

Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования

Илья Леонидович КИЕВСКИЙ¹, кандидат технических наук, генеральный директор, e-mail: mail@dev-city.ru

Александр Вячеславович АЛЕКСАНИН², кандидат технических наук, доцент, e-mail: aleks08007@mail.ru

Ярослав Владимирович ЖАРОВ^{1,2}, кандидат технических наук, руководитель отдела планирования и организации строительства, доцент, e-mail: y.zharov@devcity-project.ru

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

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

Аннотация. Развитие строительной отрасли совместно с активным внедрением в нее информационных технологий позволяет применять кардинально новые методы работы с информацией и современные способы коммуникаций между участниками реализации комплексных строительных проектов. Цели и задачи данной работы направлены на повышение качества реализуемых проектов, а также на увеличение скорости принятия и прогнозируемости управленческих решений благодаря использованию технологий информационного моделирования. Термин «технология информационного моделирования» в проводимом исследовании интерпретируется как инструмент обобщения и аналитики информации об объектах строительства при реализации комплексного проекта (возведение нескольких зданий или сооружений на одной территории), который служит надежной основой для принятия управленческих решений в течение всего жизненного цикла программы проекта. В статье использованы общедоступные данные (законодательные и нормативно-правовые акты, опубликованные работы зарубежных и отечественных ученых), а также материалы практической реализации комплексного проекта строительства. Предлагается алгоритм создания системы управления проектами с использованием технологии информационного моделирования, который может стать основой для разработки передовых практик применения этой технологии для всех участников программы реализации комплексных строительных проектов, а также для разработки методической базы обеспечения информационных коммуникаций участников проекта на основе информационных моделей.

Ключевые слова: информационное моделирование, цифровая информационная модель, информационные технологии, цифровизация, строительство, управление проектами.

ORGANIZATIONAL PROVISION OF CONSTRUCTION PROJECTS BASED ON INFORMATION MODELING TECHNOLOGY

Il'ya L. KIEVSKIY¹, e-mail: mail@dev-city.ru

Aleksandr V. ALEKSANIN², e-mail: aleks08007@mail.ru

Yaroslav V. ZHAROV^{1,2}, e-mail: y.zharov@devcity-project.ru

¹ Research and Design Center «City Development», prospect Mira, 19, str. 3, Moscow 129090, Russian Federation

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavlshosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation

Abstract. The development of the construction industry, together with the active introduction of information technologies, makes it possible to apply radically new methods of working with information and modern methods of communication among participants in the implementation of complex construction projects. The goals and objectives of this work are aimed at improving the quality of projects being implemented, as well as increasing the speed of adoption and predictability of management decisions due to the use of information modeling technologies. The term "information modeling technology" in the study conducted is interpreted as a tool for generalizing and analyzing information about construction objects when implementing an integrated construction project (erection of several buildings or structures on the same territory), which serves as a reliable basis for making management decisions throughout the life cycle of the project program. The article uses publicly available data (legislative and regulatory legal acts, published works of foreign and domestic scientists), as well as materials for the practical implementation of a complex construction project. An algorithm for creating a project management system using information modeling technologies is proposed, which can become the basis for developing best practices for using information modeling technologies for all participants in the program for the implementation of complex construction projects, as well as for developing a methodological base for ensuring information communications of project participants based on information models.

Key words: information modeling, digital information model, information technologies, digitalization, construction, project management.

Введение

Вопросам внедрения информационных технологий уделяется значительное внимание на самом высоком государственном уровне, так как залогом перехода общества на новую, более высокотехнологичную ступень развития служит цифровизация всех сфер экономики. Так, например, согласно национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2024 г. должно быть обеспечено преобразование приоритетных отраслей экономики, включая строительство, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений. Необходимость формирования цифровой экономики также отражена в стратегии развития информационного общества в России на 2017–2030 гг.

