

УДК 338.2

В. С. КанхваФГБОУ ВО «Московский государственный строительный университет», Москва,
e-mail: vskanhva@mgsu.ru***Я. Л. Сонин***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж,
e-mail: Sonin35@mail.ru

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект, процесс, цифровизация, автоматизация, информационное моделирование, цифровая экономика.

В статье постулировано развитие цифровой экономики в качестве ключевого глобального условия и тренда, влияющего на изменение бизнес-процессов проектных и строительных организаций. Отмечено, что цифровизация основана не столько на применении информационных технологий, сколько на создании новых методов поддержки принятия решений и трансформации бизнес-процессов. На основе оценки динамики использования цифровых технологий и индекса цифровизации выявлены основные направления развития цифровизации в строительстве. В качестве базовой цифровой технологии определено информационное моделирование. Обоснована государственная поддержка развития цифровизации в строительстве путем принятия соответствующих нормативно-правовых документов, создания информационных систем и реализации приоритетных проектов. Не смотря на государственную поддержку и стимулирование уровень использования цифровых технологий, в том числе, технологий информационного моделирования, остается недостаточно высоким. Показана роль создания классификаторов и информационных систем в активизации цифровизации инвестиционно-строительного проектирования. Авторами произведено моделирование бизнес-процессов совершенствования инвестиционно-строительного проектирования в условиях цифровой экономики, выявлены ключевые подпроцессы, разработаны цели и критерии их изменения, на основе чего выявлены базовые альтернативные направления совершенствования архитектурно-строительного и инвестиционно-строительного проектирования. Показана аксиома развития автоматизации процессов проектирования и управления. Выявлены эффекты применения информационного моделирования при проектировании в строительстве. Определена целесообразность цифровизации в строительстве на основе применения BIM-технологий. На основе моделирования бизнес-процессов инвестиционно-строительного проектирования осуществлен прогноз развития направлений цифровизации в проектировании. В качестве общей цели цифровизации строительства постулировано развитие цифровой среды для эффективного управления жизненным циклом объектов на основе инноватизации и автоматизации инвестиционно-строительного проектирования за счет изменения бизнес-процессов проектных и строительных организаций в направлении гибкого управления ресурсами и коммуникациями путем результативного и релевантного информационного обмена.

V. S. Kankhva

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, e-mail: vskanhva@mail.ru

Ya. L. Sonin

Voronezh State Technical University, Voronezh, e-mail: Sonin35@mail.ru

WAYS OF IMPROVING INVESTMENT AND CONSTRUCTION DESIGN IN THE CONDITIONS OF THE DIGITAL ECONOMY

Keywords: investment and construction project, process, digitalization, automation, information modeling, digital economy.

The paper postulates the development of the digital economy as a key global condition and trend influencing the change in the business processes of design and construction companies. It is noted that digitalization is based not so much on the use of information technologies as on the creation of new methods of decision support and transformation of business processes. Based on the assessment of the dynamics of the use of digital technologies and the digitalization index, the main ways of the development of digitalization in construction are identified. Information modeling is defined as the basic digital technology. State support for the development of digitalization in construction has been substantiated through the adoption of appropriate regulatory documents, the creation of information systems and the implementation of priority projects. Despite government support

and incentives, the level of use of digital technologies, including information modeling technologies, remains insufficiently high. The role of creating classifiers and information systems in enhancing the digitalization of investment and construction design is shown. The authors simulated business processes for improving investment and construction design in the context of the digital economy, identified key sub-processes, developed goals and criteria for changing them, on the basis of which basic alternative ways for improving architectural and construction and investment and construction design were identified. The axiom of development of automation of design and control processes is shown. The effects of using information modeling in construction design are revealed. The expediency of digitalization in construction based on the use of BIM technologies has been determined. On the basis of modeling business processes of investment and construction design, a forecast of the development of digitalization options in design was carried out. The development of a digital environment for effective management of the life cycle of objects based on the innovation and automation of investment and construction design by changing the business processes of design and construction companies towards flexible management of resources and communications through effective and relevant information exchange was postulated as a general goal of digitalization in construction.

