



# Формирование центров компетенций применения технологий информационного моделирования в строительстве

**Илья Леонидович КИЕВСКИЙ**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, генеральный директор, e-mail: mail@dev-city.ru

**Ярослав Владимирович ЖАРОВ**<sup>1,2</sup>, кандидат технических наук, руководитель отдела планирования и организации строительства, доцент, e-mail: y.zharov@dev-city.ru

<sup>1</sup> ООО НПЦ «Развитие города», 129090 Москва, просп. Мира, 19, стр. 3

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337 Москва, Ярославское ш., 26

**Аннотация.** Исследование направлено на описание практического подхода формирования центров компетенций применения технологии информационного моделирования в строительной отрасли, а также увязку рассмотренных подходов с общими принципами этой технологии. Сформированные в статье методы дают возможность уже на ранних этапах цифровизации строительной отрасли обеспечить целесообразность, эффективность и «бесшовный» переход к применению данной технологии при решении практических задач в части организационно-технологического проектирования и управления строительным производством. В результате изучения обширного списка литературы становится очевидно, что комплексное применение технологии информационного моделирования может быть эффективным только при системном – отраслевом подходе. Однако решение обозначенных практических задач на этапе подготовки строительного производства и в процессе управления реализацией проекта может быть выстроено эффективно за счет локального применения этой технологии. Исследование основывается на обширном обзоре научной литературы и опыте реализации инвестиционно-строительных проектов с применением такой технологии. Внимание сосредоточено на организационно-технологических задачах, решаемых на протяжении жизненного цикла проекта. Проблема формирования центров компетенций применения данной технологии связана, в том числе и с дефицитом квалифицированных кадров с цифровыми знаниями в строительной отрасли, и ее решение создаст благотворную среду для наработки таких навыков у специалистов, вовлеченных в процесс управления реализацией пилотных проектов, на базе которых создаются центры компетенций.

**Ключевые слова:** технология информационного моделирования, информационная модель, организационно-технологическое проектирование, САПР в строительстве, единичный блок информационной модели, визуализация календарного планирования, центр компетенции.

## FORMATION OF COMPETENCE CENTERS FOR THE APPLICATION OF BIM TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

**Ilya L. KIEVSKIY**<sup>1</sup>, e-mail: mail@dev-city.ru

**Yaroslav V. ZHAROV**<sup>1,2</sup>, e-mail: y.zharov@dev-city.ru

<sup>1</sup> Research and Design Center "City Development", prospect Mira, 19, str. 3, Moscow 129090, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavl'skoe shosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation

**Abstract.** The research is aimed at describing a practical approach to the formation of competence centers for the application of information modeling technology in the construction industry, as well as linking the described approaches with the general principles of this technology. The methods formed in the article make it possible already at the early stages of digitalization of the construction industry to ensure the expediency, efficiency and seamless transition to the use of this technology when solving practical problems in terms of organizational and technological design and management of construction production. As a result of studying an extensive list of references, it becomes obvious that the integrated application of information modeling technology can be effective only with a system - industry approach. However, the solution of isolated practical tasks at the stage of preparation of construction production and in the process of project implementation management can be built effectively due to the local application of this technology. The research is based on an extensive review of scientific literature and experience in the implementation of investment and construction projects using such technology. Attention is focused on organizational and technological tasks that are solved throughout the life cycle of the project. The problem of the formation of competence centers for the use of this technology is connected, among other things, with the shortage of qualified personnel with digital knowledge in the construction industry, and its solution will create a beneficial environment for developing such skills among specialists involved in the process of managing the implementation of pilot projects on the basis of which competence centers are being created.

**Key words:** building information modeling, information model, organizational and technological design, CAD in construction, building blocks in BIM, visualization of scheduling, competence center.

