

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДЕ НОВОЧЕРКАССКЕ

УДК 69.003

Шутова Марина Николаевна

канд. техн. наук, доцент, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова (Кафедра «Промышленное и гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение»), Новочеркасск, Россия;
Shutovapublish@mail.ru

Кужелева Виктория Александровна

студент, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова, Новочеркасск, Россия;
Viktoria.kuzheleva@gmail.com

Минькова Анастасия Андреевна

студент, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова, Новочеркасск, Россия;
minkova.n.1999@mail.ru

Сотников Александр Сергеевич

студент, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова, Новочеркасск, Россия;
Alex.Sotnikov44@yandex.ru

Кожихов Алексей Григорьевич

канд. техн. наук, доцент, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова, Новочеркасск, Россия;
kozhihow777@yandex.ru

Статья получена: 19.05.2023. Одобрена: 15.06.2023. Опубликовано онлайн: 27.06.2023 © РИОР

INFORMATION MODELING AND LIFE CYCLE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS IN THE CITY OF NOVOCHERKASSK

Shutova Marina

Ph.D., Associate Professor, Platov South-State Polytechnic University (Novocherkassk Polytechnic Institute) (Department of Industrial and civil engineering, geotechnics and foundation engineering), Novocherkassk, Russian Federation;
Shutovapublish@mail.ru

Kuzheleva Viktoriya

student, Platov South-State Polytechnic University, Novocherkassk, Russian Federation;
Viktoria.kuzheleva@gmail.com

Minkova Anastasia

student, Platov South-State Polytechnic University, Novocherkassk, Russian Federation;
minkova.n.1999@mail.ru

Sotnikov Aleksandr

student, Platov South-State Polytechnic University, Novocherkassk, Russian Federation;
Alex.Sotnikov44@yandex.ru

Kozhihov Aleksey

Ph.D., Associate Professor, Platov South-State Polytechnic University, Novocherkassk, Russian Federation;
kozhihow777@yandex.ru

Abstract. For the construction industry, the actual direction of development is the digitalization of construction at all its stages and the creation of a state information system for supporting the urban planning activities of the Russian Federation. It is possible to create this system taking into account the widespread introduction of digital twins, BIM models and building life cycle management systems. The paper considers the development by the team of the SRSPU (NPI) named after M.I. Platov BIM-models of buildings as the basis for creating a digital twin of the entire architectural complex of the SRSPU (NPI). To create a BIM model, two types of software were used: the ArchiCAD PC and the domestic Renga complex. A distinctive feature of the creation of the model was that an existing building was used as a prototype with significant alterations and changes in spatial planning and design solutions carried out during operation. In a practical way, it was revealed that the PC Renga is the most convenient for the purposes of creating BIM projects, since it implements most of the functions for modeling building structures.

Keywords: digital twin, building information modeling, bim, building life cycle

Аннотация. Для строительной отрасли актуальным направлением развитие является цифровизация строительства на всех его стадиях и создание государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности РФ. Создать данную систему возможно с учетом повсеместного внедрения цифровых двойников, BIM-моделей и систем управления жизненным циклом зданий. В работе рассмотрена разработка коллективом ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова BIM-моделей зданий как основы для создания цифрового двойника всего архитектурного комплекса ЮРГПУ (НПИ). Для создания BIM — модели использовались два вида программного обеспечения: ПК ArchiCad и отечественный комплекс Renga. Отличительной особенностью создания модели являлось то, что в качестве прототипа использовалось существующее здание со значительными перестройками и изменениями объемно-планировочных и конструктивных решений, проводившимися в процессе эксплуатации. Практическим путем выявлено, что наиболее удобной для целей создания BIM-проектов является ПК Renga, так как в ней реализовано большинство функций для моделирования строительных конструкций.

Ключевые слова: цифровые двойники, информационное моделирование зданий, BIM, жизненный цикл здания

В рамках направления МинСтроя РФ по цифровизации строительной отрасли и создания государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности РФ (ГИСОГД РФ) актуальным является методика создания и работы с цифровыми моделями зданий и сооружений, опасными производственными объектами, в которых проектирование проведено с учетом деградации свойств конструкций в зависимости от степени реализации негативных факторов (рисков) [1].

