

УДК 332.1

DOI: 10.34670/AR.2025.15.99.069

Трансформация экономического механизма строительной отрасли: инфраструктурные и институциональные аспекты

Иванов Максим Эдуардович

Аспирант,
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»,
129090, Российская Федерация, Москва, ул. Мещанская, 9/14;
e-mail: ivanovme99@gmail.com

Аннотация

В статье рассматриваются основные направления развития строительной отрасли. Указывается, что за последние десятилетия состоялись кардинальные трансформации в строительстве. Это выражается во внедрении цифровых технологий, программного обеспечения для информационного моделирования зданий (BIM). Здания могут стать высокоавтоматизированными, а операции могут стать управляемыми данными за счет интеграции интеллектуальных компонентов и датчиков с Интернетом вещей (IoT) в будущем строительстве. Со временем это может значительно сократить эксплуатационные расходы при использовании в сочетании с современным управлением информацией о зданиях (BIM). В динамичном ландшафте строительства использование передовых технологий стало первостепенным для повышения эффективности, минимизации затрат и обеспечения долговечности построенных активов. На переднем крае этой технологической революции находится информационное моделирование зданий (BIM), комплексный подход, который изменил то, как происходит управление строительными проектами. Согласно отраслевым отчетам, использование BIM показывает постоянный темп роста в 12% в год, что подчеркивает его широкое распространение в строительном секторе. В сфере сотрудничества BIM привел к улучшению межкомандного общения на 30%, способствуя более интегрированному и оптимизированному процессу строительства. Недавнее исследование показало, что проекты, использующие технологии BIM, испытали 20%-ное снижение общей стоимости проекта, подчеркивая его значительное влияние на финансовую эффективность.

Для цитирования в научных исследованиях

Иванов М.Э. Трансформация экономического механизма строительной отрасли: инфраструктурные и институциональные аспекты // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 1А. С. 680-689.

Ключевые слова

Строительная отрасль, проектирование, информационное моделирование зданий, строительные сооружения, бережливое производство.

Введение

В настоящее время строительная отрасль претерпевает множество трансформаций, обусловленных возникающими новыми требованиями к качеству строительных сооружений, этапам осуществления производственно-технологической деятельности [Иванов, Дмитриев, 2023]. Технологии и инновации меняют способы проектирования, строительства и управления зданиями [Дмитриева, 2022].

Строительная отрасль в России продолжает расти и расширяться благодаря новым технологическим достижениям [Пинчук, Якимович, Барткус, 2024]. За последние три года экономическая неопределенность, инфляция и растущие процентные ставки омрачили общие перспективы отрасли, но спрос на строительство по-прежнему превышает возможности цепочки поставок в большинстве областей.

Однако жилой сектор сталкивается с дополнительными проблемами. В настоящее время строительная отрасль сталкивается с самым высоким уровнем незаполненных вакансий за всю историю, нехваткой квалифицированных рабочих, нехваткой рабочей силы и изменениями в демографической ситуации рабочей силы. Одной из основных областей трансформации строительной отрасли является использование программного обеспечения для информационного моделирования зданий (BIM) [Tiza Michael, Jya Victoria, 2024]. BIM – цифровое представление проекта здания или инфраструктуры, которое позволяет архитекторам, инженерам и строительным специалистам сотрудничать и планировать проект более эффективно [Muhammad Saleem Raza et al., 2023]. Программное обеспечение BIM позволяет всем заинтересованным сторонам просматривать проект и план в 3D, выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях и вносить изменения более легко, что снижает риск ошибок и задержек в строительстве [Куприяновский и др., 2020].