## Введение

Минстрой России<sup>1</sup> в декабре 2014 г. выступил с инициативой поэтапного внедрения информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства как ответ на вызов, стоящий перед строительной отраслью. За прошедшие годы реализовано множество инициатив в этом направлении<sup>2,3</sup>, разработаны стандарты и нормативные документы, регламентирующие применение технологии информационного моделирования (ТИМ), осуществляется активное развитие программы «Цифровое строительство» для обязательного использования ТИМ в государственных проектах. Один из важнейших шагов в реализации этой программы — формирование «центров компетенций» применения ТИМ<sup>4</sup>.

Опираясь на правила формирования информационной модели объектов капитального строительства (ИМ ОКС) согласно СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», задачей участников инвестиционно-строительной деятельности (ИСД) в части проработки цифровой ИМ ОКС (ЦИМ ОКС) стала агрегация информации, необходимой для реализации проекта. В состав цифровой модели объекта на этапе подготовки строительного

производства включают, помимо результатов проектной работы, графические и атрибутивные данные, обеспечивающие выполнение строительно-монтажных работ (СМР), а именно рабочую документацию и технологические проектные решения ОКС, в том числе проект производства работ с применением конкретного материально-технического обеспечения. По существу, на данном этапе производится увязка ЦИМ ОКС, полученной на этапе проектирования, и детализированного календарно-сетевых графика. Такая интеграция позволяет выстроить эффективным образом процесс анализа и оптимизации организационно-технологических решений, а также реализовать визуализацию анализа плана-факта.

В рамках цифровизации технологических процессов на строительной площадке стоит учитывать факт значительного числа типов информации и перечня участников, вовлеченных в реализацию инвестиционно-строительного проекта (ИСП). Целесообразно интегрировать информацию, получаемую в процессе организационно-технологической проработки и на этапе реализации СМР, в единую среду общих данных (СОД) и распределить доступ для всех заинтересованных участников в объеме, соответствующем их роли в проекте. Источником таких данных служит проектная и организаци-

онно-технологическая документация, результаты инвестиционного, управленческого и строительного контроля.

Несмотря на огромные преимущества ТИМ, отмеченные специалистами в России [1–3] и других странах [4, 5], представители строительной отрасли и эксперты часто утверждают, что ТИМ становится средством повышения эффективности только в том случае, если участники ИСД действительно сотрудничают и прорабатывают совместную многостороннюю интеграцию ТИМ в реализуемые процессы [6–8].

Доводы экспертов о необходимости комплексного применения ТИМ справедливы, и в рамках статьи выделяется один из аспектов комплекса — применение данной технологии для разработки организационно-технологических решений на этапе подготовки к строительству и для мониторинга СМР на этапе фактического производства. Практический опыт проектирования, накопленный в нашей организации, как раз позволил выявить ряд проблемных моментов различного масштаба от технических и методологических до системных, требующих вмешательства на законодательном уровне. Если коротко охарактеризовать перечень таких моментов, то основные следующие: *кадры* (на рынке труда имеется явный недостаток проектировщиков по всем разделам, которые могут работать в ТИМ); *стоимость* (фонд оплаты труда у проектировщиков в ТИМ выше, необходимо покупать дорогостоящее ПО и оргтехнику); *сроки* (детализация модели еще на стадии «П» требует существенно большего количества трудозатрат) и *работа с моделью* всех участников ИСД (не решены вопросы хранения модели, нет достаточной компетенции у заказчика и строительных организаций) [9, 10].

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

<sup>2</sup> Постановление правительства РФ от 15.09.2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в п. 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».

<sup>3</sup> Постановление правительства РФ от 5.03.2021 г. № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства».

<sup>4</sup> Распоряжение правительства РФ от 28.07.2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

**Задачи исследования** заключены в систематизации практического опыта и методологических наработок, направленных на адаптацию ТИМ для применения на строительной площадке путем формирования центров компетенций на этапах организационно-технологического проектирования и фактического производства. Сформулированы практики инновационного подхода инжиниринга строительного производства и опытного применения ТИМ на стадии реализации объекта капитального строительства, используя существующие возможности программного обеспечения как отечественной разработки, так и их зарубежных аналогов. И как производная от перечисленных процессов – выявление потенциала повышения качества конечного продукта строительной отрасли.