Правительство РФ предполагает к 2030 году переход на системы «Цифровое строительство» (создание цифровых двойников или BIM-моделей всех строящихся объектов) и «Строим в один клик» (упрощение и ускорение процедур согласования документации по строительству между участниками строительного производства и органами Минстроя). Для этого предусматривается развитие отечественных программных продуктов для ТИМ, применение технологии ТИМ в жилищном строительстве для обеспечения поэтапного перехода застройщиков, осуществляющих деятельность в соответствии с №214-ФЗ, к обязательному использованию ТИМ с 2023. К 2030 году 100%

МКД должны быть оснащены общедомовыми приборами учёта, интегрированными в интеллектуальные системы, также должна быть создана «умная» экосистема строительной отрасли [2].

Цифровой двойник здания создается на основе исследования текущих характеристик конструкций и высокоточного определения размеров и положения в пространстве при помощи 3-д сканирования или фотограмметрии [3].

Информационное моделирование зданий (BIM) и управление жизненным циклом (PLM) становится инновационным способом виртуального проектирования и управления проектами. В последние годы были достигнуты соответствующие успехи в области моделирования, анализа, проектирования, мониторинга и технического обслуживания объектов. Строительная отрасль в настоящее время переживает переход к философии проектирования, ориентированной на жизненный цикл [4-5].

BIM представляет собой новую парадигму в строительной отрасли, которая способствует интеграции всех заинтересованных сторон в проект.

Целью перехода на информационное моделирование является создание модели здания, в которой состоит из трех частей: архитектурная, конструктивная, коммуникационная, позволяющей учитывать множество факторов, возникающих при обследовании, проектировании, строительстве и реконструкции, ремонте, эксплуатации и сносе объекта капитального строительства. Задача создания BIM-модели состоит из необходимости моделирования 3D визуализации, задания объектам существующих или проектируемых характеристик материалам и конструкциям, то есть создание исходных данных для дальнейшего осуществления какого-либо строительного процесса [6, 7].

Зарубежный опыт доказывает, что даже несмотря на множество исследований и инвестиций в разработку и внедрение BIM, его использование не является основной строительной практикой, а практическая процесс внедрения не совсем понятна. BIM нарушает привычный план проектирования с точки зрения его организации, поэтому предлагается использовать концептуальный подход и дорожную карту, выполняемых работ по проектированию [8, 9]. Приемлемый процесс информационного моделирования может быть достигнут только путем целенаправленного согласования планов вмешательства в модель, которые полностью поддерживают цели нескольких конечных пользователей. В исследовании [10] делается вывод о том, что обычно применяемая

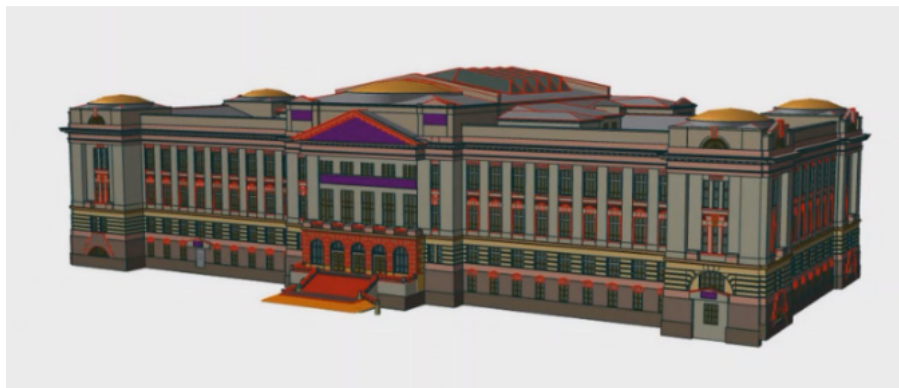


Рис. 1. 3D-модель главного корпуса, созданная в программе Archicad. Вид с лицевого фасада



Рис. 2. BIM-модель робототехнического корпуса в ПК Renga. Вид со стороны лицевого фасада

логика успешной линейной адаптации стандартных инструментов к институциональным моделям не работает в контексте строительства; скорее, пользователи BIM должны позиционироваться как учащиеся с постоянным циклом, чтобы знакомиться с постоянно развивающимися артефактами BIM и сопутствующими рабочими процессами для поддержания согласованности систем [11, 12].