В этой связи ключевым фактором является организация работы с данными в цифровом виде, а также обработка больших объемов данных, анализ которых значительно повысит эффективность производства по сравнению с традиционными формами хозяйствования. В научных изданиях регулярно публикуются актуальные отечественные и зарубежные исследования, посвященные развитию и внедрению цифровых технологий в строительную отрасль. В своих работах авторы рассматривают аспекты применения в строительстве машинного обучения и обработки больших объемов данных (Big Data) [1, 2], влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения [3–6], совершенствование процессов информатизации и автоматизации строительно-технических экспертиз [7–9], использование нейросетевых, многомерных моделей [10–12] и т. п.

Напрямую с вопросами цифровизации связано формирование современного городского

пространства, удовлетворяющего экономическим, экологическим и социальным принципам устойчивого развития [13–17]. Устойчивое развитие крупных городов и мегаполисов можно считать одной из стратегических задач правительства нашей страны, решение которой возможно обеспечить только благодаря скоординированной реализации системы программных мероприятий в приоритетных отраслях городской экономики [18, 19].

Методы и материалы исследования

Реализация комплексных строительных проектов — сложный многофакторный процесс, в котором задействовано большое количество участников, начиная с непосредственных исполнителей работ, проектных организаций, поставщиков материалов и заканчивая заказчиками, инвесторами, органами исполнительной власти. Современный уровень цифровизации позволяет значительно облегчить процессы взаимодействия между участниками и применить кардинально новые методы работы с информацией. Далее приведен предлагаемый поэтапный механизм создания системы управления комплексными строительными проектами с использованием технологий информационного моделирования.

На *первом этапе* необходимо выполнить анализ действующих российских и международных нормативно-технических и методических документов, технической документации, научно-технических разработок в сфере управления проектами комплексной застройки. Требуется провести первичный анализ программного обеспечения для управления проектами и портфелями проектов в строительстве, в том числе оценку интеграции технологии информационного моделирова-

ния в инструментарий программного обеспечения.

Для определения ключевых характеристик и параметров информационных моделей объектов капитального строительства необходима систематизация и анализ практик применения технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта. Должны быть определены основные принципы, цели и задачи управления комплексными строительными проектами с использованием информационных технологий.

На *втором этапе* требуется подготовка регламента взаимодействия между всеми участниками процесса управления, который должен в себя включать:

- определение возможного состава участников системы управления комплексным проектом для обеспечения обмена цифровыми информационными моделями объектов;
- требования к исходным данным;
- принципиальную схему процессов управления, а также установление функциональных ролей цифровых информационных моделей объектов и технологии информационного моделирования в рамках данной схемы.

На *последующих этапах* должны быть решены такие задачи, как:

- разработка типового комплексного календарного плана управления комплексным строительным проектом с использованием технологии информационного моделирования;
- формирование методических рекомендаций по декомпозиции перечня объектов застройки, включая определение продолжительности реализации этапов жизненного цикла и типов связей объектов цифровой информационной модели комплексной застройки;