Легкие материалы, такие как кросс-ламинированная древесина, легкие стальные рамы и этилентетрафторэтилен (ETFE), заменитель стекла, который на 99 процентов легче и прочнее, при этом более экологичен, более гибок и лучше пропускает свет, являются одними из основных достижений в области строительных материалов за последние годы. Стоимость и логистика доставки материалов на площадку изменятся в результате более прочных и легких материалов в будущем строительстве. Цифровая революция повлияла на будущее строительства. Здания становятся высокоавтоматизированными, а операции – управляемыми данными за счет интеграции интеллектуальных компонентов и датчиков с Интернетом вещей (IoT) в будущем строительстве. Это может значительно сократить эксплуатационные и эксплуатационные расходы при использовании в сочетании с современным управлением информацией о зданиях (BIM). Проектирование – самая передовая технология BIM – позволяет создать полного «цифрового двойника» конструкции до начала строительства. Весь процесс строительства можно оптимизировать, полностью полагаясь на эту технологию, что позволяет интегрировать проекты в остальную часть цепочки создания стоимости. Строительные и производственные процессы стали более эффективными на каждом уровне процесса за счет применения передовых цифровых технологий.

Это также сокращает дорогостоящие доработки. Фактический процесс строительства улучшился, как и связанные с ним процессы, такие как управление активами, управление рабочей силой, безопасность на рабочих местах и контроль доступа. Интернет-магазины – это канал, который может изменить взаимодействие при покупке и продаже товаров по всей

цепочке создания стоимости, улучшить распределение и реструктурировать строительную логистику [Иванов, Дмитриев, 2024]. Эти каналы пережили необычайный рост за последние два года. Стартапы в строительной отрасли получили более 40% венчурного капитала, инвестированного в онлайн-магазины с 2018 года.

Информационное моделирование зданий (BIM) представляет собой комплексный подход к созданию и контролю информации, связанной со построенным активом. Опираясь на интеллектуальную модель и поддерживаемую облачной платформой, BIM объединяет организованные, многопрофильные данные для формирования цифрового изображения актива на протяжении всего жизненного цикла. BIM служит краеугольным камнем цифровой трансформации в секторе архитектуры, проектирования и строительства (AEC). Autodesk, как лидер в области BIM, выступает в качестве важного инструмента отрасли в достижении улучшенных методов работы и результатов как для бизнеса, так и для среды.

Основная часть

Города и страны растут и развиваются с высокой скоростью, и этот рост связан со строительной отраслью. Внутри отрасли существуют такие проблемы и задачи, как стремление к устойчивости, более разумное потребление энергии, внедрение искусственного интеллекта, сохранение окружающей среды [Иванов, Дмитриев, 2023].

В динамичном ландшафте строительства использование передовых технологий стало первостепенным для повышения эффективности, минимизации затрат и обеспечения долговечности построенных активов. Согласно отраслевым отчетам, использование BIM показывает постоянный темп роста в 12% в год, что подчеркивает его широкое распространение в строительном секторе. BIM выходит за рамки традиционных практик, предлагая целостное цифровое решение, которое охватывает весь жизненный цикл строительного проекта – от зарождения до эксплуатации. В сфере сотрудничества BIM привел к улучшению межкомандного общения на 30%, способствуя интегрированному и оптимизированному процессу строительства. Проекты, использующие технологии BIM, испытали 20% снижение общей стоимости проекта. BIM – один из фундаментальных процессов в архитектурной, инженерной и строительной отрасли. Он предоставляет инструмент для планирования, проектирования, эксплуатации и строительства многочисленных проектов от небольших и очень простых до огромных и очень сложных. Это совместная платформа на основе облачных технологий. Она позволяет членам команды строительного проекта проектировать динамические 3D-модели всех данных, полученных в ходе проекта. Информационное моделирование зданий помогает членам команды управлять, оценивать и улучшать весь процесс строительства от планирования до проектирования, эксплуатации и строительства. Это достигается путем предоставления всем членам команды одновременного и реального доступа. В целом, информационное моделирование зданий произвело революцию в строительной отрасли, оцифровывая обычный физический процесс, Veam объединяет всех участников строительного проекта. Он оптимизирует график и сводит к минимуму неожиданности в рабочем процессе. Теперь, благодаря росту технологий и таким достижениям, как искусственный интеллект и облачное пространство, BIM стал одним из основных составляющих в управлении строительными проектами.