В рамках работы было создано несколько BIM моделей зданий архитектурного ансамбля ЮРГПУ (НПИ) имени М. И. Платова в г. Новочеркасске, Ростовской области. Здания и сооружения архитектурного ансамбля являются Памятником архитектуры Федерального значения.

Для построения BIM-моделей было использовано несколько программных комплексов.

BIM-модель здания главного корпуса НПИ была разработана в ПК Archicad [13] (Рис. 1).

В процессе разработки модели выявилось, что программа ArchiCAD изначально была создана для архитекторов и дизайнеров, а не для строителей. Большинство ее функций направлены на создание интерьера и элементов ландшафта. В сфере строительства и моделирования двухмерных и трехмерных конструкций программа ArchiCAD не может быть полноценно использована для создания BIM-моделей, таким образом для создания цифрового двойника здания главного корпуса необходимо выполнить моделирование здания в другом программном комплексе [14].

Робототехнический корпус ЮРГПУ (НПИ) (рис. 2–5) был представлен в виде BIM-модели в ПК Renga.

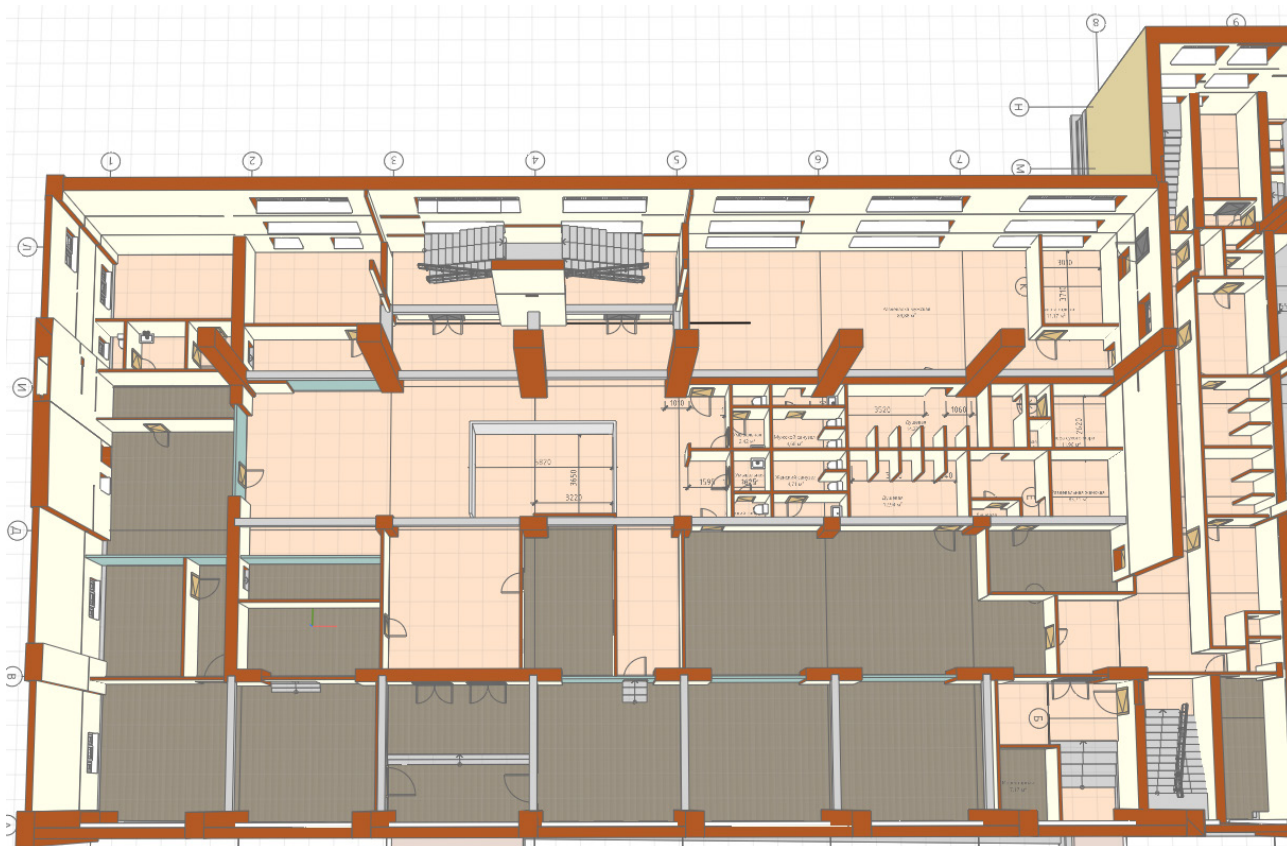


Рис. 3. BIM-модель робототехнического корпуса в ПК Renga. Горизонтальный разрез на уровне третьего этажа