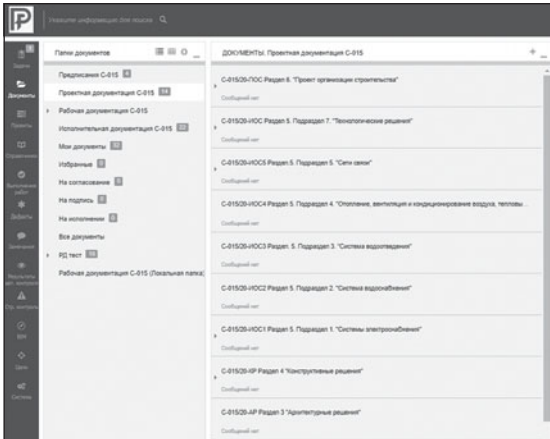


Рис. 1. Структура проектной документации в рамках единой среды общих данных

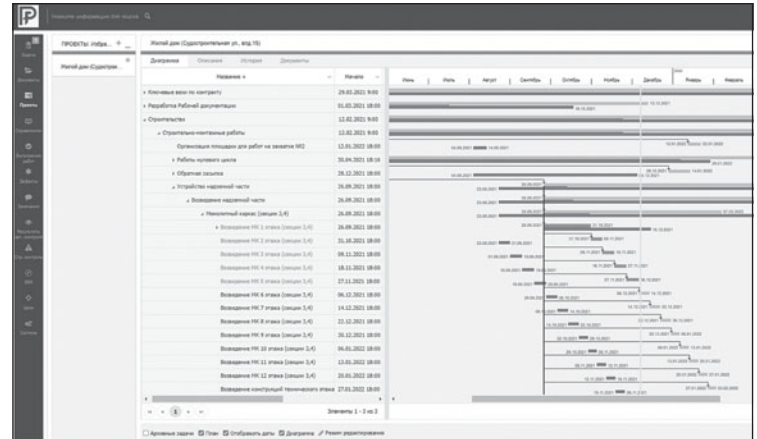


Рис. 2. Модуль календарного планирования в рамках единой среды общих данных

- анализ и систематизация рекомендаций по информационному моделированию комплексного строительного проекта, в том числе разработка типовых элементов (семейств) цифровой информационной модели застройки в формате RVT, NWD, IFC и др.;
- определение требований к блоку календарно-сетевому планированию, установление уровня детализации календарно- сетевого планирования, а также нахождение контрольных точек (вех) и возможности увязки графиков различного уровня в комплексный укрупненный сетевой график;
- выявление основных принципов управления комплексным проектом строительства с использованием технологии информационного моделирования;
- разработка основных принципов управления качеством реализации проекта, включая оценку факторов влияния на существующую застройку и окружающую среду;
- формирование основных принципов планирования и управления ресурсами (производственными мощностями);
- выявление основных принципов интеграции в управление комплексным проектом строительства организаций, непосред-

- ственно не вовлеченных в процесс управления;
 - определение основных принципов мониторинга и освоения стоимости реализации проекта в разрезе формирования ключевых показателей оценки эффективности проекта в целом и его отдельных частей;
 - создание сводной цифровой информационной модели проекта в составе комплексного портфеля проектов;
 - разработка информационных семейств на основе типовых семейств (объектов информационной модели) в составе комплексной цифровой информационной модели;
 - подготовка регламента мониторинга процессов управления с применением технологии информационного моделирования;
 - разработка требований к единому информационному пространству для управления комплексом строительных проектов с использованием технологии информационного моделирования.
- Для своевременного выполнения проектных и строительно-монтажных работ, а также осуществления качественного контроля за ходом строительства необходима единая информационная база, содержащая актуальную, достоверную и согласованную документацию, к

которой будет доступ у каждого участника проекта. Организация взаимодействия участников реализации комплексной застройки в формализованном виде возможна посредством создания единой среды общих данных (СОД).

Данная СОД разрабатывается для управления строительством площадных объектов и может применяться в проектах комплексной застройки района или урбан-блока. Среда позволяет агрегировать и систематизировать различную информацию по проекту и публиковать ее в удобном формате. Рассмотрим публикацию информации на примере проектной документации. В разделе документы сформированы комплекты проектной и рабочей документации, доступ к которой открыт заинтересованным участникам проекта (согласно ролевой функции участия в комплексном проекте), которые могут оставлять свои комментарии и замечания к каждому из разделов проектной документации (рис. 1).

В СОД реализована функция контроля за ходом осуществления строительно-монтажных работ, разработан календарный график производства работ, на котором можно отслеживать фактические объемы работ и акту-