Введение

Цифровая экономика является высококонкурентной формой организации экономики и способствует росту глобализации и сетизации в силу использования информационно-коммуникационных технологий, имеющих трансграничный характер [1]. На сегодняшний день нет единого общепринятого определения понятия цифровой экономики. Однако следует отметить, что цифровая экономика представляет собой не столько совокупность информационно-коммуникационных технологий, сколько новые методы управления данными и принятия решений, способствующие быстрому реагированию и адаптации к изменяющимся условиям внешней среды, в том числе, рискообразующим факторам [2, 3]. Развитие цифровой экономики и цифровизация отраслей строительства и жилищно-коммунального хозяйства на государственном уровне обусловлены принятием 2017 году стратегии развития информационного общества на 2017-2030 годы и государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [4].

Материал и методы исследования

Уровень цифровизации строительной отрасли в России, как и в мире, достаточно низок. Драйвером цифровой трансформации строительства в мире выступают BIM-технологии, а также технологии интернета вещей, применяемые на объектах строительства и жилищно-коммунального хозяйства (рис. 1) [5-7].

В качестве основных направлений развития цифровизации строительства следует выделить использование информационно-коммуникационных технологий и программного обеспечения для управления бизнес-процессами как проектов, так и предприятий отрасли; технологии автоматизированного проектирования зданий и сооружений, технологии информационного моделирования, машинного обучения, дополненной реальности, интернета вещей. Также широкое развитие приобрели облачные платформы управления данными (рис. 2). Реализуются пилотные проекты по использованию аддитивных технологий в строительстве.



Рис.1. Использование организациями цифровых технологий на начальном этапе цифровизации (в процентах от общего числа организаций предпринимательского сектора) (составлено по данным [8])

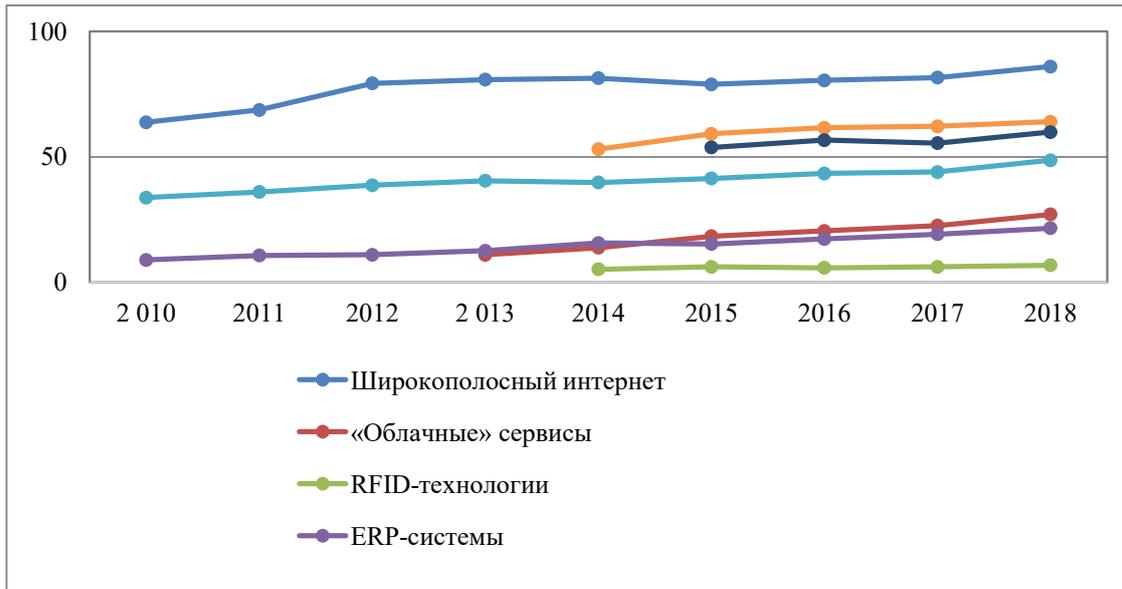


Рис. 2. Индекс цифровизации и интенсивности использования цифровых технологий в организациях (в процентах от общего числа организации предпринимательского сектора) (составлено по [9])