### Методы

Организационно-технологическое проектирование на этапе подготовки строительного производства объекта включает в себя разработку комплексного проекта производства работ и детализированных технологических карт с использованием ТИМ. В существующих реалиях типовая организационная структура строительной компании понятие неустойчивое, в этой связи в части оператора ЦИМ ОКС стоит выделить «инжиниринговую компанию», которая на протяжении всего жизненного цикла осуществляет управление ЦИМ ОКС и ее дорабатывает под требования технического заказчика. Позиции выделения обособленной инжиниринговой компании подкрепляются разрозненностью рынка программного обеспечения и, как следствие, отсутствием как единого формата передачи информационной модели, так и отраслевой стандартизации работы с «ТИМ-данными» [11, 12]. Принци-

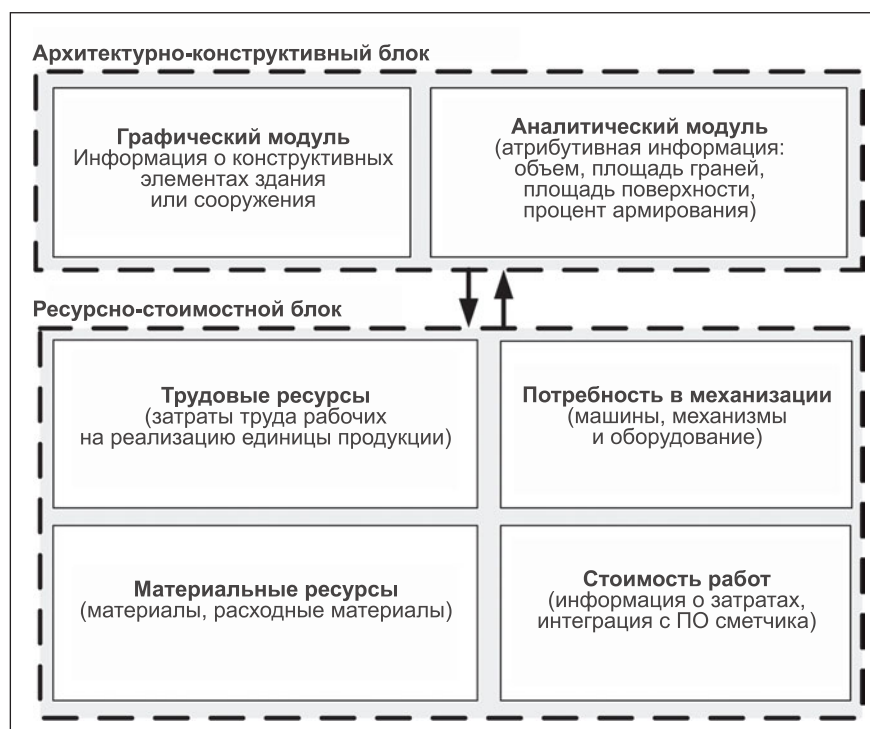


Рис. 1. Схема единичных элементов информационной модели

пиальным для успешной работы будет личная заинтересованность руководителя организации с выделением соответствующих полномочий руководителю такой компании или подразделения.

Одна из задач инжиниринговой компании – доработка и/или детализация ЦИМ ОКС в части наполнения параметров элементов ИМ, выделения захваток и фронта работ, в том числе внедрения цифровизации процесса строительства с привязкой элементов модели к временному параметру – графику производства работ [13, 14]. Указанный процесс должен учитывать разобщенную структуру генподрядных и подрядных организаций и сложившиеся общие принципы организационно-технологического проектирования в строительстве. Исходя из этого целесообразно изучить вопрос интеграции процессов организационно-технологического проектирования в стадию жизненного цикла ИСП – разработка рабочей документации. Реализовать процесс орга-

низационно-технологического проектирования и планирования по методу «снизу-вверх» без значительных затрат ресурсов не представляется возможным без использования кластерной структуры. Единая отраслевая или корпоративная база единичных элементов модели (рис. 1) позволит не только сократить трудоемкость подобных задач, но и повысить стандартизацию организационно-технологического проектирования в отрасли [15].

