

Научная статья
УДК 004.9:336.74
EDN QHYYCM
DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(1).115-126



Т.И. Хитрова

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Е.М. Хитрова

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

М.Д. Коломеец

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Цифровая трансформация управления строительным производством

Аннотация. Рассмотрены вопросы совершенствования системы управления строительством как ключевой отрасли Российской экономики на основе применения IT-технологий. Являясь драйвером роста, строительство не обеспечивает максимума эффекта в силу специфики сложившихся отношений участников процесса. Исследуется совокупность факторов, влияющих на эффективность функционирования строительной организации и определяемых структурой жизненного цикла строительного производства. В результате проведенного анализа установлены основные риск-факторы строительных проектов — множественность заинтересованных сторон, срочность строительных контрактов, многочисленность нормативных актов и законов, сложность договорных структур, способствующих появлению производственных и, как следствие, финансовых рисков. Определены порождаемые ими компоненты проблемного поля и их иерархическая взаимозависимость как результат проявления закономерности целостности систем.

Установлено, что большинство проблем, возникающих на различных этапах реализации проекта так или иначе связано с неэффективным применением цифровых технологий. Проведенный анализ позволяет определить возможности решения проблем, возникающих на различных этапах и в разных условиях реализации строительного проекта средствами блокчейн-технологий и токенизации.

Анализ существующих решений позволяет сделать вывод о недостаточном использовании инновационного потенциала взаимодействия блокчейн-технологий и объектно-ориентированной модели строительного объекта или, что особенно значимо, комплекса строительных объектов — BIM-технологий. Внедрение интегрированного подхода позволит не только легко и быстро создавать и отслеживать контракты, соглашения и финансовые транзакции, обеспечивая прозрачность их выполнения, но и возможность прогнозируемого обслуживания активов, проактивный контроль третьих сторон и on-line сотрудничество между всеми участниками IPD, реализуя таким образом, комплексный подход к автоматизации процессов управления проектами.

Ключевые слова. Строительство, проблемы строительной отрасли, цифровые технологии, блокчейн, токенизация, смарт-контракты, риск-факторы проекта, интегрированная система реализация проекта.

Информация о статье. Дата поступления: 14 декабря 2023 г.; дата принятия к публикации: 12 марта 2024 г.; дата онлайн-размещения: 30 марта, 2024 г.

T.I. Khitrova*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation***E.M. Khitrova***Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation***M.D. Kolomeets***Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

Digital Transformation of Construction Production Management

Abstract. The study explored the issues of improving the construction management system as a key sector of the Russian economy based on the use of IT technologies. Being a driver of growth, construction does not provide the maximum effect due to the specifics of the existing relationships between the participants in the process. The authors investigated the set of factors influencing the efficiency of the functioning of a construction organization and determined by the structure of the life cycle of construction production.

As a result of the analysis, the main risk factors of construction projects were established — the multiplicity of interested parties, the urgency of construction contracts, the multiplicity of regulations and laws, the complexity of contractual structures that contribute to the emergence of production and, as a consequence, financial risks. The study determined the components of the problem field generated by them and their hierarchical interdependence as a result of the manifestation of the pattern of systems integrity.

It has been established that most of the problems that arise at various stages of project implementation are in one way or another related to the ineffective use of digital technologies. The analysis allows us to determine the possibilities of solving problems that arise at various stages and in different conditions of the implementation of a construction project using blockchain technologies and tokenization.

An analysis of existing solutions allows us to conclude that the innovative potential of interaction between blockchain technologies and an object-oriented model of a construction project or, what is especially significant, a complex of construction projects — BIM technologies is insufficiently used.

The introduction of an integrated approach will allow not only to easily and quickly create and track contracts, agreements and financial transactions, ensuring transparency of their implementation, but also the possibility of predictive maintenance of assets, proactive control of third parties and on-line cooperation between all IPD participants, thus realizing a comprehensive approach to automating project management processes.

Keywords. Construction, problems of the construction industry, digital technologies, blockchain, tokenization, smart contracts, project risk factors, integrated system for project implementation.

Article info. Received 14 December, 2023; Accepted 12 March, 2024; Available online 30 March, 2024.

Строительство традиционно является одной из ключевых отраслей российской экономики, которая обеспечивает ввод в действие новых, а также реконструкцию, расширение, ремонт и техническое перевооружение действующих объектов производственного и непроизводственного назначения. Прямой вклад только

сектора жилищного строительства в ВВП оценивается в 1,7 %, а с учетом межотраслевых связей — в 3–4 раза выше. В этой сфере занято 6,5 млн чел. — 6,6 % от общей численности занятых. При этом каждое такое рабочее место обеспечивает от 4 до 14 рабочих мест в других отраслях. По данным Росстата строительство стало вторым по значимости (+5 %) драйвером роста в 2022 г.¹ Определяющая роль отрасли заключается в создании условий для динамичного развития экономики страны. Отрасль охватывает производство строительных материалов и строительной техники, взаимодействует практически со всеми отраслями экономики. Рост выполненных работ обеспечивает рост производства и потребления сопутствующей продукции.