Цифровизация строительства и жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации также поддерживается на уровне государственного и отраслевого управления путем принятия соответствующих нормативных документов и реализации проекта «Умный город» [9]. Также создаются федеральные государственные информационные системы (ФГИС), содержащие информацию, необходимую как для строительства, так и для жилищно-коммунального хозяйства (ФГИС ЦС, ГИС ЖКХ, ГИСОГД, ФГИС ЕГРН, ГИСП, ГИС ТЭК, ФГИС ТП, КИПС ГБЦГИ, ФГИС «АРШИН» и т.п.). Однако многочисленность, разрозненность систем, сложность импорта и экспорта данных из одной ФГИС в другую делают их применение на практике затруднительным и зачастую нецелесообразным.

Наиболее частое применение, тем не менее, характерно именно для информационных систем, а также для технологий информационного моделирования, применяемых при проектировании зданий и сооружений [10].

В Российской Федерации на сегодняшний день, несмотря на имеющийся рост количества организаций, применяющих информационное моделирование, уровень использования данной технологии является достаточно низким (рис. 3).

Для развития и более широкого применения информационного моделирования необходимо создание соответствующих классификаторов и информационных систем. Следует отметить, что достаточно большая часть нормотворческой работы на сегодняшний день уже реализована и включает в себя принятие ряда стандартов и нормативно-методических документов. Также внесены изменения в Градостроительный кодекс, включающие официальное закрепление понятий классификатора строительной информации и информационной модели.

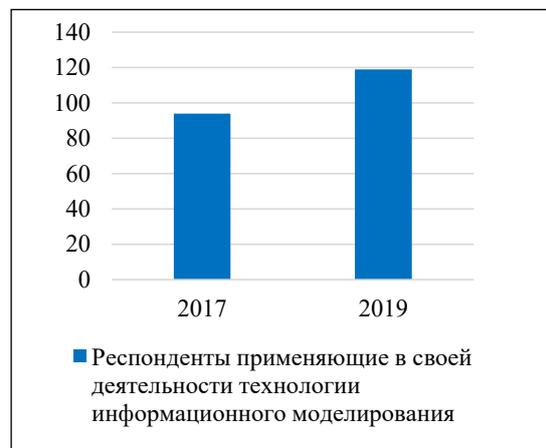


Рис. 3. Применение технологий информационного моделирования в РФ (составлено на основе [11, 12])

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Безусловно, применять информационное моделирование при проектировании и строительстве всех объектов абсолютно нецелесообразно, однако реализация информационного моделирования способствует снижению числа выявляемых при строительстве коллизий, а также оптимизирует технологический процесс управления объектами на стадии эксплуатации [13, 14].

С целью уточнения возможных эффектов внедрения информационного моделирования относительно проектирования с применением САПР, нами произведено моделирование соответствующих бизнес-процессов. Анализ бизнес-процессов производился согласно результатам аналитики, построенной на основе стратегических, тактических и операционных индикаторов, визуализирующих достижение стратегических целей организации, реализацию проектов и процессов на уровне подразделения организации [15, 16].

Проведенный анализ и оценка бизнес-процессов показали, что имеются искажения информации при взаимодействии участников процесса, как во временной проекции (что приводит к увеличению сроков проектирования), так и в проекции достоверности информации (что приводит к искажениям в структурных элементах проектной документации) [17]. В качестве критериев изменения бизнес-процесса считаем целесообразным (на основании анализа научной, нормативной и методической литературы по данной проблематике и результатов экспертной оценки) выделить следующие (таблица) [18-23].

