

Academia. Архитектура и строительство, № 2, стр. 143–149.

Academia. Architecture and Construction, no. 2, pp. 143–149.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 51-7:514.8

DOI: 10.22337/2077-9038-2024-2-143-149

Цифровой проект организации строительства: понятие, современные требования, программное обеспечение

Федосов Сергей Викторович (Москва). Доктор технических наук, профессор, академик РААСН. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: fedosov-academic53@mail.ru

Опарина Людмила Анатольевна (Иваново). Доктор технических наук, доцент, советник РААСН. Кафедра организации производства и городского хозяйства Ивановского государственного политехнического университета (Россия, 153000, Иваново, Шереметевский просп., 21. ИВГПУ). Эл. почта: L.A.Oparina@gmail.com

Федосеев Вадим Николаевич (Иваново). Доктор технических наук, профессор. Ивановский государственный политехнический университет (Россия, 153000, Иваново, Шереметевский просп., 21. ИВГПУ). Эл. почта: 4932421318@mail.ru

Аннотация. В статье обозначена актуальность и важность разработки проекта организации строительства (ПОС) в современном цифровом формате. Рассмотрено понятие «Цифровой ПОС» и современные требования к этому документу. Установлено, что при разработке ПОС в цифровом виде используются технологии информационного моделирования и методы проектного управления. Представлены программные продукты для создания цифрового ПОС и их функциональные характеристики. Разработана схема формирования цифрового ПОС на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. Сделан вывод, что появление технологий информационного моделирования оказывает влияние не только на форму современного ПОС, но и должно учитываться при проектировании цифрового проекта организации строительства. Для обеспечения эффективного использования цифрового ПОС должна быть отлажена современная система организации управления строительством, при которой в разработку ПОС вовлечены представители проектной организации, заказчика и подрядчиков.

Ключевые слова: проект организации строительства; цифровой ПОС; технологии информационного моделирования

Для цитирования. Федосов С.В., Опарина Л.А., Федосеев В.Н. Цифровой проект организации строительства: понятие, современные требования, программное обеспечение // Academia. Архитектура и строительство. – № 2. – С. 143–149. – DOI: 10.22337/2077-9038-2024-2-143-149.

Digital Project of Construction Organization: Concept, Definition, Modern Requirements, Software

Fedosov Sergei V. (Moscow). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Academician of RAACS. National Research Moscow State University of Civil Engineering (Russia, 129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, Russia. NRU MGSU). E-mail: academic53@mail.ru

Oparina Lyudmila A. (Ivanovo). Doctor of Sciences in Technology, Docent, Adviser of RAACS. Department of organization of production and urban economy of the Ivanovo State Polytechnic University (21 Sheremetevsky Ave, Ivanovo, 153000. ISPU). E-mail: L.A.Oparina@gmail.com

Fedoseev Vadim N. (Ivanovo). Doctor of Sciences in Technology, Professor, Adviser of RAACS. Department of organization of production and urban economy of the Ivanovo State Polytechnic University (21 Sheremetevsky Ave, Ivanovo, 153000. ISPU). E-mail: 4932421318@mail.ru

Abstract. The article outlines the relevance and importance of developing a COP (construction organization project) in a modern digital format. When developing a COP in digital form, information modeling technologies and project management methods are used. Considered the concept of "Digital COP" and modern requirements for this document. Software products for digital PIC creation and their functional characteristics are presented systematically. A scheme for the formation of a digital COP at the stages of the life cycle of a capital construction object has been developed. The emergence of information modeling technologies has an impact not only on the form of a modern COP, but should also be taken into account when designing a digital project for organizing construction. To ensure the effective use of digital COP, a modern system for organizing construction management should be developed, in which representatives of the design organization, the customer and contractors are involved in the development of the COP

Keywords: construction organization project; digital COP; information modeling technologies

For citation. Fedosov S.V. Oparina L.A., Fedoseev V.N. Digital Project of Construction Organization: Concept, Definition, Modern Requirements, Software. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2024, no. 2, pp. 143–149, doi: 10.22337/2077-9038-2024-2-143-149.

