Implementation Barriers / B. Manzoor, I. Othman, S. S. S. Gardezi et al. // Applied sciences (Switzerland). 2021. Vol. 11, № 12. P. 5397.
6. The adoption of building information modelling (BIM) for BIM-based project contractors during the construction phase / W. N. S. Wan Mohammad, M. R. Abdullah, S. Ismail // Malaysian Construction Research Journal. 2022. Vol. 16, № 2. Pp. 92–102.
7. Exploring the influence of risks in BIM implementation: a review exploring BIM critical success factors and BIM implementation phases / T. F. L. Da Silva, A. V. Arroiteia, S. B. Melhado et al. // Journal of Modern Project Management. 2021. Vol. 8, № 3. Pp. 125–135.
8. Гулик В. Ю. Перспективы внедрения BIM-технологий // Архитектура, строительство, транспорт. 2021. № 2. С. 58–63.
9. BIM-технологии в строительстве: международный опыт и проблемы внедрения в России / А. Г. Плотников, Б. А. Казиева, А. А. Соломатин // Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития» (Вектор-2021): сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 25 мая 2021 года. Ч. 4. Москва: Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2021. 316 с.
10. Международный опыт и тенденции развития технологии информационного моделирования применительно к жизненному циклу объектов железнодорожной инфраструктуры / А. В. Казаринов, В. П. Куприяновский, В. В. Талапов // International Journal of Open Information Technologies. 2020. Т. 8, № 12. С. 94–112.
11. Мыльников А. В. Повышение эффективности проектной деятельности на основе внедрения BIM-технологий // Столица науки. 2019. № 5 (10). С. 124–132.
12. Технологии BIM как инструмент управления строительными проектами в Российской Федерации: успехи и возможности / А. В. Семенихина, А. С. Чурсин, Т. О. Зайченко // Перспективные технологии проектного менеджмента в региональной и отраслевой индустрии: материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Орел, 25–26 апреля 2019 г. Т. 1. Орел: Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, 2019. 333 с.
13. Роль BIM-технологий в организации и технологии строительства / В. А. Фонтокина, А. А. Савенко, Е. Д. Самарский // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, № 1. URL: <https://esj.today/PDF/06ECVN122.pdf> (дата обращения: ).
14. Шеронова Т. Н., Шеронов М. М. Управление активами полного жизненного цикла объекта строительства с использованием технологии информационного моделирования BIM-технологии // Транспортное строительство: сборник статей Второй всероссийской научно-технической конференции, Москва, 12–14 апреля 2021 г. Москва: Перо, 2021. 230 с.
15. Integration of digital twin and BIM technologies within factories of the future / V. L. Badenko, N. S. Bolshakov, E. V. Tishchenko et al. // Magazine of Civil Engineering. 2021. № 1 (101). P. 10114.
16. Информационно-технологическое обеспечение формирования единой цифровой среды взаимодействия в градостроительной сфере / А. Г. Савина, Л. И. Малявкина, Д. А. Савин // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2022. № 15. С. 60–65.
17. Теоретико-методологические основы ИТ-обеспечения корпоративной системы управления проектами в проектно-ориентированных организациях / А. Г. Савина, Л. И. Малявкина, Д. А. Савин // Вестник ОрелГИЭТ. 2020. № 3(53). С. 26–32.
18. Smith P. BIM Implementation – Global Strategies // Procedia Engineering. 2014. Vol. 85. Pp. 482–492.
19. Особенности использования технологии информационного моделирования (BIM-технологии) на примере программного обеспечения Revit / И. В. Баклушина, А. В. Усова, А. В. Бойкова // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62–5. С. 80–83. <https://doi.org/10.18411/lj-06-2020-103>
20. Energy analysis of building structures using BIM: a review / E. Asser, T. T. Baza, G. M. Dabi et al. // System technologies. 2021. № 1(38). Pp. 77–81.
21. Silka, D. N., Burlutsky, N. A. (2022). Cost management technologies for construction projects in the context of introduction of information modelling // Real Estate: Economics, Management. 2022. № 2. Pp. 23–28.
22. Oparina L. A. Application of information modelling technologies for construction time management // Smart Composite in Construction. 2021. Vol. 2, № 2. Pp. 48–55.
23. Ковалев В. В. К вопросу применения технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2022. № S2(22). С. 202–207.
24. Application of BIM-technologies during the construction and operation of buildings and structures / A. Bogdanov, V. Zaitsev, K. Khalitova // E3S Web of Conferences. Vol. 274 (2021). 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE-2021). France, 2021. P. 6009.