Целесообразно указать основные причины важности информационного моделирования

зданий в строительной отрасли. Во-первых, это повышение эффективности и межкомандного взаимодействия. Архитекторы и проектировщики используют доступные и классифицированные данные для получения исходных шаблонов. Шаблонов, которые требуют синхронизации с членами команды и работодателями. BIM становится более важным, когда изменяются данные или проект. Поскольку BIM устраняет необходимость выполнять повторяющиеся задачи и проходить процесс с самого начала, а изменения применяются как шаблон во всем проекте, от данных до окончательного проекта, еще одним важным моментом является одновременное общение всех членов команды о проекте и его обновлениях.

В целом, BIM показывает свою важность в этом вопросе: возможность ввода различных данных на разных этапах проекта, избегание повторений в процессе проектирования и обратной связи, сокращение продолжительности разработки проекта, сокращение возможных ошибок процесса и мониторинг его процесса. Целесообразно указать основные причины важности BIM в строительстве: это, во-первых, упрощение 3D-моделирования. Благодаря базе данных, которую он предоставляет дизайнерам и архитекторам, BIM открывает им руки для достижения лучших результатов и более быстрых результатов. Кроме того, благодаря полному доступу к этой базе данных дизайнер может использовать свое воображение и идеи и достичь более уникального результата: изменение цвета и текстуры стен; добавление внутренней отделки и специальных функций для них; настройка освещения и имитация солнца в разное время; просмотр карты до начала строительства; создание моста между заказчиками и проектом до начала строительства.

Заказчики строительных проектов испытывают затруднения в согласовании своих идей, архитектурных проектов и строительства. Моделирование – это процесс, который можно реализовать с помощью другого программного обеспечения или технологий. Однако главное отличие заключается в том, что BIM создает это моделирование как автоматическую часть процесса проектирования. BIM позволяет слаженно выполнять процесс проектирования или другие части разными людьми в проекте. При необходимости люди могут оценивать различные аспекты работы или редактировать ее.

Строительный проект не заканчивается после его завершения, это только начало. Независимо от того, является ли этот проект жилой квартирой или большой больницей, он в любом случае требует управления и обслуживания. Именно здесь вступает в действие BIM, и с помощью информации, которую он может предоставить менеджеру здания, менеджеру проекта или любому из заинтересованных лиц проекта, он обеспечивает все большую и большую динамическую прозрачность в отношении объектов, обслуживания и доступа к различным частям здания.

BIM – это комплексный, совместный и основанный на данных подход ко всему жизненному циклу зданий и инфраструктуры. Он включает в себя создание и использование интеллектуальных 3D-моделей, которые улучшают планирование, проектирование, строительство и эксплуатацию зданий и инфраструктуры. BIM выходит за рамки традиционных 2D-представлений, интегрируя многопрофильные данные для создания цифрового двойника физического актива.

Преимущества BIM в строительстве следующие:

1. Улучшение совместной работы и межкомандной коммуникации на строительной площадке. Строительные проекты включают в себя различные этапы и множество людей с разным опытом. Проект не достигнет своей первоначальной цели и плана, если какой-либо из

этих этапов или экспертов не согласован. Теперь, благодаря BIM и его цифровым моделям, мы можем профессионально сотрудничать одновременно. Это происходит без необходимости присутствия всех людей на рабочем месте и на разных этапах. Облачные технологии и инструменты, такие как BIM 360 degree AutoCAD или BIM Calibration, могут использоваться для достижения главной цели проекта. Эта технология позволяет людям и членам команды просматривать все планы, документы и линии из любой точки мира и в любое время. Она также позволяет им вносить в них изменения при необходимости. Кроме того, она дает менеджерам проектов возможность оценивать общий процесс и иметь лучшие отношения со своими членами.