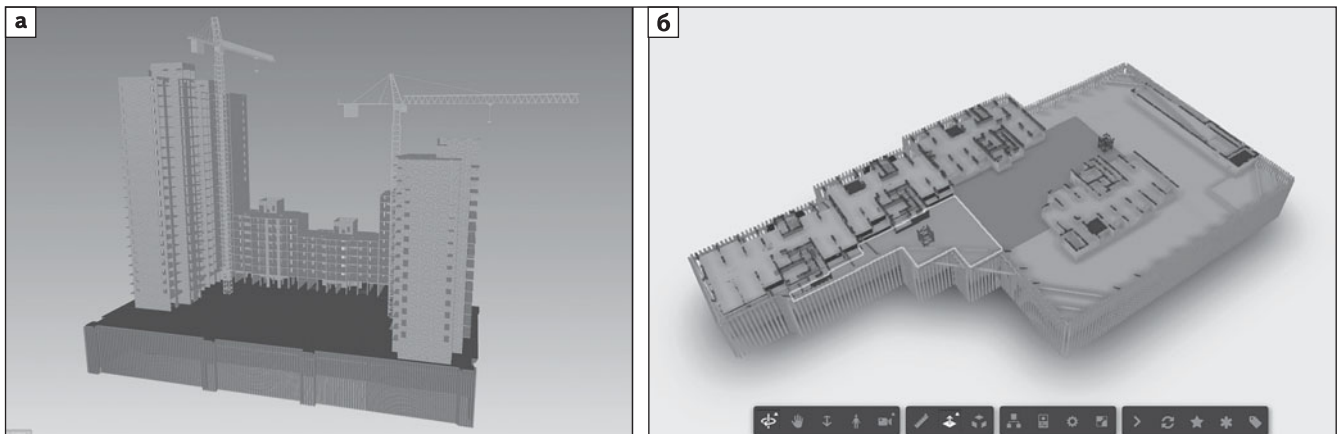


Рис. 3. Цифровая информационная модель площадного объекта в составе комплексной застройки (а) и с привязкой к календарному графику производства работ (б)

альные сроки их выполнения (рис. 2).

Результаты исследования

В рамках проекта выполнена цифровая информационная модель объекта в составе комплексной застройки (рис. 3а) с привязкой к календарному графику производства работ. Это позволяет визуально выделять на модели проведенные объемы работ и/или элементы модели, связанные с задачами, по которым наблюдаются отклонения по качеству или срокам выполнения, что способствует повышению уровня контроля за сроками реализации проекта (рис. 3б).

Развитие практики применения СОД и технологий информационного моделирования в проектах на этапе строительства может рассматриваться как частный случай использования «Виртуального проектирования и строительства» (рис. 4). На примере международной практики совокупная эффективность виртуального проектирования и моделирования организационно-технологических решений может составлять от 3 до 15 % общей стоимости проекта [20, 21].

Также следует отметить эффективность рассматриваемой практики при реализации комплексных многозадачных проектов, когда отклонение по отдельным составляющим ведет к перерасчету всего проекта, что требует дополнительную деятельность по управлению и большой вовлеченности всех участников комплексного проекта. В этой связи видится эффективность данной методики для сложных насыщенных проектов, а также проектных программ, в состав которых включено значительное количество локальных проектов с разнородными характеристиками и динамическим ритмом реализации.

На таких проектах основным приоритетом является не эконо-

мия затрат на фактическое управление, а сокращение издержек на систематические корректировки графиков комплексной программы методом удержания проектов в рамках целевых показателей.

Вывод

Создание системы управления комплексными проектами позволит интегрировать технологии информационного моделирования в процессы, связанные с реализацией крупных инвестиционно-строительных проектов и программ на территории России. Систематизация коммуникаций участников проектов комплексной застройки даст возможность сократить общую трудоемкость проектов и оптимизировать затратную часть инвестиционных программ.

Для полноценного использования преимуществ цифровизации строительной отрасли необходима разработка методической базы, позволяющей создать единую систему управления проектами реализации комплексной застройки с применением технологий информационного моделирования.