Цифровизация и распространение цифровых технологий в организации и управлении производством происходит интенсивно во всех отраслях промышленности. Изначально эти процессы шли эволюционно, автоматизировались отдельные процессы производственного цикла. Сегодня стратегия цифровой трансформации бизнес-процессов есть приоритетная задача большинства крупных организаций вне зависимости от отрасли, особенностей производства или законодательной специфики. Цифровизация социальной реальности вызвала к жизни множество концептов, интерферирующих в программах государственной политики, легальных текстах, футурологических трактатах и социальных теориях. Начиная с 60-х годов XX века идеи о совершенствовании социальной коммуникации с помощью сначала ЭВМ, а позднее – интернет-технологий, выражались посредством понятий технотронного, телематического, компьютерного, информационного обществ [1].

Цифровизация – это внедрение цифровых технологий в разные сферы жизни для повышения её качества и развития экономики. Цифровая экономика представляет собой систему экономических отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий. Цифровизацию строительства следует рассматривать как управление хозяйственной деятельностью и ресурсами в строительстве, включающее оцифрованную (переведённую в цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители) систему производства и реализации строительной продукции, которая, в свою очередь, предусматривает оцифровку внешних взаимосвязей (кооперационных цепочек) и внутренних бизнес-процессов в каждой строительной компании [2].

В строительной отрасли цифровая трансформация основана на использовании технологий информационного моделирования различных объектов строительства, так называемые BIM-технологии (англ. Building Information Model или Modeling) или ТИМ (технологии информационного моделирования), интегрированные в компьютерные аппаратные системы. В настоящее время архитектурно-строительное проектирование основано на применении систем автоматизации

и компьютеризации проектных работ (САПР), позволяющих проектировщику собирать и обрабатывать информацию на персональном компьютере. Основная функция САПР состоит в выполнении автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей. Зарубежным эквивалентом САПР являются CAD-системы (computer-aided design/drafting), представляющие собой интегрированные автоматизированные системы для конструирования, проектирования и управления проектами. В современные CAD-системы входят модули моделирования трёхмерной объёмной конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.) [3–6].

Появление BIM- (или в отечественной науке ТИМ-технологии информационного моделирования) принципиальным образом изменило подход к проектированию: если раньше проекты строительных объектов создавались как набор двумерных чертежей (планиметрия) при помощи линий и других графических элементов, не носящих никакой смысловой нагрузки, то применение ТИМ подразумевает объектное проектирование (аксонометрия), а именно, создание модели строительного объекта как системы, содержащей характеристики данного объекта, алгоритмически и программно сопряжённых с компьютером, взаимосвязанных объектов, имеющих уникальный идентификационный код и набор информационных атрибутов – спецификаций, содержащих характеристики данного объекта (производитель, материал, физические характеристики, стоимость, срок службы и т.п.). Таким образом, создаваемый при помощи технологий информационного моделирования объект начинает существовать как прототип реального объекта.

Второе принципиальное изменение, связанное с цифровой трансформацией, заключается в том, что каждый создаваемый виртуальный прототип как аналог реального объекта может (или должен) изменяться в динамике так же, как и реальный объект: проходить все стадии жизненного цикла реального объекта, то есть по мере смены стадий жизненного

цикла реального объекта (проектирование, строительство, эксплуатация, ремонты, демонтаж). В созданный таким образом информационный прототип объекта могут быть внесены соответствующие изменения и правильно подобранные элементы, то прототип является полноценным цифровой моделью реального строительного объекта.

Конструктор вводит созданную модель в программу, рассчитывающую требуемые параметры составляющих элементов здания. Одновременно программа выдаёт рабочие чертежи, ведомости объёмов работ, спецификации, производит расчёт сметной стоимости. На основе полученных данных рассчитываются и вводятся в 3D-модель инженерные сети и их параметры (тепловые потери конструкций, естественная освещённость и пр.). При получении расчётных объёмов работ специалистами разрабатываются проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР), программой автоматически составляется календарный график выполнения работ [7]. Это позволяет рассчитать и определить параметры процессов строительства ещё до начала строительных работ на объекте. Управление данными модели поможет сократить сроки реализации проекта, упростит эксплуатацию возведённого объекта и продлит срок его службы [8].

Такой абсолютно новый подход требует разработки новой методологии, связанной с организацией и управлением строительным объектом и его жизненным циклом. В настоящее время данная методология находится в стадии

совершенствования и развития. Методологические основы организации жизненного цикла зданий описаны авторами в монографиях [9; 10]. В настоящее время в отечественных правилах и стандартах информационные модели строительных объектов формируются как совокупность архивов слабо структурированной информации, – так называемых информационных контейнеров. Это отражает сложившуюся структуру данных объектов капитального строительства, содержащихся в основном в справочниках и каталогах зданий, их отдельных частей и конструкций [11]. Такой подход к моделированию содержит значимые риски, связанные с тем, что информационный контейнер функционирует на основе внутренних закрытых проприетарных¹ форматов данных [12].