2. Оценка и расчет стоимости проекта. Одной из самых сложных частей строительных проектов является оценка стоимости. Многие активисты строительной отрасли, а точнее активисты отрасли кондиционирования воздуха, осознавая важность этого вопроса, включили BIM в свою программу. BIM предоставляет финансовые оценки на основе моделей с использованием различных инструментов, таких как Autodesk View и BIM 360 Doc.

3. Визуализация перед строительством. Это может быть небольшой архитектурный проект или международный проект больницы. BIM позволяет строительной группе создавать визуализации с использованием имеющихся у них данных. Это делается для того, чтобы все заинтересованные стороны могли понять и прикоснуться к тому, что находится в головах проектировщика или строительной группы. С другой стороны, эти визуализации можно передавать другим членам команды, от проектировщика до самых маленьких подразделений проекта. При необходимости можно добавлять обновленную информацию, а результаты можно просматривать онлайн и одновременно.

4. Сокращение стоимости строительства. При переносе проекта в реальность приходит осознание, что разработанные конструкции конфликтуют, и приходится переделывать. Это повлечет за собой серьезные расходы, но также отнимет время у проектной группы. Благодаря возможностям, которые предоставляет проектной группе, BIM выявляет конфликты до начала строительства и обеспечивает значительную экономию для проектов; экономит время и деньги.

5. Заказ и улучшение процесса строительства. По мере того, как размеры проекта становятся более обширными, нам понадобится больше людей в команде. С другой стороны, количество документов, процессов и дел, которыми нужно управлять, увеличилось, что приводит к большему количеству осложнений. Благодаря программе пошагового просмотра и ее актуальной модели все люди в проекте имеют одновременный доступ ко всем изменениям, связанным и загруженным в проект одновременно, а процессы очень прозрачны и прослеживаемы.

6. Оптимизация процесса управления зданием. Сбор, классификация, организация и упрощение всей информации о здании имеют решающее значение не только в процессе строительства, но и после завершения; управление зданием и его обслуживание. Используя BIM и такие инструменты, как BIM 360 Ops от Autodesk, всю информацию, такую как объекты и другие важные элементы обслуживания и управления зданием, можно доверить управляющему зданием и людям, которые будут ее использовать.

7. Управление энергопотреблением в строительстве является одной из важнейших составляющих успешного функционирования. Энергия является одним из важнейших компонентов строительства. Строительство устойчивых архитектурных проектов стало одной из серьезных проблем активистов отрасли АЕС. Для этого сценария было разработано много

программного обеспечения и технологий, которые находятся в распоряжении строительных бригад. Однако BIM по-прежнему оказывает значительное влияние на этот процесс. Используя BIM, можно оценить и проанализировать потребление энергии в разное время суток, направление света и условия излучения, энергоэффективность, управление отходами, воду и т.д.

Строители всегда зависят от разработанных планов для строительства больших зданий. Но поскольку строительная отрасль быстро переходит на цифровые технологии, чтобы соответствовать растущим требованиям и сложностям современных проектов, производительность остается ключевой проблемой. Темпы роста отрасли отстают от общей мировой экономики на протяжении десятилетий, а задержки проектов и невыполненные бюджеты являются основными факторами.

Согласно проведенным исследованиям, строительные компании выполняют 30% своей работы по доработке. Для борьбы с доработкой и перерасходом средств технология информационного моделирования зданий развивалась на протяжении многих лет, и теперь благодаря достижениям в области 3D-моделирования и игрового программного обеспечения, которое завершает 3D-программы.

Хотя существует множество решений для информационного моделирования зданий, их сложно использовать и они недоступны в полевых условиях. Они требуют углубленной технической подготовки или не интегрируются с решениями по управлению проектами. Поскольку BIM превращается из приятного в необходимость, те, кто не ценит и не использует эти преимущества, рискуют остаться позади в быстро развивающейся отрасли.