Соответствующая модель бизнес-процесса «Совершенствование архитектурно-

строительного проектирования» представлена на рисунке 4.

Укрупняя бизнес-процесс до уровня «Совершенствование жизненного цикла объекта», получена следующая модель бизнес-процесса (рис. 5).

Подобное построение бизнес-процессов исходит из ожидания, что родственные взаимосвязанные концепции АСУ САД и ВІМ будут увеличивать степень альтернативности по мере усложнения проектов строительства и увеличения требований к уровню безопасности и автоматизации объектов. Автоматизация на основе САД, считаем, будет развиваться и далее, создавая сферу для развития малого бизнеса в проектировании, для проведения исследований, разработки виртуальных прототипов, проведения испытаний и реализации других задач, необходимых в рамках производственного процесса. При этом сама автоматизация как процессов проектирования, так и управления, будет способствовать сокращению трудозатрат и соответствующему сокращению количества работников и количества чертежей в традиционном бумажном варианте. Цифровизация с применением ВІМ технологии будет развиваться и оптимизироваться, однако, исходя из высокой стоимости программного обеспечения, будет доступна для определенного круга проектных организаций. ВІМ изменит саму концепцию архитектурно-строительного проектирования, причём вместо традиционного начертания элементов здания или сооружения необходимо будет задать в виде входных данных программного обеспечения набор правил определения оптимальной площади и нагрузки здания, а также других параметров.

Критерии изменения бизнес-процесса «Планирование и осуществление проектирования»

Ключевые подпроцессы	Критерии изменения	Цели изменения
Уточнение задания. Получение документов на проектирование	Входной контроль проектной документации концепции проекта	Максимум точности выбора варианта проекта
Разработка проектной документации	Качество ПД	Минимум трудозатрат Максимум точности Минимум сроки
Разработка сметной документации	Качество СД Точность расчетов ресурсов и стоимости	Минимум погрешностей при расчетах
Согласование и утверждение проектной документации	Качество ПСД Соответствие требованиям заказчика и НТД	Максимум скорости управляющих (контрольных) воздействий
Исполнение проектной документации	Качество СМР, срок реализации проекта, стоимость	Минимум план-фактных отклонений