Особую важность в процессе цифровизации строительства в настоящее время приобретает проект организации строительства (ПОС), так как он должен обеспечивать работу команды проекта над цифровым двойником строительного объекта в единой среде данных. ПОС является основой для всех строительных процессов, сроков, на его основе разрабатываются календарно-сетевые графики, календарные планы, графики поставки материалов, изделий и конструкций, планируется движение трудовых ресурсов, финансовые потоки. В настоящее время ПОС разрабатывается проектировщиком абстрактно, без знания, кто и как будет строить. ПОС, являясь связующим звеном между проектированием и строитель-

¹ Проприетарный формат файла – это формат файла, разработанный компанией, организацией или частным лицом, который содержит данные, упорядоченные и хранящиеся в соответствии с определённой схемой кодирования, разработанной компанией или организацией таким образом, что расшифровка и интерпретация этих сохранённых данных могут быть осуществлены только с помощью специального программного обеспечения или оборудования, разработанного самой компанией (https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.8e2af11a-6634c4b3-cef5c8e8-7472d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Proprietary_file_format).

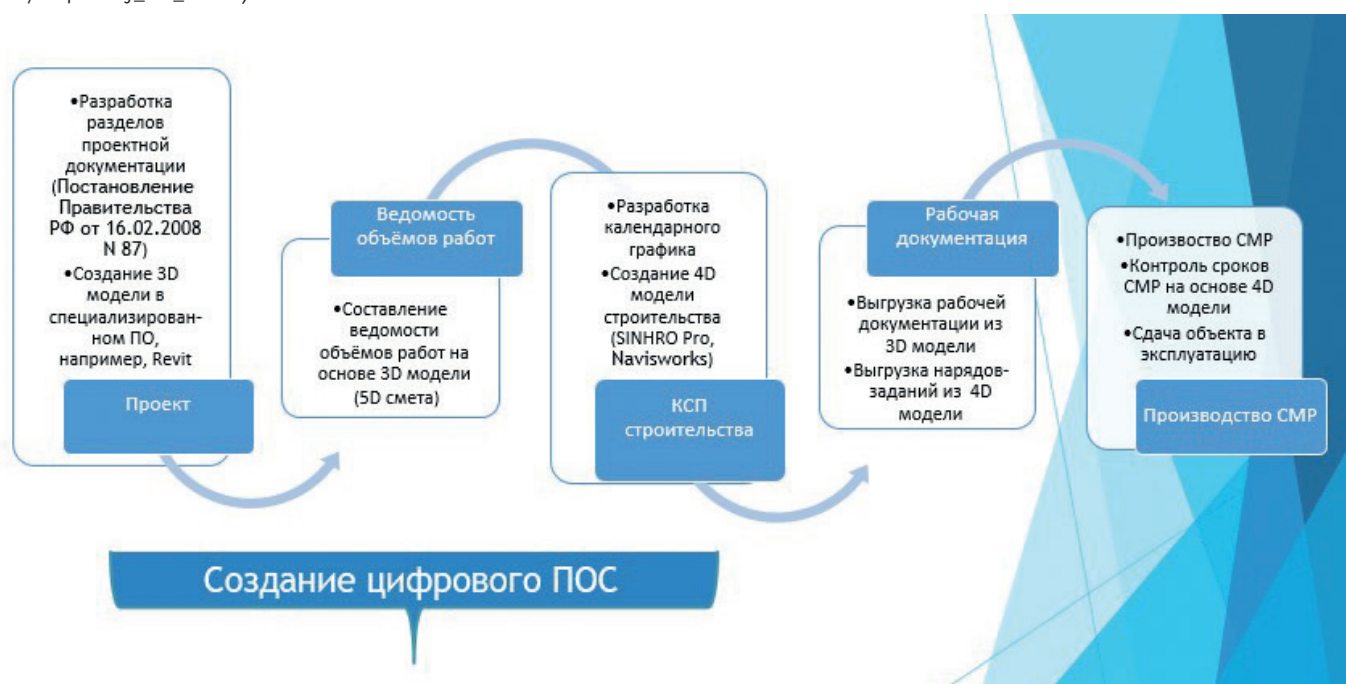


Рис. 1. Принципиальная схема организации процессов проектирования и строительства с применением технологий информационного моделирования. Рисунок авторов статьи

ством, вовлекается в процесс цифровизации, и поэтому в последнее время появилось и становится устойчивым понятие «цифровой ПОС», требующее уточнения и систематизации требований к его разработке.