Информационное моделирование зданий в строительстве помогает улучшить планирование, улучшить сотрудничество, улучшить оценку затрат, повысить эффективность строительства, снизить риски и повысить безопасность. Одним из самых мощных рычагов для сокращения разрыва между спросом и предложением строительных услуг является повышение производительности за счет увеличения добавленной стоимости на одного занятого человека. В этом контексте постоянно говорят о серийном строительстве. Это относится к переходу от традиционной строительной площадки, где здания возводятся «по кирпичику», к строительной площадке, где на месте устанавливаются отдельные строительные системы, компоненты или модули, которые ранее изготавливались на заводе. Такой способ строительства не только приводит к меньшему количеству ошибок, но и быстро сокращает время строительства, что значительно увеличивает доступную мощность в процессе строительства.

Зарубежные строительные предприятия различного масштаба обладают обширным опытом по внедрению принципов бережливого производства в силу того, что именно за рубежом данная концепция впервые получила свое развитие и успешную реализацию. Используя адаптированный зарубежный опыт в области цифрового бережливого производства в сочетании с хорошо зарекомендовавшими себя возможностями, отечественные строительные организации смогут увеличить конкурентное преимущество, достигаемое традиционными подходами бережливого производства, применяемыми в автономном режиме [Chatzopoulos, Weber, 2020].

На основе выявленного и применяемого за рубежом подхода к цифровому бережливому производству допустимо обозначить три основополагающих фактора:

1. Платформы и инструменты IoT, включая инструменты мониторинга производительности сотрудников в строительной организации, системы камер и устройства дополненной реальности, кибербезопасность, датчики и исполнительные механизмы и многое другое. Установленное на производстве оборудование и другие активы, датчики и исполнительные

механизмы генерируют данные в режиме реального времени об использовании, обслуживании. Поддаются цифровой обработке история финансов, техническое состояние и любые другие факторы, которые могут повлиять на производительность. Эти данные поддерживают прогностическое понимание и анализ первопричин, помогая руководству строительных организаций выявлять потенциальные проблемы заблаговременно, что сводит к минимуму время простоя рабочей силы. Датчики также могут отслеживать присутствие рабочей силы на производственных линиях, а камеры улучшают контроль качества, обнаруживая дефекты и предупреждая инспекцию. Учитывая, что только 25% всех инспекций действительно необходимы, потенциальная экономия при использовании цифровых технологий значительна.

2. Инструменты и устройства Digital Factory, включая робототехнику, интеллектуальную автоматизацию, автономные транспортные средства – дроны и аддитивное производство. Робототехника и автоматизация меняют подходы персонала к выполнению работы. Поскольку промышленные роботы постепенно превосходят людей в ряде видов деятельности, включая проектировочную, они способствуют стандартизации и повышению конкурентоспособности, производительности, а также улучшению экономических показателей, в целом. Также улучшаются контроль качества и возможность настройки продуктов, разрабатываются передовые цифровые решения и решения для автоматизации в сочетании с производственным, организационным и финансовым опытом.

3. Передовые технологии, в том числе интеллектуальное и адаптивное планирование производства, машинное обучение, искусственный интеллект, бизнес-интеллект и программное обеспечение для моделирования, сквозная прозрачность цепочки поставок и расширенное моделирование, активно развиваются. Традиционное бережливое производство было ограничено сосредоточением внимания на производственных цехах, что ограничивает проверку других гипотез, а также из-за отсутствия сквозной видимости всего операционного процесса.

Цифровые бережливые технологии позволяют интегрировать данные по всей цепочке создания стоимости и использовать аналитику для настройки производственных процессов, создания графиков производства и производственных затрат, начиная от управления материалами и запасами и заканчивая закупками, планированием работ и этапов производства. Вместе они составляют комплекс различных цифровых технологий, которые могут преобразовать бережливое производство в цифровое бережливое производство, создавая существенные выгоды, повышая конкурентоспособность, отдачу и рентабельность. Для достижения этой цели необходимо составить подробный план в соответствии с принципами проектного подхода.