Эффективность деятельности строительной организации характеризуется множеством показателей, каждый из которых формируется под влиянием ряда факторов, определяемых особенностями организации строительного производства [1].

Конъюнктурный анализ рынка среди всех факторов макросреды выделяет подмножество, способное либо повышать эффективность предприятий строительной отрасли, либо порождать проблемы, приводящие к отрицательному результату при попытках компаний добиться эффективности.

Множественность заинтересованных сторон, краткосрочность строительных контрактов, многочисленность нормативных актов и законов приводят к возникновению сложных договорных структур и возникновению связанных с ними производственных и, как следствие, финансовых рисков. Долговременные и непрозрачные процессы проверки в сочетании с низким уровнем цифровизации становятся причиной неэффективности финансовых потоков, спорам и длительным задержкам платежей [2]. Возникшие финансовые риски порождают высокий уровень неплатежеспособности малых и средних предприятий и как следствие, способствуют появлению репутационных рисков [3].

Анализ показывает, что большинство проблем, возникающих на различных этапах реализации проекта так или иначе связано с неэффективным применением цифровых технологий: отсутствие или некорректное применение объектно-ориентированной модели строительного объекта или комплекса строительных объектов — BIM-технологий, может привести к значительным потерям времени; расчет объемов работ производимый вручную к появлению ошибок; отсутствие среды общих данных, когда информация между участниками проекта передается недостаточно оперативно, притом что типичный строительный проект может содержать де-

¹ Открытый журнал. URL: <https://journal.open-broker.ru/research/rosstat-dal-pervuyu-ocenku-vvp/>.

сятки распоряжений об изменениях, порождает несогласованность решений; изменения в конструкции или технологии, в случае отсутствия четких процедур внедрения этих изменений, влекут за собой правки в сроках и составах работ и невозможности планирования закупок необходимых материалов и комплектующих.

Существенной особенностью реализации крупных строительных проектов является то, что подрядчики более заинтересованы в выполнении дорогостоящих краткосрочных задач чем в достижении конечной цели проекта. В традиционных контрактах, как правило, определено, что делать с отдельными сегментами работы, но не показано, как сегменты связаны между собой. В результате исполнители разных фрагментов работ в проекте имеют конкретные обязательства без понимания глобальной цели, без ответственности за итоговый результат проекта [4].

Одна из самых сложных задач — удержание проекта в рамках бюджета связана с проблемой контроля затрат на протяжении жизненного цикла проекта, включая отслеживание распоряжений и управление контрактами с поставщиками. Из-за, отложенного времени отклика, устаревшей или отсутствующей информации, запутанных процессов с участием различных поставщиков, систем и продуктов, повышаются риски. Неточность данных о финансовом состоянии проекта не позволяет принимать обоснованные решения. Все это, при отсутствии системы управления информационными рисками и электронной системы документооборота, порождает несогласованность действий, увеличивает риски проекта, и, в следствие проявления закономерности прогрессирующей систематизации современной экономики России, на уровень рисков субъектов и страны в целом [5–7].

По мнению ряда авторитетных консалтинговых компаний, строительный бизнес относится к категории отраслей наиболее подверженных мошенничеству. Факт мошенничества способен влиять на график реализации проекта, качество его исполнения, безопасность проекта и отразиться на возможности возникновения спора по платежам. Это вызвано целым рядом объективных причин и проблем, которые полностью устранить практически невозможно.

Статистические сведения о количестве зарегистрированных дел, связанных с мошенническими действиями на рынке строительных и отделочных материалов, свидетельствуют, что с 2015 по 2020 гг., рост таких преступлений составил 19 %. При в силу сложности разграничения этого вида преступлений от гражданско-правовых споров отмечается рекордно низкий процент раскрываемости таких дел: соотношение составляет примерно 1 к 10².

² Tadviser. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Блокчейн в России>.

Среди схем, которые были выявлены экспертами платформы Орлан System, выделяются: мошенничество, связанное с низким качеством поставляемых строительных материалов; отсутствие поставки материалов после предоплаты; подделка документов, в том числе платежных поручений, товарно-транспортных накладных, сертификатов, лицензий на производство и пр.; мошенничество, связанное с участием в тендерах, в том числе «липовые» тендеры.

Существующие «ручные» схемы проверки контрагента являются трудоемкими, финансово-затратными и длительными. Перечень риск-факторов, которые могут повлиять на оценку возможности работы с контрагентом значителен. Каждый фактор имеет свой вес и, даже если некоторые из них в отдельности не являются препятствием для сотрудничества, то совокупное воздействие факторов на процесс в силу проявления закономерности целостности систем может привести к ситуации, когда сотрудничество невозможно [7].