25. BIM technologies to optimize the catch-up schedule for the implementation of the construction schedule plan, taking into account external stochastic impacts / E. P. Gorbaneva, A. V. Mishchenko // *Real Estate: Economics, Management*. 2022. № 1. Pp. 58–67.
26. Leonovich S. N., Riachi J. 3D-modeling for life cycle of the structure // *Science and Technique*. 2021. Vol. 20, № 1. Pp. 5–9.
27. Канев В. В., Лаптев Д. В. Опыт применения технологий информационного моделирования для анализа архитектурно-конструктивных решений зданий // *Инновации. Наука. Образование*. 2020. № 21. С. 1147–1152.
28. Ovsianikova T. Yu., Patsukov A. A. Building information modelling systems: strategic objectives and realities of digital transformation in construction // *Real Estate: Economics, Management*. 2022. № 1. Pp. 13–18.
29. Appraisal of emergence of building information modeling (BIM) and blockchain technologies in construction industry / A. Awali, H.A. H. Ahmed, B. N. A. Almasni et al. // *Экономика строительства*. 2022. № 2(74). Pp. 108–119.
30. Дорохов Д. С., Овчинников И. И. Взаимодействие технологий информационного моделирования с возможностями виртуальной и дополненной реальности // *Вестник евразийской науки*. 2022. Т. 14, № 3.

## References

1. Bachurina, S. S. (2021). *Information modeling: methodology of using digital models during transition to digital projecting and construction. Part 2: Transition to digital projecting and construction. Methodology*. Moscow, DMK Press. (In Russ.).
2. Bachurina, S. S. (2021). *Information modeling: methodology of using digital models during transition to digital projecting and construction. Part 1: Digital project management of full cycle in city development. Theory*. Moscow, DMK Press. (In Russ.).
3. Smirnov, D. (2022). Информационный BIM-менеджмент в соответствии с ISO 19650. *Putevoi navigator*, 50(76), 24–29. (In Russ.).
4. Lu, Y., Gong, P., Tang, Y., Sun, S., & Li, Q. (2021). BIM-integrated construction safety risk assessment at the design stage of building projects. *Automation in construction*, 124, 103553.
5. Manzoor, B., Othman, I., Gardezi, S. S. S., Altan, H., & Abdalla S. B. (2021). BIM-Based Research Framework for Sustainable Building Projects: A Strategy for Mitigating BIM Implementation Barriers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(12), 5397.
6. Wan Mohammad, W. N. S., Abdullah, M. R., & Ismail, S. (2022). The adoption of building information modelling (BIM) for BIM-based project contractors during the construction phase. *Malaysian Construction Research Journal*, 16(2), 92–102.
7. Da Silva, T. F. L., Arroteia, A. V., Melhado, S. B., De Carvalho M. M., & Vieira, D. R. (2021). Exploring the influence of risks in BIM implementation: a review exploring BIM critical success factors and BIM implementation phases, *Journal of Modern Project Management*, 8(3), 125–135.
8. Gulik, V. Ju. (2021). Prospects for the introduction of BIM technologies, *Architecture, Construction, Transport*, 2, 58–63. (In Russ.).
9. Plotnikov, A. G., Kazieva, B. A., & Solomatin, A. A. (2021). BIM technologies in construction: international experience and problems of introduction in Russia. In *Economy today: contemporary state and prospects of development (Vektor-2021): collection of works of All-Russia scientific conference of young researchers with international participation, Moscow, May 25, 2021. Part 4* (pp. 201–206). Moscow, Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art). (In Russ.).
10. Kazarinov, A. V., Kupriyanovsky, V. P., & Talapov, V. V. (2020). International experience and development trends of information modeling technology in relation to the life cycle of railway infrastructure facilities. *International Journal of Open Information Technologies*, 8(12), 94–112. (In Russ.).
11. Mylnikov, A. V. (2019). Improve the efficiency of project activity based on the implementation of BIM technologies. *Stolitsa Nauki*, 5(10), 124–132. (In Russ.).
12. Semenikhina, A. V., Chursin, A. S., & Zaichenko, T. O. (2019). BIM technologies as a tool of managing construction projects in the Russian Federation: achievements and opportunities. In *Prospective technologies of project management in regional and sectoral industry: works of the 1st All-Russia scientific-practical conference, Orel, April 25–26, 2019* (Vol. 1, pp. 236–242). Orel: I. S. Turgenev Orel State University. (In Russ.).
13. Fontokina, V. A., Savenko, A. A., & Samarskiy, E. D. (2022). The role of BIM technologies in the construction economy. *The Eurasian Scientific Journal*, 14(1), 06ECVN122. <https://esj.today/PDF/06ECVN122.pdf> (In Russ.).
14. Sheronova, T. N., & Sheronov, M. M. (2021). Managing the assets of the full lifecycle of a construction project using the BIM technology. In *Transportation construction: collection of works of the 2nd All-Russia scientific-technical conference, Moscow, April 12–14, 2021*. Moscow, Pero Publishing House. (In Russ.).
15. Badenko, V. L., Bolshakov, N. S., Tishchenko, E. B., Fedotov, A. A., Celani, A. C., & Yadykin, V. K. (2021). Integration of digital twin and BIM technologies within factories of the future. *Magazine of Civil Engineering*, 1(101), 10114.
16. Savina, A. G., Malyavkina, L. I., & Savin, D. A. (2022). Information and technological provision in formation of unified digital interaction environment in town-planning. *Образование и наука без гранитов: фундаментальные и прикладные исследования*, 15, 60–65. (In Russ.).