Первоначальный этап начинается с ускоренной диагностики организации, которая устанавливает конкретную дорожную карту улучшения для каждого из вышеупомянутых рычагов. Этот первый этап пути к цифровому бережливому производству, в соответствии с полученными результатами анализа источников, будет длиться от пяти до восьми недель, в зависимости от размера и специфики сферы деятельности малой проектной организации, а также от того, какие рычаги наиболее важны для конкретной конкурентной позиции.

Второй этап также длится от одной до двух недель и посвящен глубокой оценке уровня развития малой проектной организации на месте, что позволяет работать над разработкой подробной дорожной карты возможностей для улучшения конкурентоспособности. На этом этапе основное внимание сосредотачивается как на немедленных поэтапных улучшениях, так и на более долгосрочной перспективе стратегии полного раскрытия потенциала малой

проектной организации.

На третьем этапе, который длится от двух до трех недель, реализуется процесс, который отображает все шаги, необходимые для того, чтобы малая проектная организация полностью раскрыла свой потенциал. На этом этапе ранее выявленные цифровые и традиционные бережливые инициативы тщательно оцениваются с точки зрения рисков, соответствующей модели операционной деятельности, необходимых инвестиций и других критериев. Цель состоит в том, чтобы разработать всеобъемлющий план. Это правильное сочетание традиционных и бережливых инициатив приемлемо для органичного улучшения операционной деятельности.

На четвертом этапе происходит обращение к послеоценочному обзору, чтобы определить как краткосрочное, так и долгосрочное влияние цифрового бережливого производства и план масштабирования и запуска быстрых достижений. Эта фаза обычно сопровождается переменным периодом реализации, в течение которого будет последовательно и адаптированно развернута полнофункциональная программа. Во время этого этапа обычно запускается ускоренная трансформация *Value*, которая предназначена для достижения результатов в течение короткого срока действия.

Заключение

В целом, цифровизация не сможет оказать способствующее воздействие на переход к бережливому производству в проектной организации с целью повышения показателей ее жизнедеятельности в условиях волатильной и непредсказуемой среды с постоянно меняющимися экзогенными показателями. Инновационные методы предназначены для повышения сквозной эффективности операций, качества и производительности доставки, а также позволяют добиться значительного снижения затрат на рабочую силу, исключив низкокомпетентных сотрудников, материалы и накладные расходы, уменьшив вероятность поздней сдачи текущих строительных проектов.

Библиография

1. Дмитриева А.О. Основные направления формирования архитектуры интеллектуальных фабрик: дис. ... канд. арх. наук. М., 2022. 254 с.
2. Иванов М.Э., Дмитриев А.Г. Анализ развития строительной отрасли в России и ее текущих проблем // Московский экономический журнал. 2023. № 11. С. 679.
3. Иванов М.Э., Дмитриев А.Г. Государственная поддержка формирования механизмов устойчивого развития строительной отрасли в России // Экономика строительства. 2023. № 12. С. 70.
4. Иванов М.Э., Дмитриев А.Г. Экономический потенциал строительной отрасли России // Экономика строительства. 2024. № 2. С. 20.
5. Куприяновский В.П. и др. Цифровые двойники на базе развития технологий *bin*, связанные онтологиями, 5G, IoT и смешанной реальностью для использования в инфраструктурных проектах и *ifrabim* // International Journal of Open Information Technologies. 2020. No. 3.
6. Куприяновский В.П., Покусаев О.Н., Талапов В.В., Семочкин А.В. Информационное моделирование (BIM), метрополитены, городская железная дорога и станции в транспортной и урбанистической среде в идеологии транзитной ориентации развития городов // International Journal of Open Information Technologies. 2021. No. 3.
7. Пинчук В.Н., Якимович Е.А., Барткус В.В. Россия на мировом рынке строительных услуг // Вестник РУДН. Серия: Экономика. 2024. № 2.
8. Chatzopoulos C.G., Weber M. Digitization and Artificial Intelligence for Lean Customer Experience Management // Transformation 2020. No. 22. P. 24.
9. Muhammad Saleem Raza et al. Potential features of building information modeling (BIM) for application of project management knowledge areas in the construction industry // Heliyon. 2023. Vol. 9. Issue 9. P. e19697.