Разрабатываемые типовые единичные элементы должны соответствовать блочной структуре ЦИМ ОКС. Это требование отвечает за обеспечение гибкости конечной цифровой модели объекта, а также позволяет гарантировать преимущество информации к ЦИМ и ее единичным элементам. Кроме того, оно соответствует требованиям адаптивности модели к изменениям на всех стадиях жизненного цикла проекта. Стоит отметить, что разработка библиотеки единичных элементов информационной мо-

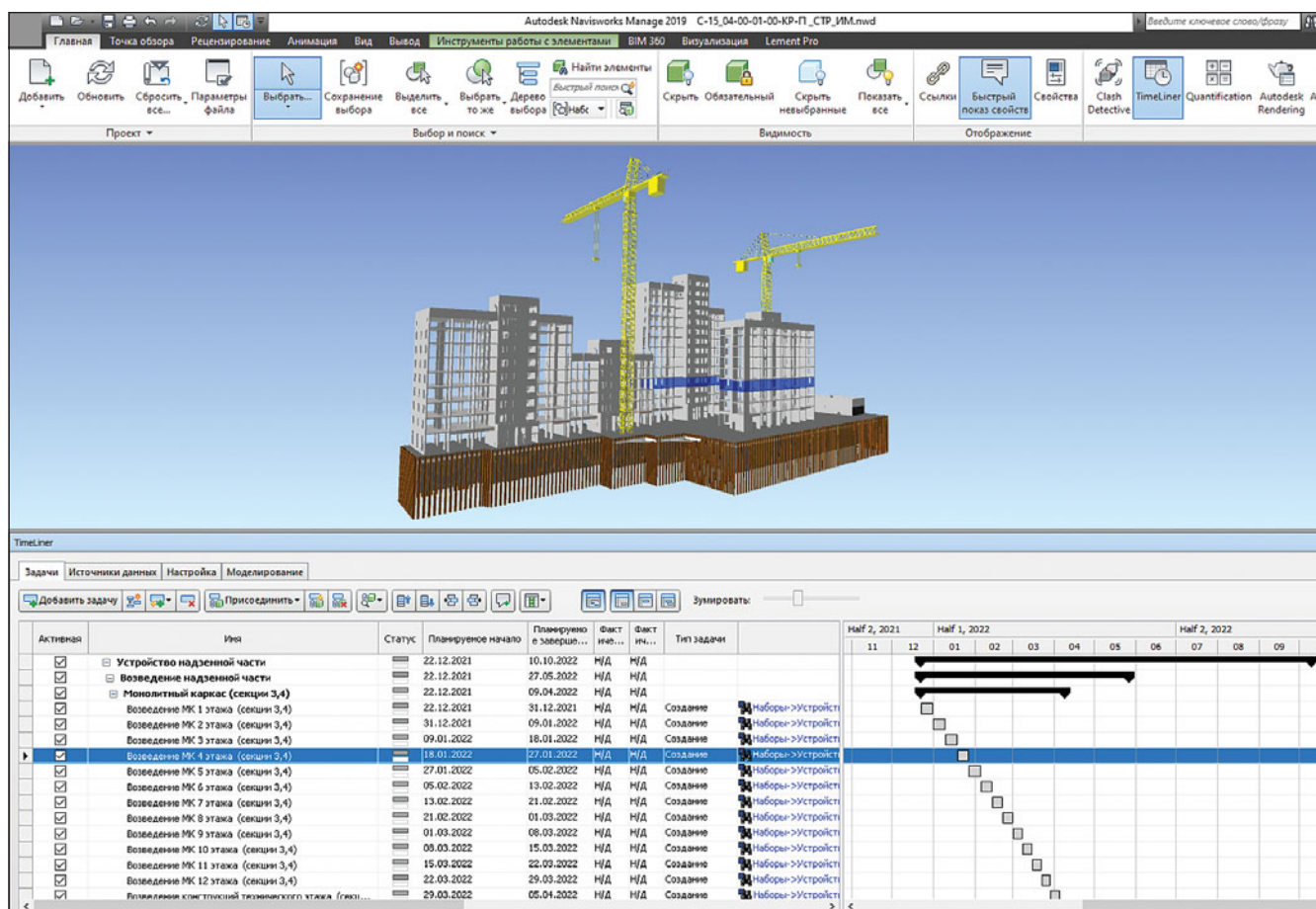


Рис. 2. Увязка информационной модели объекта капитального строительства и графика производства работ