Цифровая модель – это объектно-ориентированное параметрическое пространственное представление объекта капитального строительства, представляющее в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта капитального строительства (или отдельных его частей) в виде информационно-насыщенных элементов².

Основываясь на вышеизложенном, авторы предлагают следующее определение: «Цифровой ПОС – это информационная модель процесса строительства, составленная на основе 3D-модели объекта строительства и содержащая связанный с ней поэтапно стройгенплан, календарно-сетевой график с учётом вариантов технологии выполнения строительно-монтажных работ, а также графики и ведомости ресурсов и стоимости».

Для того чтобы цифровой ПОС эффективно работал, соблюдались принципы BIM-методологии, необходимо вовлечение в его разработку всех участников инвестиционно-строительного процесса: представителей заказчика, проектировщика и подрядчика. При этом создание цифрового ПОС будет осуществляться на следующих этапах его жизненного цикла (рис. 1).

В настоящее время создание цифрового ПОС возможно при помощи программ, приведённых в таблице 1.

Исходными данными для цифрового ПОС служат 3D-модели объектов, созданные в Autodesk Revit, ArhicaD, Renga и другие, в том числе специализированные, для проведения конструкторских расчётов и моделирования нагрузок.

Основной технологией для разработки цифрового ПОС является технология визуального планирования, использующая совмещение календарно- сетевого графика строительства и строительного генерального плана (технология 4D-моделирования). Технология визуального планирования существенно улучшает взаимопонимание между различными участниками проектов, предупреждает руководителей строек от совершения непоправимых ошибок в области организации работ на строительной площадке, уменьшает количество конфликтов при строительстве и делает процесс строительства прозрачным.

Среди современных программных комплексов методологии информационного моделирования для управления сроками строительства в настоящее время используют только два программных продукта: SINCHRO Pro (Bentley) и Autodesk Navisworks. Несмотря на то, что оба этих программных продукта позволяют реализовать технологии информационного моделирования через построение 4D-моделей строительства, у SINCHRO Pro имеется ряд существенных преимуществ, одно из наиболее важных – это возможность вариантной проработки и анализа различных организационно-технологических решений будущего строительства [13]. Пример вариантной проработки стройплощадки и календарного графика представлен на рисунке 2.

Таким образом, разработка проекта организации строительства в цифровом виде позволяет избежать многих ошибок, устранить коллизии, принять оптимальные организационно-технологические решения на стадии проектирования объекта, ещё до начала непосредственного строительства, что позволит сократить как продолжительность строительства объекта, так и средства заказчика на его строительство. Рассчитав процентное соотношение проектного объёма и фактического, можно внести актуальные данные в календарный график и произвести анализ задач. Сопо-

Таблица 1. Программные продукты для создания цифрового ПОС

Наименование, производитель	Функциональные характеристики
СПДС Стройплощадка (nanoCAD)	Работа с иерархией выполняемых работ из классификаторов ГЭСН и ЕНИР в проекте и формирование выходной документации; календарное планирование; экспорт структуры проекта в сметные программы и системы управления проектом; оформление строительного генерального плана
Navisworks (Autodesk)	Программное обеспечение для проверки 3D-моделей на коллизии. В нём осуществляется проверка моделей и данных, поступающих от всех участников процесса проектирования, отдельный плагин Timeliner позволяет создавать 4D-модели ПОС
SINCHRO Pro (Bentley)	Позволяет осуществлять модельно-ориентированное планирование и визуализацию, соединять 3D-модели объектов с календарно-сетевыми графиками и строить 4D-модели ПОС, проводить план-фактный анализ хода строительства, моделирование сценария строительства, анализ возможного отклонения сроков
Infraworks (Autodesk)	Программа для создания информационной модели рельефа поверхности с находящимися на нём объектами
ReCap (Autodesk)	Программный продукт, позволяющий формировать интеллектуальные 3D-модели по данным лазерного сканирования и фотографиям. Импорт данных продукты Autodesk. Интеграция с Infrastructure Design Suite для создания текстурированных 3D-моделей. Работа с облаками точек
Civil 3D (Autodesk)	Получение данных инженерных изысканий и загрузки их в InfraWorks; создание BIM-модели промышленной площадки и внутриплощадочных сетей

ставление плана и факта дает чёткое понимание сложившейся ситуации на объекте. Получаемые при этом заказчиком преимущества подробно описаны в [14–17]. Создаваемая при этом информационная модель будущего объекта будет являться основой для его дальнейшей эксплуатации, что отвечает современным требованиям к управлению его жизненным циклом.