Рис. 4. BIM-модель робототехнического корпуса в ПК Renga. Вид с бокового фасада

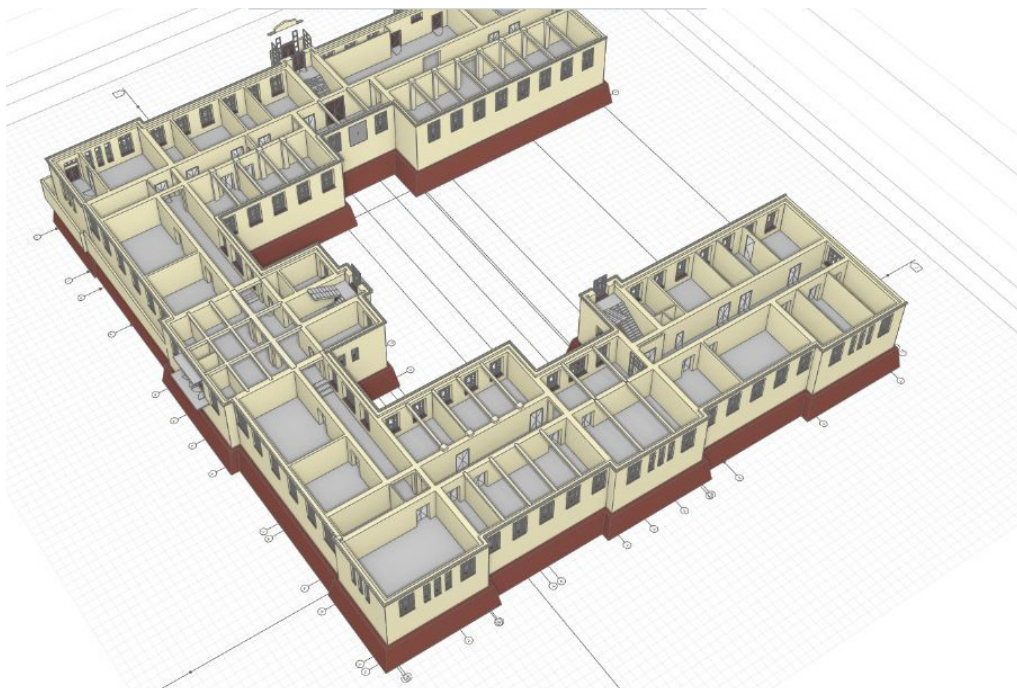


Рис. 5. BIM-модель робототехнического корпуса в ПК Renga. Горизонтальный разрез в уровне перекрытий первого этажа

Процесс проектирование в Renga можно разделить на несколько этапов:

- Рассмотрение и изучение объекта. Изучение технического паспорта проектируемого учебного корпуса и выполнение обмеров здания с помощью дальномера, поиск недостающей информации;
- Параметрическое моделирование, наполнение модели физическими свойствами для дальнейшего использования в расчетах, а также визуализации;
- Оформление планов, разрезов, по данным 3D-модели, сведение необходимых данных по проектируемому корпусу в таблицы [15].

При проектировании выявились следующие недостатки:

- Плохо реализована функция линейного размера при работе в пространстве 3D-модели;
- Имеющихся инструментов недостаточно, что ограничивает более точное визуальное представление инженерных решений модели.

Также можно заметить следующие достоинства системы:

- Простой и интуитивно-понятный интерфейс, минимальный набор инструментов, позволяющих освоить программу в короткие сроки;
- С помощью системы фильтров можно быстро и без особых усилий создать спецификации, ведомости и экспликации зданий. Что не только упрощает

работу, но и позволяет быстро проводить корректировки и вносить изменения в проект, исключает ошибки и неточности.