дели (семейств) задача правильная и нужная, но может быть «не подъемной» для обособленной организации и видится выполнимой только в рамках государственной программы по комплексной цифровизации строительной отрасли [16]. Учитывая сложность проблематики и разрозненность задач моделирования на этапах жизненного цикла, современные компании научились внедрять ТИМ в собственные процессы итерационным путем, выгружая из графического и аналитического модуля информацию, и на ее основе с помощью рекомпонентов формировать ресурсно-стоимостной блок. Такой подход позволяет решить проблему здесь и сейчас, но не содействует комплексному подходу к цифровому моделированию.

### Решение организационно-технологических задач на основе инструментария ТИМ

На этапе *оценки технологического решения* требуется определить ресурсоемкость и сметную стоимость запроектированных работ [17]. Нередко именно стоимостные показатели становятся ключевыми для утверждения технологического решения в проекте. Во время проработки проектно-технических решений стоимостная оценка может быть задействована в подборе технологического решения и утверждении его в проекте. Ресурсно-стоимостной блок позволяет дать такую оценку. При декомпозиции структуры модели на отдельные блоки можно ориентироваться не на укрупненные показатели или объект-аналог, а смоделировать затратную часть

сегмента модели. Так, формируется возможность проанализировать стоимость отдельных частей проекта, используя единичные блоки как составные части объектов.

Группировка с помощью динамических связей архитектурно-конструктивного и ресурсно-стоимостного блоков дает возможность оценить динамику требуемых инвестиций в проект как на этапе проектирования, так и при рассмотрении вопроса о внесении изменений в проект на более поздних стадиях.

Своевременная разработка информационной модели здания позволяет верифицировать затраты на отдельных этапах строительства [18]. Особое внимание должно уделяться не только капитальным затратам на стадии строительства, но и долгосроч-

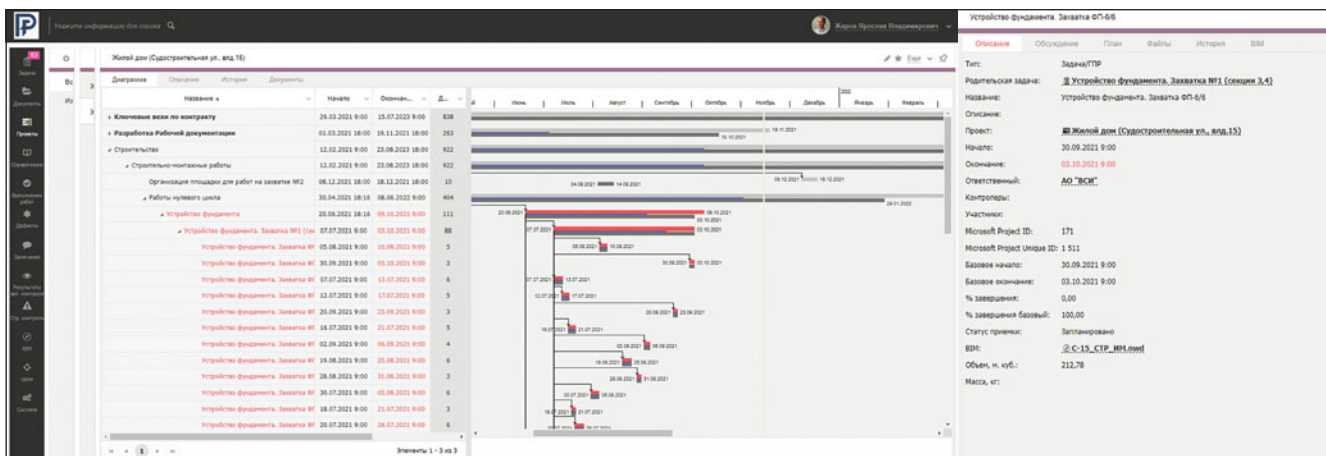


Рис. 3. Увязка элементов проектной информации с графиком производства работ в среде общих данных