10. Tiza Michael, Jiya Victoria. The Impact of Building Information Modelling (BIM) in the Construction Industry // Brilliant Engineering. 2024. No. 5. P. 10.36937/ben.2024.4841.

Transformation of the economic mechanism of the construction industry: infrastructural and institutional aspects

Maksim E. Ivanov

Postgraduate Student,
Moscow Financial and Industrial University "Synergy",
129090, 9/14 Meshchanskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: ivanovme99@gmail.com

Abstract

The article examines the main directions of development of the construction industry. It is pointed out that over the last decades, there have been fundamental transformations in construction. This is reflected in the implementation of digital technologies, the increasing adoption of building information modeling (BIM) software. Buildings can become highly automated, and operations can become data-driven through the integration of smart components and sensors with the Internet of Things (IoT) in the future of construction. Over time, this can significantly reduce operational and maintenance costs when used in conjunction with modern building information management (BIM). In the dynamic construction landscape, the use of advanced technologies has become paramount to improve efficiency, minimize costs and ensure the longevity of built assets. At the forefront of this technological revolution is building information modeling (BIM), an integrated approach that has changed the way construction projects are managed. According to industry reports, the use of BIM shows a constant growth rate of 12% per annum, highlighting its widespread adoption in the construction sector. In the area of collaboration, BIM has led to a 30% improvement in inter-team communication, facilitating a more integrated and streamlined construction process. A recent study found that projects using BIM technologies experienced a 20% reduction in overall project costs, highlighting its significant impact on cost effectiveness.

For citation

Ivanov M.E. (2025) Transformatsiya ekonomicheskogo mekhanizma stroitel'noi otrasli: infrastrukturnye i institutsional'nye aspekty [Transformation of the economic mechanism of the construction industry: infrastructural and institutional aspects]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (1A), pp. 680-689. DOI: 10.34670/AR.2025.15.99.069

Keywords

Construction industry, design, building information modeling, building structures, lean manufacturing

References

1. Chatzopoulos C.G., Weber M. (2020) Digitization and Artificial Intelligence for Lean Customer Experience

-
- Management. *Transformation*, 22, p. 24.
2. Dmitrieva A.O. (2022) *The main directions of formation of the architecture of intelligent factories*. Doct. Diss. Moscow.
 3. Ivanov M.E., Dmitriev A.G. (2023) Analysis of the development of the construction industry in Russia and its current problems. *Moscow Economic Journal*, 11, p. 679.
 4. Ivanov M.E., Dmitriev A.G. (2024) Economic potential of the construction industry in Russia. *Construction Economics*, 2, p. 20.
 5. Ivanov M.E., Dmitriev A.G. (2023) State support for the formation of mechanisms for sustainable development of the construction industry in Russia. *Construction Economics*, 12, p. 70.
 6. Kupriyanovskiy V.P. et al. (2020) Digital twins based on the development of BIM technologies, connected by ontologies, 5G, IoT and mixed reality for use in infrastructure projects and IFRABIM. *International Journal of Open Information Technologies*, 3.
 7. Kupriyanovskiy V.P., Pokusaev O.N., Talapov V.V., Semochkin A.V. (2021) Information modeling (BIM), subways, urban railways and stations in the transport and urban environment in the ideology of transit orientation of urban development. *International Journal of Open Information Technologies*, 3.
 8. Muhammad Saleem Raza et al. (2023) Potential features of building information modeling (BIM) for application of project management knowledge areas in the construction industry. *Heliyon*, 9 (9), p. e19697.
 9. Pinchuk V.N., Yakimovich E.A., Bartkus V.V. (2024) Russia in the world market of construction services. *Bulletin of RUDN. Series: Economy*, 2.
 10. Tiza Michael, Jiya Victoria (2024) The Impact of Building Information Modeling (BIM) in the Construction Industry. *Brilliant Engineering*, 5, p. 10.36937/ben.2024.4841.