17. Savina, A. G., Malyavkina, L. I., & Savin, D. A. (2020). Theoretic-methodological bases of it maintenance of project management corporate system in the project-oriented organizations. *OrelSIET bulletin*, 3(53), 26–32. (In Russ.).
18. Smith, P. (2014). BIM Implementation – Global Strategies. *Procedia Engineering*, 85, 482–492.
19. Baklushina, I. V., Usova, A. V., & Boikova, A. V. (2020). Features of the use of information modeling technology (BIM technologies) on the example of Revit software. *Trends in the Development of Science and Education*, 62–5, 80–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.18411/lj-06-2020-103>
20. Asser, E., Baza, T. T., Dabi, G. M., & Dereje, L. S. (2021). Energy analysis of building structures using BIM: a review. *System technologies*, 1(38), 77–81.
21. Silka, D. N., & Burlutsky, N. A. (2022). Cost management technologies for construction projects in the context of introduction of information modelling. *Real Estate: Economics, Management*, 2, 23–28. (In Russ.).
22. Oparina, L. A. (2021). Application of information modelling technologies for construction time management. *Smart Composite in Construction*, 2(2), 48–55. (In Russ.).
23. Kovalev, V. V. (2022). On the application of information modeling technology at all stages of the life cycle of buildings and structures. *Actual Problems of Military Scientific Research*, S2(22), 202–207. (In Russ.).
24. Bogdanov, A., Zaitsev, V., & Khalitova, K. (2021). Application of BIM-technologies during the construction and operation of buildings and structures. *E3S Web of Conferences Volume 274 (2021). 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE-2021)* (p. 6009). France.
25. Gorbaneva, E. P., & Mishchenko, A. V. (2022). BIM technologies to optimize the catch-up schedule for the implementation of the construction schedule plan, taking into account external stochastic impacts. *Real Estate: Economics, Management*, 1, 58–67. (In Russ.).
26. Leonovich, S. N., & Riachi, J. (2021). 3D-modeling for life cycle of the structure. *Science and Technique*, 20(1), 5–9.
27. Kanev, V. V., & Laptev, D. V. (2020). Experience of using information modeling technology for analyzing architectural-construction solutions of buildings. *Innovatsii. Nauka. Obrazovanie*, 21, 1147–1152. (In Russ.).
28. Ovsianikova, T. Yu., & Patsukov, A. A. (2022). Building information modelling systems: strategic objectives and realities of digital transformation in construction. *Real Estate: Economics, Management*, 1, 13–18. (In Russ.).
29. Awali, A., Ahmed, H. A. H., Almasni, B. N. A. et al. (2022). Appraisal of emergence of building information modeling (BIM) and blockchain technologies in construction industry. *Construction economics*, 2(74), 108–119. (In Russ.).
30. Dorokhov, D. S., & Ovchinnikov, I. I. (2022). Interaction of information modeling technologies with the possibilities of virtual and augmented reality. *Bulletin of Eurasian Science*, 14(3). (In Russ.).

#### Вклад авторов

Л. И. Малявкина: определение гипотезы, концепции, цели и границ исследования, экономическая интерпретация результатов.

А. Г. Савина: постановка задач и выбор методов исследования, разработка концептуальной модели, описание результатов исследования и формулирование выводов.

Д. А. Савин: изучение и анализ нормативных документов, трудов ведущих специалистов в сфере информационного моделирования, отчетов об исследованиях уровня применения BIM в России, систематизация результатов и их графическое представление.

#### Authors' contributions

L. I. Malyavkina formulated the hypothesis, concept, objective and limitations of the research, conducted economic interpretation of the results.

A. G. Savina set the tasks and selected the methods of the research, elaborated the conceptual model, described the research results and formulated the conclusions.

D. A. Savin studied and analyzed normative documents and works of the leading experts in the sphere of information modeling, reports on the research of BIM implementation in Russia, systematized and graphically presented the results.

*Конфликт интересов:* авторами не заявлен.

*Conflict of Interest:* No conflict of interest is declared by the authors.

Дата поступления / Received 12.12.2022

Дата принятия в печать / Accepted 09.02.2023