ным затратам на этапе эксплуатации здания. Новые способы работы с информацией могут быть в дальнейшем применены для удовлетворения информационных потребностей при реализации масштабных программ Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы.

Практический опыт показал, что на этапе реализации объекта капитального строительства важный аспект управления — *формирование и проверка графика производства СМР*. Управляющей компании важно оценить риски по проекту, связанные с увеличением стоимости и сроков реализации проекта. Значимость этого аспекта особенно актуальна, когда речь идет о крупных, долгосрочных, программах столичного Градостроительного комплекса, например о программе реновации в Москве.

В настоящее время в рамках реализации программы уже разработано 89 проектов планировки территории (ППТ), каждый из которых представляет собой комплексный проект, включающий возведение стартовых домов, переселение жителей с последующим сносом пятиэтажных домов и строительство на освободившейся площадке. Кроме того, в каждом ППТ запланировано наличие социальных и ком-

мерческих объектов, развитие дорожно-транспортной и инженерной инфраструктуры. Безусловно, такой объем работ требует координации и планирования, разработки взаимоувязанного графика или плана реализации с ведением мониторинга в СОД.

Принципы управления строительным проектом могут быть интегрированы совместно с ИМ ОКС в среде общих данных проекта. *Использование СОД* позволяет выстроить процесс обмена информацией между участниками с минимальными потерями ключевой информации. Состав наполнения СОД может быть различен, но информационной базой в ней выступают календарный график проекта и ИМ ОКС. Эффективное взаимодействие участников инвестиционно-строительного проекта на данном этапе возможно в результате взаимной увязки этих составляющих (рис. 2).

Увязку графика производства работ и ИМ ОКС целесообразно производить на ранних этапах жизненного цикла проекта. Это позволяет отсеять потенциально неверные (неоптимальные или невыполнимые) проектные и технологические решения. Данный график может помочь не только в управлении проектом, но и организации хранения информации в СОД. Примером такого подхода

можно назвать широкий спектр программного обеспечения ERP систем, структурирование информации в которых выстроено за счет увязки информационных потоков в задачу графика реализации проекта (рис. 3).

### Выводы

1. По результатам аналитической обработки информации, представленной выше, формируется перечень требований к среде общих данных проекта, которая удовлетворяет требованиям действующих нормативных документов, предъявляемым к ЦИМ ОКС для этапа реализации СМР:

- возможность интеграции полученных на этапе проектирования результатов проектной команды. Библиотека документации по проекту с возможностью работы с ЦИМ ОКС;
- собственный или интегрированный инструментарий календарного планирования с увязкой календарных графиков и информационной модели. Инструментарий для материально-технического планирования и контроля обеспечения;
- возможность интегрирования модуля контроля качества строительства (обеспечение выполнения строительного контроля и государственного строительного надзора);

- модуль работы с атрибутивной информацией для подтверждения факта выполнения работ и актуализации атрибутивного содержания ЦИМ ОКС для возможности ее проработки до уровня исполнительской модели;
- гибкие модули, позволяющие сформировать хранящуюся в среде общих данных информацию в формате, удовлетворяю-

щем потребности эксплуатирующей организации.