Также в ПК Renga было представлено здание бассейна ЮРГПУ (НПИ) (рис. 6–8).

На стадии эксплуатации было проведено обследование строительных конструкций здания спортивного комплекса с плавательным бассейном ЮРГПУ (НПИ), которое выявило, что конструкции находятся в ограниченно-работоспособном состоянии.

На стадии реконструкции были выполнены соответствующие мероприятия, обеспечивающие восстановление несущей способности и эксплуатационных характеристик здания, утраченных в ходе эксплуатации.

Таким образом, проведен анализ исследований, ориентированных на внедрение информационного моделирования зданий (BIM) и цифровых двойников при строительстве и модернизации существующих зданий (на примере Sodis Building и BIMIT) [16], выполнено моделирование жизненного цикла зданий на стадии проектирования, эксплуатации и реконструкции для трех корпусов комплекса, изучены способы обнаружения коллизий, выявлены преимущества и недостатки при работе с BIM-моделями в разных программах.

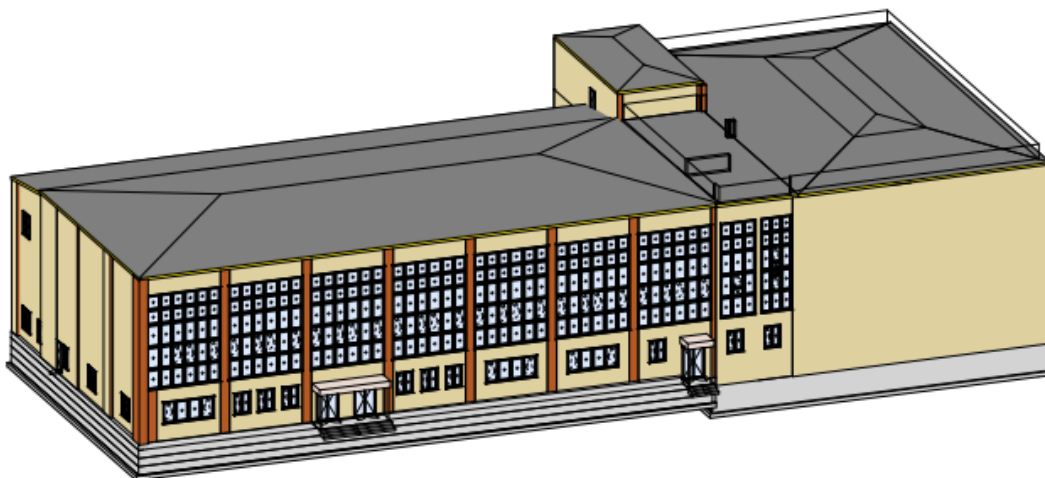


Рис. 6. Аксонометрия здания бассейна ЮРГПУ (НПИ) в ПК Renga

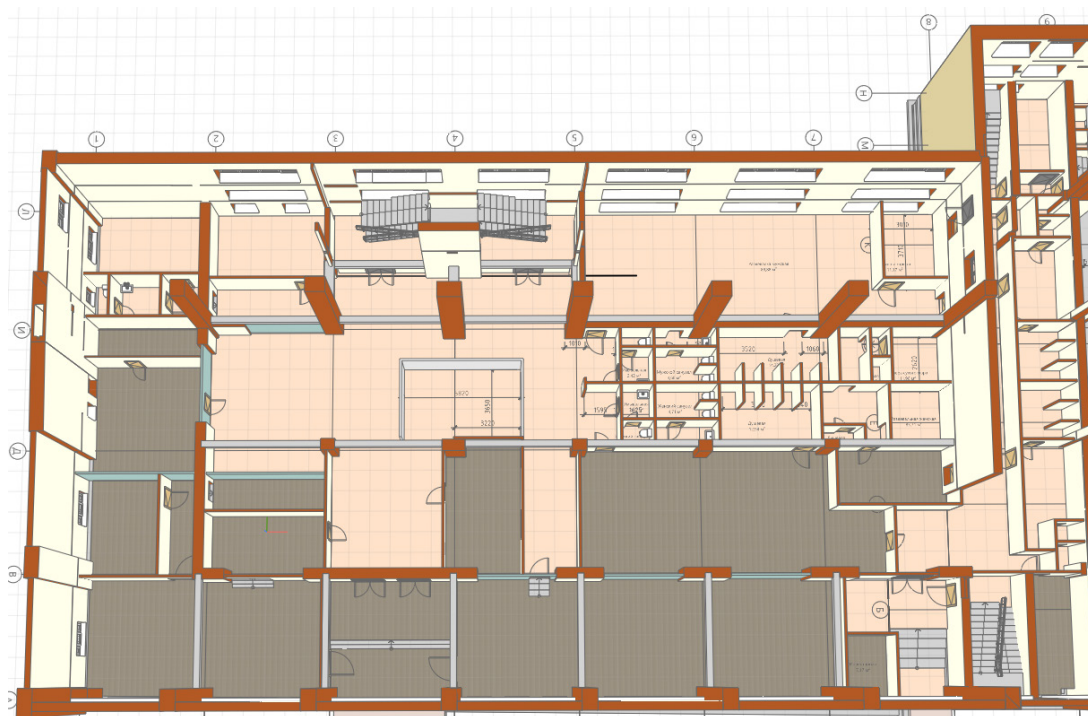


Рис. 7. Полы 1-го этажа здания бассейна в ПК Renga



Рис. 8. Колонны на фасаде 1-13 здания бассейна в ПК Renga

Список литературы

1. Баженов, А. А. Перспективы применения BIM-технологий в современной строительной отрасли / А. А. Баженов // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15–17 мая 2019 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. — С. 40-44. — DOI 10.23968/BIMAC.2019.006. — EDN PSHQSL.
2. Ялилов А. Д. Особенности гражданско-правового регулирования отношений в сфере проектирования и строительства при использовании технологии информационного моделирования (BIM) // Актуальные проблемы российского права. — 2022. — Т. 17. — № 11. — С. 87–99. — DOI: 10.17803/1994-1471.2022.144.11.087-099.
3. Каракозова И. В., Малыха Г. Г., Павлов А. С., Панин А. С., Теслер Н. Д. Исследование подготовительных работ для использования BIM-технологий на примере проектирования медицинских организаций // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 1. С. 100–111. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.100-111.
4. Воронцова, О. В. Преимущества BIM-технологий при разработке проектов реконструкции / О. В. Воронцова, Ю. С. Швец // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2018 года / Юго-Западный государственный университет; Россия Московский государственный машиностроительный университет. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. — С. 116–118.