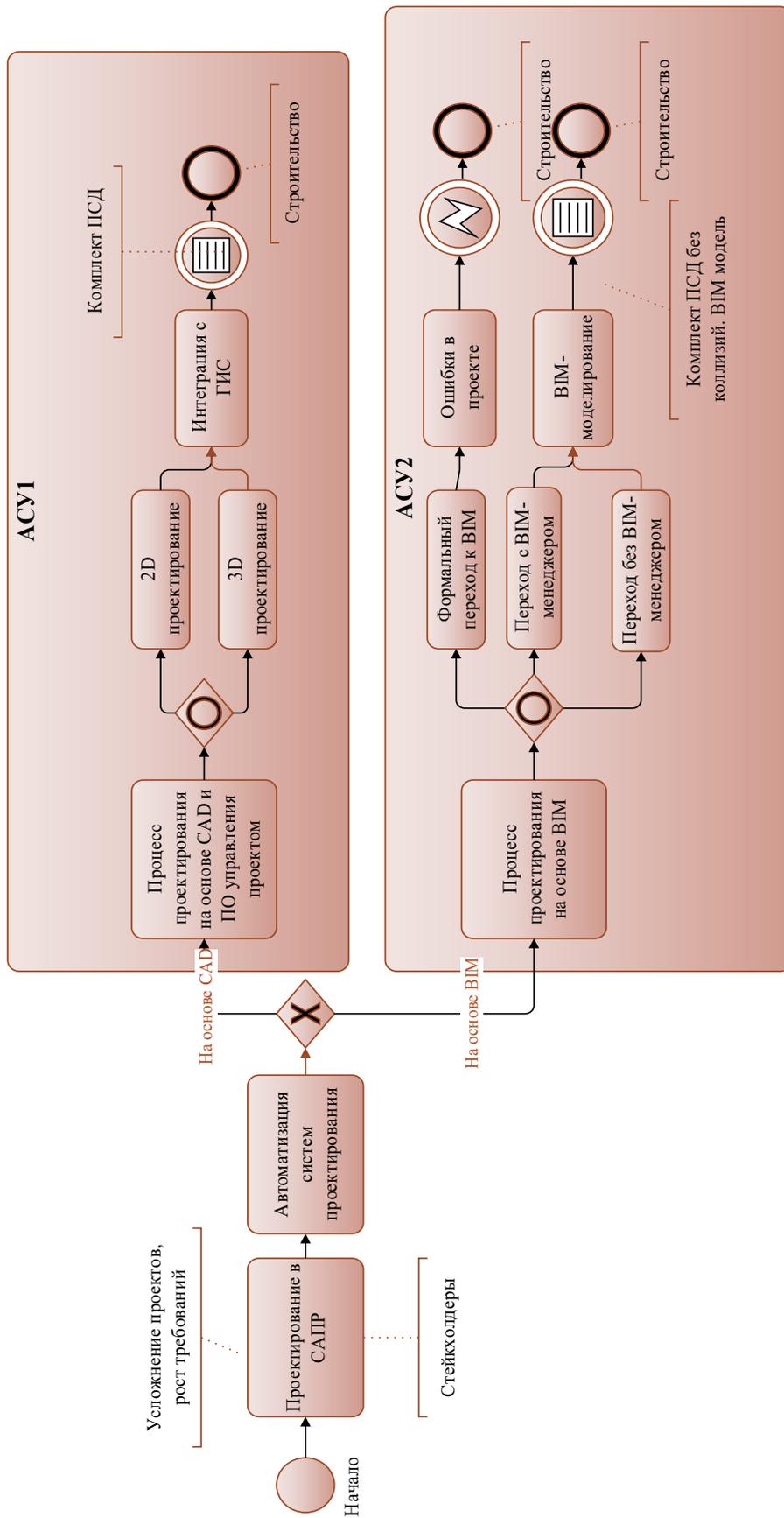


Рис. 4. Модель бизнес-процесса «Совершенствование архитектурно-строительного проектирования»