2. Учитывая особенности существующей организационной структуры технического заказчика и организаций, вовлеченных в процесс реализации инвестиционно-строительного проекта, целесообразно формировать центры компетенций применения ТИМ на базе среды общих данных строи-

тельного проекта. Информация, накопленная на протяжении жизненного цикла проекта, представляет собой ценный цифровой актив технического заказчика, а формализованные процессы обмена информацией по проекту являются де-факто компетенциями, формирование которых необходимо для полноценной цифровизации строительной отрасли.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Киевский И. Л., Крутяков А. Ю., Иванова О. А. [и др.]. Опыт использования отечественных и импортных BIM-продуктов при проектировании жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 11. С. 42–48. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.42-48.
2. Lazareva N., Kochenkova E. Value engineering in construction as synthesis of methodology of investment flows management and price formation [Управление стоимостью строительства как синтез методологии управления инвестиционными потоками и ценообразования] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. XXVIII R-P-S Seminar. 2019. P. 01210.
3. Семенов С. А., Жуков Г. Н. Использование BI-технологий в муниципальном управлении // Жилищное строительство. 2020. № 12. С. 22–28.
4. Abdirad H., Mathur P. Artificial intelligence for BIM content management and delivery: Case study of association rule mining for construction detailing [Искусственный интеллект для управления и передачи BIM-контента: Тематическое исследование разработки правил ассоциации для детализации строительства] // Advanced Engineering Informatics. 2021. Vol. 50. P. 101414.
5. Dashti M. S. et al. Integrated BIM-based simulation for automated time-space conflict management in construction projects [Интегрированное моделирование на основе BIM для автоматизированного управления пространственно-временными конфликтами в строительных проектах] // Automation in Construction. 2021. Vol. 132. P. 103957.
6. Сборщиков С. Б., Журавлев П. А. Организационные аспекты развития территорий и застройки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 3. С. 58–70.
7. Разаков М. А., Разакова Р. В. Применение современных программных комплексов в строительном образовании // Инженерное образование: опыт, перспективы, проблемы: тр. конф. (16 ноября 2020 г., Благовещенск). Благовещенск : Дальневосточный гос. аграрный ун-т, 2021. С. 54–60.
8. Юргайтис А. Ю., Никишкин М. В. Анализ влияния специфических факторов на производительность рабочих при монолитных работах // Строительное производство. 2021. № 1. С. 22–28.
9. Киевский И. Л., Семенов С. А., Гришутин И. Б., Минаков С. С. Методы сетевого планирования и управления при реализации проектов планировки территории // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 49–54. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.49-54.
10. Kievskiy I. L. Assessment of major trends in the development of financial economic instruments in Moscow used in preparation for the implementation of large-scale urban dispersed construction projects [Оценка основных тенденций развития финансово-экономических инструментов в Москве, используемых при подготовке к реализации крупномасштабных городских рассредоточенных строительных проектов] // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. No. 12. Pp. 105–115.
11. Чурбанов А. Е., Шамара Ю. А. Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7(118). С. 824–835.
12. Сборщиков С. Б., Лазарева Н. Б., Маслова Л. А. Параметры реинжиниринга технологических процессов // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 4. С. 28–33.
13. Aleksanin A. Development of construction waste management [Развитие управления строительными отходами] // E3S Web of Conferences. 22<sup>nd</sup> International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. P. 06040.
14. Лapidус А. А., Чапидзе О. Д. Факторы и источники риска в жилищном строительстве // Строительное производство. 2020. № 3. С. 2–9.
15. Жаров Я. В. Организационно-технологическое проектирование в строительстве на основе интеллектуального блока планирования // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6(77). С. 193–199.
16. Петров К. С., Швец Ю. С., Корнилов Б. Д., Шелкоплясов А. О. Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4. С. 173.
17. Горчханов Ю. Я., Николенко Н. С., Гущина Ю. В. Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9. С. 58.
18. Дмитриев А. Н., Барешенкова К. А., Марченкова



С. В. Концепция перехода на внедрение цифровых технологий информационного моделирования в московском строительстве // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строи-

тельной сфере и природопользовании: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 112-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова. М. : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2019. С. 208–220.