Рис. 4. Представление виртуальной модели городской территории



Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Bilal M., Oyedele L. O. Guidelines for applied machine learning in construction industry – A case of profit margins estimation [Рекомендации по прикладному машинному обучению в строительной отрасли – пример оценки рентабельности] // *Advanced Engineering Informatics*. 2020. Vol. 43. P. 101013.
2. Bilal M., Oyedele L. O., Qadir J. et al. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends [Большие данные в строительной отрасли: обзор текущего состояния, возможностей и будущих тенденций] // *Advanced Engineering Informatics*. 2016. Vol. 30. Pp. 500–521.
3. Алексанин А. В. Влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения в строительстве // *Инженерный вестник Дона*. 2021. № 2(74). С. 11–19.
4. Guerra B., Leite F., Faust K. M. 4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams [4D-BIM для улучшения планирования повторного использования и переработки строительных отходов: тематические исследования потоков отходов из бетона и гипсокартона] // *Waste Management*. 2020. Vol. 116(1). Pp. 79–90.
5. Aleksanin A. Modern methods of increasing the level of resource saving in construction [Современные методы повышения уровня ресурсосбережения в строительстве] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 869(6). P. 062028.
6. Aleksanin A. Potential for the use of information systems in the management of construction waste [Возможности использования информационных систем в управлении строительными отходами] // *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 196. P. 04081.
7. Лазарева Н. В., Зиновьев А. Ю. Номенклатура работ, выполняемых в рамках строительной-технической экспертизы на основе информационных моделей // *Промышленное и гражданское строительство*. 2021. № 6. С. 48–55. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.06.48-55.
8. Лазарева Н. В., Зиновьев А. Ю. Регламентация выполнения работ при помощи информационных моделей в составе строительной-технической экспертизы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2020. № 11. С. 105–109. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.105-109.
9. Лазарева Н. В., Зиновьев А. Ю. О принципах информатизации строительной-технической экспертизы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2020. № 7. С. 41–45. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.07.41-45.
10. Жаров Я. В. Оценка параметров организационно-технологических решений на основе нейросетевых моделей // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2018. № 2. С. 110–115.
11. Жаров Я. В. Решение задач организационно-технологического проектирования при помощи методов многомерного моделирования // *Системы. Методы. Технологии*. 2016. № 3(31). С. 106–110.
12. Жаров Я. В. Технология многомерного моделирования – потенциал строительной отрасли // *Научное обозрение*. 2015. № 10-2. С. 242–246.
13. Журавлев П. А., Марукян А. М., Сборщиков С. Б. Регулирование градостроительного зонирования, территориального планирования, проектирования городов и объектов // *Промышленное и гражданское строительство*. 2021. № 7. С. 31–43. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.07.31-43.
14. Сборщиков С. Б., Журавлев П. А. Жизненный цикл градостроительных решений: организационный аспект их реинжиниринга // *Промышленное и гражданское строительство*. 2021. № 4. С. 33–39. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.04.33-39.
15. Kievskiy I. L. Multifactor analysis of readiness of the market of building materials and machinery for the implementation of large-scale urban projects of dispersed construction in Moscow [Многофакторный анализ готовности рынка строительных материалов и техники к реализации масштабных городских проектов рассредоточенного строительства в Москве] // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2018. Vol. 9. № 12. Pp. 348–357.
16. 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.
17. Киевский И. Л. Координация и управление крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства в Москве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 6–13. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.6-13.
18. Aleksanin A., Sborshikov S. Interrelation the life cycle of an object and the concept of sustainable development [Взаимосвязь жизненного цикла объекта и концепции устойчивого развития] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 365(6). P. 062006.
19. Алексанин А. В. Вопросы устойчивого развития строительства в резолюции ООН // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2017. № 7. С. 28–31.
20. Жаров Я. В. Организационно-технологическое проектирование в строительстве на основе интеллектуального блока планирования // *Вестник гражданских инженеров*. 2019. № 6(77). С. 193–199.
21. Куприяновский В. П. [и др.]. Навыки в цифровой экономике и вызовы системы образования // *International Journal of Open Information Technologies*. 2017. Т. 5. № 1. С. 19–25.

R E F E R E N C E S

1. Bilal M., Oyedele L. O. Guidelines for applied machine learning in construction industry – A case of profit margins estimation. *Advanced Engineering Informatics*, 2020, vol. 43, p. 101013.