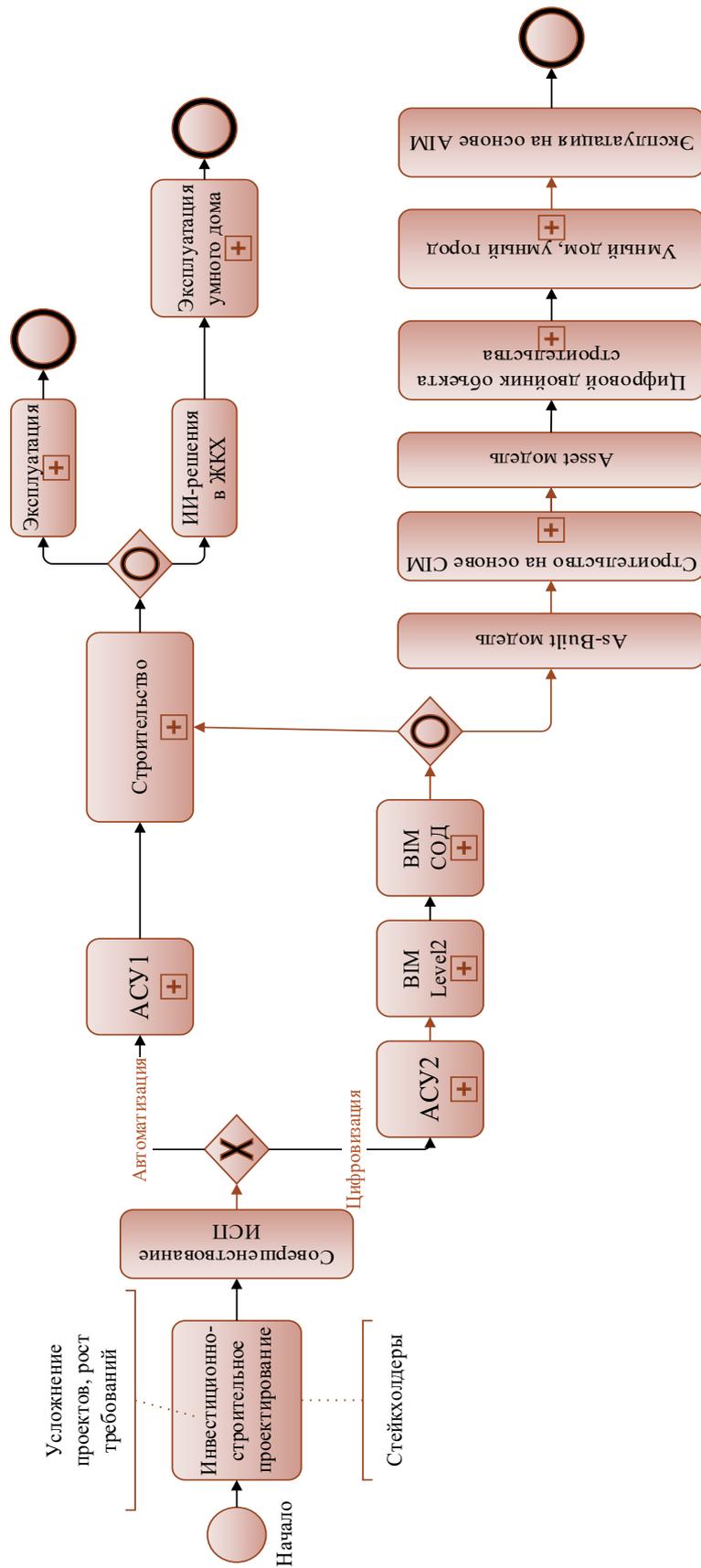


Рис. 5. Модель бизнес-процесса «Совершенствование инвестиционно-строительного проектирования»

При любом варианте совершенствования инвестиционно-строительного проектирования процесс проектирования, первоначально занимавший месяцы, будет сокращаться по продолжительности до нескольких дней, при этом переструктурируя время за счёт снижения временных затрат на проектирование и увеличения временных затрат на сборку объектов в 3D формате.

Заключение

Общей целью цифровизации строительства является формирование и развитие цифровой среды для управления жизненным

циклом объектов с целью повышения качества физического капитала для благосостояния будущих поколений в рамках концепции устойчивости. Соответственно, цифровизация строительства предполагает повышение уровня инноватизации инвестиционно-строительной деятельности. Для достижения целевого ориентира цифровизации строительства и жилищно-коммунального хозяйства необходимо изменение принципов управления на всем процессе жизненного цикла объекта за счет внедрения гибкого управления ресурсами, процессами и коммуникациями на основе информационного обмена.