R E F E R E N C E S

1. Kievskiy I. L., Krutyakov A. Yu., Ivanova O. A. et al. Experience in using domestic and imported BIM products when designing residential buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2020, no. 11, pp. 42–48. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.42-48.
2. Lazareva N., Kochenkova E. Value engineering in construction as synthesis of methodology of investment flows management and price formation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. XXVIII R-P-S Seminar 2019, p. 01210.
3. Semenov S. A., Zhukov G. N. Use of BI-technologies in municipal management. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2020, no. 12, pp. 22–28. (In Russian).
4. Abdirad H., Mathur P. Artificial intelligence for BIM content management and delivery: Case study of association rule mining for construction detailing. *Advanced Engineering Informatics*, 2021, vol. 50, p. 101414.
5. Dashti M. S. et al. Integrated BIM-based simulation for automated time-space conflict management in construction projects. *Automation in Construction*, 2021, vol. 132, pp. 103957.
6. Sborshchikov S. B., Zhuravlev P. A. Organizational aspects of territory development. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 2021, vol. 23, no. 3, pp. 58–70. (In Russian).
7. Razakov M. A., Razakova R. V. Application of modern software complexes in construction education. *Inzhenerное образование: опыт, перспективы, проблемы* [Engineering education: experience, prospects, problems]. (November 16, 2020, Blagoveshchensk). Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyy gos. agrarnyy un-t Publ., 2021, pp. 54–60. (In Russian).
8. Yurgaytis A. Yu., Nikishkin M. V. Analysis of the influence of specific factors on the productivity of labor during monolithic works. *Stroitel'noe proizvodstvo*, 2021, no. 1, pp. 22–28. (In Russian).
9. Kievskiy I. L., Semenov S. A., Grishutin I. B., Minakov S. S. Methods of network planning and management when implementation territory planning projects. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 49–54. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.49-54.
10. Kievskiy I. L. Assessment of major trends in the development of financial economic instruments in Moscow used in preparation for the implementation of large-scale urban dispersed construction projects. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018, vol. 9, no. 12, pp. 105–115.
11. Churbanov A. E., Shamara Yu. A. The impact of information modelling technology on the development of investment-construction process. *Vestnik MGSU*, 2018, vol. 13, iss. 7(118), pp. 824–835. (In Russian).
12. Sborshchikov S. B., Lazareva N. B., Maslova L. A. Parameters of technological processes reengineering. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2020, no. 4, pp. 28–33. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.04.28-33.
13. Aleksanin A. Development of construction waste management. *E3S Web of Conferences*. 22<sup>nd</sup> International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019, p. 06040.
14. Lapidus A. A., Chapidze O. D. Factors and risks in residential construction. *Stroitel'noe proizvodstvo*, 2020, no. 3, pp. 2–9. (In Russian).
15. Zharov Ya. V. Organizational technological design in construction based on an intelligent planning unit. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2019, no. 6(77), pp. 193–199. (In Russian).
16. Petrov K. S., Shvets Yu. S., Kornilov B. D., Shelkopyasov A. O. The use of bim-technologies in the design and reconstruction of buildings and structures. *Inzhenerный vestnik Dona*, 2018, no. 4, p. 173. (In Russian).
17. Gorchkhanov Yu. Ya., Nikolenko N. S., Gushchina Yu. V. Organizational and technological features of construction project management based on bim-modeling. *Inzhenerный vestnik Dona*, 2019, no. 9, p. 58. (In Russian).
18. Dmitriev A. N., Bareshenkova K. A., Marchenkova S. V. The concept of transition to the implementation of digital information modeling technologies in Moscow construction. *Sovremennye problemy upravleniya proektami v investitsionno-stroitel'noy sfere i prirodopol'zovaniy* [Modern problems of project management in the investment and construction sector and environmental management]. Proc. IX International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 112<sup>th</sup> Anniversary of the Plekhanov RUE. Moscow, Plekhanov REU Publ., 2019, pp. 208–220. (In Russian).

Для цитирования: Киевский И. Л., Жаров Я. В. Формирование центров компетенций применения технологий информационного моделирования в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 11. С. 4–10. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.11.04-10.

For citation: Kievskiy I. L., Zharov Ya. V. Formation of Competence Centers for the Application of BIM Technologies in Construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2021, no. 11, pp. 4–10. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.11.04-10. ■