Заключение

В заключении сформулированы основные положения, резюмирующие направления разработки проектов организации строительства в современном цифровом формате:

В современных условиях применение технологий информационного моделирования ПОС становится также цифровым, являясь связующим звеном между стадиями проектирования и строительства. Цифровой ПОС – это информационная модель процесса строительства, составленная на основе 3D-модели объекта строительства и содержащая связанные с ней поэтапно стройгенплан, календарно-сетевой график с учётом вариантов технологии выполнения строительно-монтажных работ, а также графики и ведомости ресурсов и стоимости.

Для того чтобы технологии информационного моделирования работали эффективно, чтобы цифровой ПОС действительно выполнял связующую роль между стадиями проектирования и строительства, нужно менять методологию организации и управления инвестиционно-строительными проектами.

Становится необходимым заранее формировать организационную структуру «под проект», особенно для сложных инвестиционно-строительных проектов, при этом моделирование позволит «проиграть» сценарии взаимодействия участников проекта, отработать бизнес-процессы с предварительной оценкой их стоимости и эффективности, основные положения этого заключения изложены в [18].

В процесс разработки цифрового ПОС согласно проектному подходу, методологии жизненного цикла объекта капитального строительства должны быть вовлечены представители проектной организации, подрядчика и заказчика.

Список источников

1. Тихонова, С.В. Цифровое общество и цифровая антропология: трансдисциплинарные основания социально-эпистемологических исследований / С.В. Тихонова, С.М. Фролова. – DOI: 10.18500/1819-7671-2019-19-3-287-290. – Текст : электронный // Известия Саратовского университета. Новая серия. Философия. Психология. Педагогика. – 2019. – Т. 19, Вып. 3. – С. 287–290. – URL: <https://doi.org/10.18500/1819-7671-2019-19-3-287-290> (дата обращения 24.04.2024).
2. Васильева, Н.В. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли / Н.В. Васильева, И.А. Бачуринская. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 7. – С. 39–46.
3. Опарина, Л.А. Развитие технологий моделирования жизненного цикла зданий / Л.А. Опарина. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2011. – № 12. – С. 45–46.
4. Сапёрова, А.П. Развитие цифрового проекта организации строительства / А.П. Сапёрова, В.Е. Фролова. – Текст : непосредственный // Технология и организация строительного производства : материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 28–29 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 155–161.
5. Проблемы трансляции графических данных CAD-систем / С.Л. Кенин, В.Ф. Барабанов, А.М. Нужный, Н.И. Гребенни-