2. Bilal M., Oyedele L. O., Qadir J. et al. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends. *Advanced Engineering Informatics*, 2016, vol. 30, pp. 500–512.
3. Aleksanin A. V. Influence of information technologies on the possibilities of resource saving in construction. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2021, no. 2(74), pp. 11–19. (In Russian).
4. Guerra B., Leite F., Faust K. M. 4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams. *Waste Management*, 2020, vol. 116(1), pp. 79–90.
5. Aleksanin A. Modern methods of increasing the level of resource saving in construction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 869(6), p. 062028.
6. Aleksanin A. Potential for the use of information systems in the management of construction waste. *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 196, p. 04081.
7. Lazareva N. V., Zinov'ev A. Yu. Nomenclature of works performed within the framework of construction and technical expertise based on information models. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2021, no. 6, pp. 48–55. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.06.48-55.
8. Lazareva N. V., Zinov'ev A. Yu. Regulation of work performance using information models as part of construction and technical expertise. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2020, no. 11, pp. 105–109. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.105-109.
9. Lazareva N. V., Zinov'ev A. Yu. The principles of informatization of construction and technical expertise. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2020, no. 7, pp. 41–45. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.07.41-45.
10. Zharov Ya. V. Estimation of parameters of organizational and technological solutions based on neural network models. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova*, 2018, no. 2, pp. 110–115. (In Russian).
11. Zharov Ya. V. Solving organizational and technological design problems using multidimensional modeling methods. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*, 2016, no. 3(31), pp. 106–110. (In Russian).
12. Zharov Ya. V. Multidimensional modeling technology – the potential of the construction industry. *Nauchnoe obozrenie*, 2015, no. 10-2, pp. 242–246. (In Russian).
13. Zhuravlev P. A., Marukyan A. M., Sborshchikov S. B. Regulation of urban planning zoning, spatial planning, design of cities and facilities. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2021, no. 7, pp. 31–43. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.07.31-43.
14. Sborshchikov S. B., Zhuravlev P. A. The life cycle of urban planning solutions: the organizational aspect of their reengineering. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2021, no. 4, pp. 33–39. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.04.33-39.
15. Kievskiy I. L. Multifactor analysis of readiness of the market of building materials and machinery for the implementation of large-scale urban projects of dispersed construction in Moscow. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018, vol. 9, no. 12, pp. 348–357.
16. Kievskiy I. L., Krutyakov A. Yu., Ivanova O. A. et al. Experience in using domestic and imported BIM products in the design of residential buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2020, no. 11, pp. 42–48. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.42-48.
17. Kievskiy I. L. Coordination and management of large-scale urban dispersed construction projects in Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 6–13. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.6-13.
18. Aleksanin A., Sborshchikov S. Interrelation the life cycle of an object and the concept of sustainable development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 365(6), p. 062006.
19. Aleksanin A. V. Issues of sustainable development of construction in the UN resolution. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova*, 2017, no. 7, pp. 28–31. (In Russian).
20. Zharov Ya. V. Organizational and technological design in construction based on an intelligent planning unit. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2019, no. 6(77), pp. 193–199. (In Russian).
21. Kupriyanovskiy V. P. et al. Skills in the digital economy and challenges of the education system. *International Journal of Open Information Technologies*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 19–25. (In Russian).

Для цитирования: Киевский И. Л., Алексанин А. В., Жаров Я. В. Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 55–60. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.12.55-60.

For citation: Kievskiy I. L., Aleksanin A. V., Zharov Ya. V. Organizational Provision of Construction Projects Based on Information Modeling Technology. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2021, no. 12, pp. 55–60. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.12.55-60. ■

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ! ПРЕЖДЕ ЧЕМ ОТПРАВИТЬ СТАТЬЮ В РЕДАКЦИЮ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ, **ВНИМАТЕЛЬНО** ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ТРЕБОВАНИЯМИ К СТАТЬЯМ, КОТОРЫЕ ПРИВЕДЕНЫ НА САЙТЕ ЖУРНАЛА (www.pgs1923.ru) В РАЗДЕЛЕ «АВТОРАМ».