5. Лешенко, Е. Параметрическое проектирование и высокотехнологичное информационное моделирование строительных конструкций на основе программного решения Tekla и Grasshopper / Е. Лешенко // САПР и графика. — 2017. — № 8(250). — С. 31-33
6. Зеленцов Л. Б., Цапко К. А., Беликова И. Ф., Пирко Д. В. Совершенствование процесса строительства с использованием BIM-технологий // Инженерный вестник Дона, 2020, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6346.
7. Постнов, К. В. Подход к внедрению цифровых технологий в практику работы проектных организаций // Строительство и архитектура, 2021. Т. 9. — № 4. — С. 61-65. — URL: DOI 10.29039/2308-0191-2021-9-4-61-65.
8. Xiaozhi Ma, S.M.ASCE; Feng Xiong, A.M.ASCE; Timothy O. Olawumi; Na Dong; and Albert P. C. Chan. Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000647](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000647)
9. E. Sackey; M. Tuuli, Ph.D.; and A. Dainty, Ph.D., M.ASCE Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000303](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000303)
10. Britanny Giel and Raja R. A. Issa, F.ASCE Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000378](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000378)
11. Ashwin Mahalingam; Amit Kumar Yadav; and Jarjana Varaprasad Investigating the Role of Lean Practices in Enabling BIM Adoption: Evidence from Two Indian Cases [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000982](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000982)
12. Citation Zhou, Y., Yang, Y. and Yang, J.-B. (2019), «Barriers to BIM implementation strategies in China», Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 26 No. 3, pp. 554-574. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158>.
13. Конохов, В. Ю. Информационное моделирование строительного объекта (BIM) / В. Ю. Конохов, Т. А. Опарина // Молодежный вестник ИрГТУ. — 2020. — Т. 10, № 3. — С. 24-29. — EDN VPOXMI.
14. Перельмутер, А. В. BIM-технологии в строительном проектировании — «белые пятна» / А. В. Перельмутер, Э. З. Криксунов // Промышленное и гражданское строительство. — 2021. — № 5. — С. 60-65. — DOI 10.33622/0869-7019.2021.05.60-65. — EDN SZCUBM.
15. Официальный сайт Renga Architecture — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rengabim.com/> — Дата обращения: 18.06.2023г.
16. Ложкин Николай Дмитриевич BIM-ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ // Colloquium-journal. 2020. №11(63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-proektirovaniya> (дата обращения: 16.04.2023).