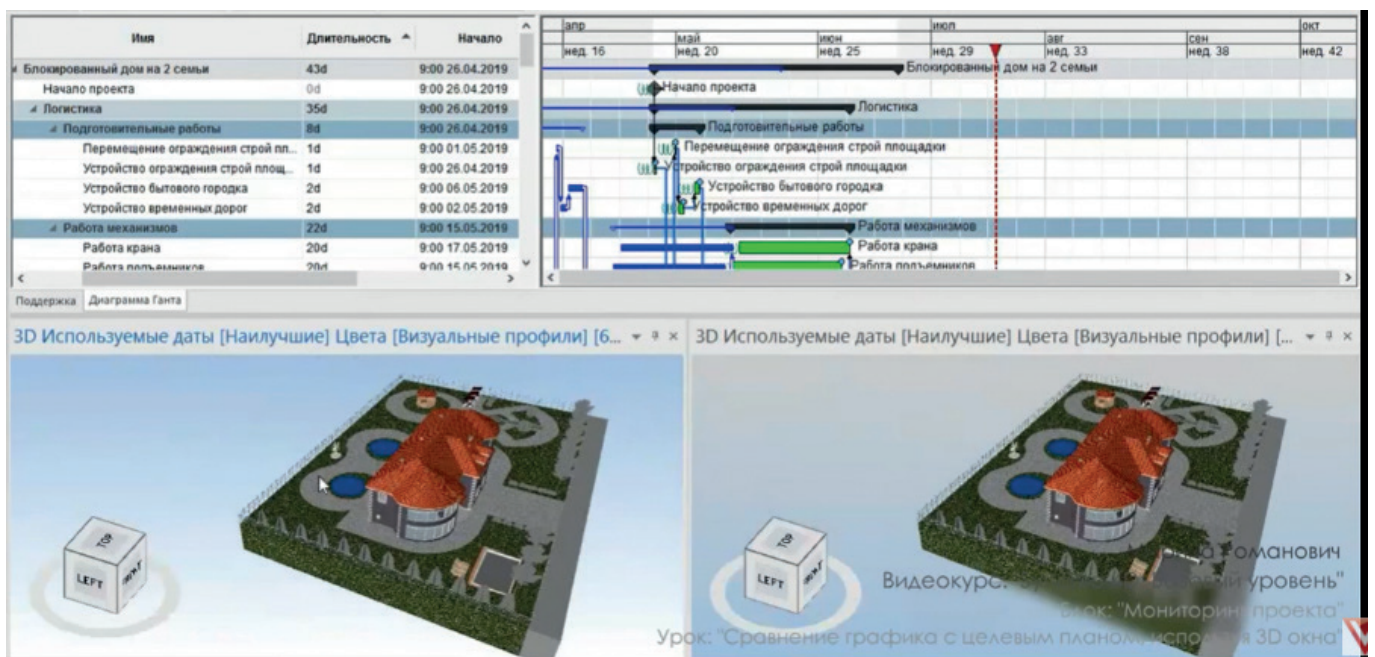


Рис. 2. Пример вариантной проработки стройплощадки в SINCHRO Pro (источник: сайт <https://bim.vc/>)

кова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2013. – Т. 9. – № 3-1. – С. 4–8.

6. Куликов, Д.Д. Интеграция САД-системы с системами автоматизированного проектирования / Д.Д. Куликов, А.С. Сагидуллин, С.О. Носов. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 8. – С. 18–20.

7. Комягин, С.А. Цифровые модели пути – основа геодезического обеспечения проектирования, строительства (ремонта) и эксплуатации железных дорог / С.А. Комягин, В.В. Щербаков, И.А. Попов. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика : Материалы ХLI Международной научно-практической конференции / Под редакцией Б.М. Ибраева. – Алматы : Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2017. – С. 358–362.

8. Мирзоян, Э.К. Виртуальное строительство (цифровая модель здания) / Э.К. Мирзоян. – Текст : непосредственный // Вестник современных исследований. – 2018. – № 12.14 (27). – С. 100–104.

9. Теоретические основы и методы повышения энергоэффективных жилых и общественных зданий и зданий текстильной и лёгкой промышленности / С.В. Федосов, В.Н. Федосеев, В.Г. Котлов, [и др.]. – Иваново : ПресСто, 2018. – 320 с. – Текст : непосредственный.

10. Алоян, Р.М. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения : Монография / Р.М. Алоян, С.В. Федосов, Л.А. Опарина. – Иваново : ПресСто, 2016. – 240 с. – Текст : непосредственный.

11. Волков, А.А. Поэтапная классификация алгоритмов реализации инвестиционно-строительных проектов / А.А. Волков, И.А. Свиридов. – Текст : непосредственный // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы : Сборник материалов семинара, проводимого в рамках VI Международной научной конференции. Москва, 14–16 ноября 2018 г. – Москва : НИУ МГСУ, 2018. – С. 25–28.

12. Гусакова, Е.А. Перспективы моделирования жизненного цикла объекта капитального строительства информационными потоками / Е.А. Гусакова, А.Н. Овчинников. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 8. – С. 1191–1200.

13. Опарина, Л.А. Применение технологий информационного моделирования для сокращения сроков строительства / Л.А. Опарина. – Текст : непосредственный // Умные композиты в строительстве. – 2021. – Т.2, Вып. 2. – С. 48–55. – URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5038/view> (дата обращения 25.04.2024).

14. Мамаев, А.Е. Методика мониторинга календарного графика строительства на основе BIM технологии / А.Е. Мамаев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 8-2. – С. 270–275.