Библиографический список

1. Нежникова Е.В. Конкурентоспособные объекты жилищного строительства как основа формирования безопасной и комфортной городской среды // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11-1 (76-1). С. 1059-1062.
2. Gumba K. Innovations as sustainable competitive advantages in the digital economy: substantiation and forecasting / K. Gumba, S.S. Uvarova, S.V. Belyaeva, V.A. Vlasenko. В сборнике: E3S web of conferences. XXII international scientific conference energy management of municipal facilities and sustainable energy technologies (EMMFT-2020). 2021. P. 10011. DOI:10.1051/e3sconf/202124410011.
3. Асаул В.В., Лушников А.С. Внедрение элементов цифровой экономики в строительстве: отечественный и зарубежный опыт // Экономические проблемы в архитектуре, градостроительстве и инвестиционно-строительной деятельности. Современное состояние и вызовы: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. членов РААСН, профессорско-преподавательского состава, молодых ученых СПбГАСУ и специалистов инвестиционно-строительной сферы. 2019. С. 89-93.
4. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 17.05.2021).
5. Уварова С.С., Паненков А.А., Сонин Я.Л. Цифровизация строительства в проекции теории организационно-экономических изменений // Экономика строительства. 2020. № 1 (61). С. 31-40.
6. Иванова Р.М., Загидуллина Г.М. Основные направления активизации инновационной деятельности в инвестиционно-строительной сфере // Российское предпринимательство. 2016. № 21. Т. 17. С. 2819-2826.
7. Andryunina Ya., Trukhina N., Barinov V., Panenkov A., Vaynshtok N. Innovation and certification as the basis for the development of energy-efficient construction // E3S web of conf. Vol. 105. 2019. DOI:10.1051/e3sconf/201911002125.
8. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 17.05.2021).
9. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 17.05.2021).
10. 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.
11. Отчет «Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf (дата обращения: 17.05.2021).
12. Отчет по исследованию «Уровень применения BIM в России 2019» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://concurator.ru/information/bim_report_2019/?fbclid=IwAR2OVYwWwYXgNA_C8MJeyNK_kg--bboku_TyYuRwefgj4OQ7LAvM-EeQC8Y (дата обращения: 17.05.2021).
13. Паненков А.А. Оптимизация процедур контроля и аудита инвестиционно-строительных проектов на основе информационного моделирования // Экономика и предпринимательство. 2019. № 8 (109). С. 1171-1175.

14. Gumba K., Revunova S., Uvarova S., Belyaeva S. Methodology for innovation-based control of business changes taking into consideration the communication aspects // MATEC Web of Conferences. 2017. С. 08023. DOI:10.1051/mateconf/201710608023.
15. Hyvär I. Roles of Top Management and Organizational Project Management in the Effective Company Strategy Implementation // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2016. Vol. 226. P. 108-115. DOI:10.1016/j.sbspro.2016.06.168.
16. Lozano R., Nummert B., Ceulemans K. Elucidating the relationship between Sustainability Reporting and Organisational Change Management for Sustainability // Original Research Article Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 125. P. 168-188. DOI:10.1016/j.jclepro.2016.03.021.
17. Lozano R., Ceulemans K., Scarff Seatter S. Teaching organisational change management for sustainability: designing and delivering a course at the University of Leeds to better prepare future sustainability change agents // Original Research Article Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 106. P. 205-215. DOI:10.1016/j.jclepro.2014.03.031.
18. Preet S., Kotabe M. Institutional changes and organizational transformation in developing economies // Journal of International Management. 2008. Vol. 14. P. 209-216. DOI:10.1016/j.intman.2008.04.001.
19. Rogacheva Ya., Panenkov A., Petrikova Z., Nezhnikova E. Justification of directions of technological and price audit systems changes for the purpose of high-rise construction innovating // E3S Web of Conferences. 2018. С. 03037. DOI:10.1051/e3sconf/20183303037.
20. Kankhva V.S., Uvarova S.S., Belyaeva S.V. Development of the scientific and methodological assessment tools of sustainability of the investment and construction complex in Russia and its structural elements in terms of organizational and economic changes // Procedia Engineering. 2016. Т. 165. С. 1046-1051. DOI:10.1016/j.proeng.2016.11.818.
21. Belyantseva O., Panenkov A., Safonova N. Methodical approaches to providing sustainable development of the transport industry management system based on self-organization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. С. 012167. DOI:10.1088/1755-1315/90/1/012167.
22. Uvarova S.S., Belyaeva S.V., Kankhva V.S., Vlasenko V.A. Implementation of innovative strategy in underground construction as a basis for sustainable economic development of a construction enterprise // Procedia Engineering. 2016. Т. 165. С. 1317-1322. DOI:10.1016/j.proeng.2016.11.857.
23. Evangelista R., Vezzan A. The economic impact of technological and organizational innovations. A firm-level analysis // Original Research Article Research Policy. 2010. Vol. 39. P. 1253-1263. DOI:10.1016/j.respol.2010.08.004.