References

1. Bazhenov, A. A. Prospects for the use of BIM technologies in the modern construction industry / A. A. Bazhenov // BIM-modeling in the tasks of construction and architecture: materials of the II International scientific and practical conference, St. Petersburg, May 15–17 2019. — St. Petersburg: St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2019. — P. 40-44. — DOI 10.23968/BIMAC.2019.006. — EDN PSHQSL.
2. Yalilov AD Peculiarities of civil law regulation of relations in the field of design and construction using information modeling technology (BIM) // Actual problems of Russian law. — 2022. — V. 17. — No. 11. — S. 87–99. — DOI: 10.17803/1994-1471.2022.144.11.087-099.
3. Karakozova I.V., Malykha G.G., Pavlov A.S., Panin A.S., Tesler N.D. Study of preparatory work for the use of BIM-technologies on the example of the design of medical organizations // Vestnik MGSU. 2020. Vol. 15. Issue. 1. S. 100–111. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.100-111.
4. Vorontsova, O. V. Advantages of BIM-technologies in the development of reconstruction projects / O. V. Vorontsova, Yu. S. Shvets // Resource saving and ecology of building materials, products and structures: collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Kursk, November 16, 2018 / Southwestern State University; Russia Moscow State Engineering University. — Kursk: Southwestern State University, 2018. — P. 116-118.
5. Leshchenko, E. Parametric design and high-tech information modeling of building structures based on Tekla and Grasshopper software solutions / E. Leshchenko // CAD and graphics. — 2017. — No. 8(250). — pp. 31-33
6. Zelentsov L. B., Tsapko K. A., Belikova I. F., Pirko D. V. Improving the construction process using BIM technologies // Engineering Bulletin of the Don, 2020, No. 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6346.
7. Postnov, K. V. Approach to the implementation of digital technologies in the practice of design organizations // Construction and architecture, 2021. V. 9. — No. 4. — P. 61-65. — URL: DOI 10.29039/2308-0191-2021-9-4-61-65.
8. Xiaozhi Ma, S.M.ASCE; Feng Xiong, A.M.ASCE; Timothy O. Olawumi; Na Dong; and Albert P. C. Chan. Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000647](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000647)

- Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000647](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000647)
9. E. Sackey; M. Tuuli, Ph.D.; and A. Dainty, Ph.D., M.ASCE Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000303](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000303)
 10. Brittany Giel and Raja R. A. Issa, F.ASCE Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000378](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000378)
 11. Ashwin Mahalingam; Amit Kumar Yadav; and Jarjana Varaprasad Investigating the Role of Lean Practices in Enabling BIM Adoption: Evidence from Two Indian Cases [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000982](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000982)
 12. Citation Zhou, Y., Yang, Y. and Yang, J.-B. (2019), «Barriers to BIM implementation strategies in China», Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 26 No. 3, pp. 554-574. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158>.
 13. Konyukhov, V. Yu. Construction object information modeling (BIM) / V. Yu. Konyukhov, TA Oparina // Youth Bulletin of ISTU. — 2020. — V. 10, No. 3. — S. 24-29. — EDN BPOXMI.
 14. Perelmuter, A. V. BIM-technologies in building design — «blank spots» / A. V. Perelmuter, E. Z. Kriksunov // Industrial and civil construction. — 2021. — No. 5. — P. 60-65. — DOI 10.33622/0869-7019.2021.05.60-65. — EDN SZCUBM.
 15. Official website of Renga Architecture — [Electronic resource]. — Access mode: <https://rengabim.com/> — Date of access: 06/18/2023
 16. Lozhkin Nikolai Dmitrievich BIM-DESIGN TECHNOLOGIES // Colloquium-journal. 2020. No. 11(63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-proektirovaniya> (date of access: 04/16/2023).