15. Бовтеев, С.В. Опыт применения технологий информационного моделирования в проектировании и организации

строительства / С.В. Бовтеев, Л.П. Ханова. – Текст : непосредственный // Организация строительного производства : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург 10–11 февраля 2021 г. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – С. 55–67.

16. Бовтеев, С.В. Применение 4D-моделирования в целях повышения эффективности календарного планирования строительства / Бовтеев С.В. – Текст : непосредственный // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы III Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург 15–17 апреля 2020 года. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – С. 81–87.

17. Бовтеев, С.В. Возможности применения метода оценки и анализа программ для контроля сроков строительного проекта / С.В. Бовтеев, А.В. Мишакова. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 4 (81). – С. 115–121.

18. Oparina L.A., Karasev I.S. Modeling the Balance of Interests of the Participants of an Investment and Construction Project in the Context of the Use of BIM Technologies / L.A. Oparina, I.S. Karasev. – Текст : электронный // E3S Web of Conferences. – 2021. – Том 258. – 09039. – URL: https://www.researchgate.net/publication/351744333_Modeling_the_balance_of_interests_of_the_participants_of_an_investment_and_construction_project_in_the_context_of_the_use_of_BIM_technologies (дата обращения 24.04.2024).

References

1. Tikhonova S.V., Frolova S.M. Tsifrovoye obshchestvo i tsifrovaya antropologiya: transdistsiplinarnye osnovaniya sotsial'no-epistemologicheskikh issledovaniy [Digital Society and Digital Anthropology: Transdisciplinary Foundations of Social and Epistemological Research]. In: *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Filosofiya. Psikhologiya. Pedagogika* [Izvestiya of Saratov University. Philosophy. Psychology. Pedagogy], 2019, Vol. 19, Iss. 3, pp. 287–290. URL: <https://doi.org/10.18500/1819-7671-2019-19-3-287-290> Accessed 04/24/2024) (In Russ., abstr.in Engl.)

2. Vasil'eva N.V., Bachurinskaya I.A. Problemnye aspekty tsifrovizatsii stroitel'noi otrasli [Problematic Aspects of Digitalization of the Construction Industry]. In: *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2018, no. 7, pp. 39–46. (In Russ.)

3. Oparina L.A. Razvitie tekhnologii modelirovaniya zhiznennogo tsikla zdaniy [Development of the Digital Project of the Construction Organization]. In: *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2011, no. 12, pp. 45–46. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. Saperova A.P., Frolova V.E. Razvitie tsifrovogo proekta organizatsii stroitel'stva [Development of a Digital Project for the Organization of Construction]. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva* [Technology and Organization of Construction Production], Materials of the

- All-Russian Youth Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, April 28–29, 2021. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2021, pp. 155–161. (In Russ., abstr. in Engl.)
5. Kenin S.L., Barabanov V.F., Nuzhnyi A.M., Grebennikova N.I. Problemy translyatsii graficheskikh dannykh CAD-sistem [Problems of Translation of Graphic Data of Cad-System]. In: *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Voronezh State Technical University]*, 2013, Vol. 9, no. 3-1, pp. 4–8. (In Russ., abstr. in Engl.)
6. Kulikov D.D., Sagidullin A.S., Nosov S.O. Integratsiya CAD-sistemy s sistemami avtomatizirovannogo proektirovaniya [Integration of Cad System with Automated Design Systems]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Priborostroenie [Journal of Instrument Engineering]*, 2014. Vol. 57, no. 8, pp. 18–20. (In Russ., abstr. in Engl.)
7. Komyagin S.A., Shcherbakov V.V., Popov I.A. Tsifrovye modeli puti - osnova geodezicheskogo obespecheniya proektirovaniya, stroitel'stva (remonta) i ekspluatatsii zheleznykh dorog [Tsifrovyye modeli puti – osnova geodezicheskogo obespecheniya proyektirovaniya, stroitel'stva (remonta) i ekspluatatsii zheleznykh dorog]. In B.M. Ibraev (ed.): *Innovatsionnye tekhnologii na transporte: obrazovanie, nauka, praktika [Innovative Technologies in Transport: Education, Science, Practice]*, Proceedings of the XLI International Scientific and Practical Conference], Materialy XLI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Almaty, Kazakh Academy of Transport and Communications named after. M. Tynyspayeva Publ., 2017, pp. 358–362. (In Russ., abstr. in Engl.)
8. Mirzoyan E.K. Virtual'noe stroitel'stvo (tsifrovaya model' zdaniya) [Virtual Construction (Digital Building Model)]. In: *Vestnik sovremennykh issledovaniy [Bulletin of Modern Research]*, 2018, no. 12.14 (27), pp. 100–104. (In Russ.)
9. Fedosov S.V., Fedoseev V.N., Kotlov V.G., Petrukhin A.B., Oparina L.A., Martynov I.A. Teoreticheskie osnovy i metody povysheniya energoeffektivnykh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i zdaniy tekstil'noi illegkoi promyshlennosti [Theoretical Foundations and Methods for improving energy efficient Residential and Public Buildings and Buildings of the Textile and Light Industry]. Ivanovo, PresSto, 2018, 320 p. (In Russ.)
10. Aloyan R.M., Fedosov S.V., Oparina L.A. Energoeffektivnye zdaniya – sostoyanie, problemy i puti resheniya [Energy Efficient Buildings – State, Problems and Solutions], Monografiya. Ivanovo, PresSto, 2016., 240 p. (In Russ.)
11. Volkov A.A., Sviridov I.A. Poetapnaya klassifikatsiya algoritmov realizatsii investitsionno-stroitel'nykh proektov [Step-by-Step Classification of Algorithms for the Implementation of Investment and Construction Projects]. In: *Sistemotekhnika stroitel'stva. Kiberfizicheskie stroitel'nye sistemy [Construction Systems Engineering. Cyber-Physical Building Systems]*, Collection of articles, Materials of the seminar held within the framework of the VI International Scientific Conference Moscow, November 14–16, 2018. Moscow, NIU MGSU Publ., 2018, pp. 25–28. (In Russ.)
12. Gusakova E.A., Ovchinnikov A.N. Perspektivy modelirovaniya zhiznennogo tsikla ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva informatsionnymi potokami [Prospects for Life Cycle Modeling of a Capital Construction Facility Using Information Flows]. In: *Vestnik MGSU*, 2020. Vo. 15, no. 8, pp. 1191–1200. (In Russ., abstr. In Engl.)
13. Oparina L.A. Primenenie tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya dlya sokrashcheniya srokov stroitel'stva [Application of Information Technology Modeling to Reduce Construction Time]. In: *Umnye kompozity v stroitel'stve [Smart Composite in Construction]*, 2021, Vol. 2, Iss. 2, pp. 48–55. URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5038/view> (Accessed 04/25/2024). (In Russ., abstr. In Engl.)
14. Mamaev A.E. Metodika monitoringa kalendarnogo grafika stroitel'stva na osnove BIM tekhnologii [Method of Monitoring the Calendar Plan of the Construction Based on BIM Technology]. In: *Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental Research]*, 2017, no. 8-2, pp. 270–275. (In Russ.)
15. Bovteev S.V., Khanova L.R. Opyt primeneniya tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya v proektirovanii i organizatsii stroitel'stva [Experience of Usage of Information Modeling Technologies in Design and Construction Management]. In: *Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of Construction Production]*, Materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, February, 10–11, 2021. St. Petersburg, SPbGASU, 2021, pp. 55–67. (In Russ., abstr. In Engl.)
16. Bovteev S.V. Primenenie 4D-modelirovaniya v tselyakh povysheniya effektivnosti kalendarnogo planirovaniya stroitel'stva [Application of 4D Modeling to Increase the Efficiency of Construction Scheduling]. In: *BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury [BIM-Modeling in the Tasks of Construction and Architecture]*, Materials of the III International Scientific and Practical Conference. 2020. S. 81-87.
17. Bovteev S.V., Mishakova A.V. Vozmozhnosti primeneniya metoda otsenki i analiza programm dlya kontrolya srokov stroitel'nogo proekta [The Possibility of Applying the Programm Evaluation and Reriew Technique for Construction Project Schedule Managment]. In: *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]*, 2020, no. 4 (81), pp. 115–121. (In Russ., abstr. in Engl.)
18. Oparina L.A., Karasev I.S. Modeling the Balance of Interests of the Participants of an Investment and Construction Project in the Context of the Use of BIM Technologies. In: *E3S Web of Conferences*, 2021, 258, 09039. URL: https://www.researchgate.net/publication/351744333_Modeling_the_balance_of_interests_of_the_participants_of_an_investment_and_construction_project_in_the_context_of_the_use_of_BIM_technologies (Accessed 04/24/2024). (In Engl.)