Сведения о деятельности бизнес-партнера можно получить в сети Internet: в публикациях СМИ, в сервисах онлайн-карт, Дополнительно информацию предоставляют профильные ресурсы проверки контрагентов. Можно говорить о значительной трудоемкости получения информации, недостаточном уровне достоверности и полноте этих данных, а, следовательно, о высоких рисках при принятии решений. В качестве эффективной превентивной меры решения этих проблем и предотвращения угроз может быть использована цифровизация закупок путем внедрения технологии блокчейн³.

Важным аспектом применения блокчейн в строительстве является его использование для автоматизации процесса хранения и обмена документами. Система данных и документации, основанная на блокчейн-технологии, позволяет сократить время и ресурсы, упростить процессы обмена и контроля документов, а также сократить расходы, связанные с рассмотрением судебных исков, особенно в крупных проектах. Все документы, связанные с процессом строительства, могут быть переведены в цифровой формат и храниться в реестре блокчейна. Каждый документ может быть представлен в виде уникального цифрового сертификата — токена, который хранит информацию о его содержании, времени создания и статусе вхождения в проект, доступа к определенным услугам или продуктам. Записи уникальных идентификаторов файлов — хэшей документов в блокчейн обеспечивают их неизменяемость и подлинность. При каждом изменении или добавлении документа хэш будет автоматически обновляться и записываться в блокчейн. Это позволяет участникам процесса строительства

³ Блокчейн в России // TADVISER. URL : <http://www.tadviser.ru/index.php>.

легко проверять целостность и подлинность каждого документа, автоматически отслеживать историю изменений и версий, минимизируя риски подделки или потери данных.

Для решения проблемы согласования и подписания документов в процессе строительства технология блокчейн предоставляет возможность децентрализованного взаимодействия заинтересованных сторон. Для подписания документов используются уникальные цифровые идентификаторы, а запись о каждой подписи будет надежно сохраняться в блокчейне (рис. 1).

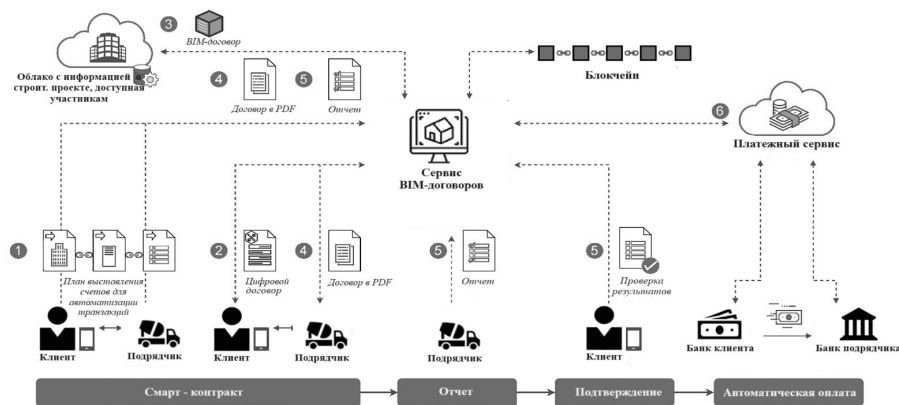


Рис. 1. Автоматизация документооборота в строительстве

Источник: <https://russiasmartcity.ru/projects/291-decentralizovannaya-avtomatizirovannaya-sistemahraneniya-dannyh-ucheta-zhkh> (дата обращения: 11. 10.2023).

Существует ряд крупных проектов, использующих блокчейн для автоматизации документооборота в сфере строительства. Платформа, разработанная компанией Provenance (США), позволяет создавать цифровые отчеты о происхождении материалов, сертификатах качества и других документах. Velox.RE (США) запустила систему для автоматизации процесса управления документами, обеспечивающую создание и обмен цифровыми документами, упрощение процесса согласования и подписания, обеспечивает аутентификацию документов.

Весь цикл работы с документами токенизирует платформа DocFlow, разработанная компанией PixelPlex (США). Площадка позволяет легко и быстро отслеживать использование документов и владение ими (все версии документов), а также автоматизировать обработку, выдачу и получение документов, соблюдая «общие положения о защите данных» (GDPR) и другие нормативные требования.

Особо значимые риски в строительстве вызваны наличием проблем, затрудняющих заключение и эффективное исполнение контрактов и управление платежами. Необходимость отслеживать

выполнение условий контрактов в течение всех этапов жизненного цикла проекта, длительные сроки и высокие комиссии банковских переводов замедляют процесс оплаты счетов, порождают недоверие и споры между сторонами контракта, создают финансовые риски контрагентов. Отсутствие единых систем и стандартов оценки этапов проекта значительно усложняют учет и управление финансовыми потоками в строительстве и связанных с ним процессами.

Решением проблемы повышения прозрачности протоколов сделок, не требующим подтверждения доверия, является смарт-контракт — приложение, работающее на блокчейне, оформляемое как цифровое соглашение, подкрепляемое набором правил. Для работы смарт-контракта все условия (функции), обязательства, прошлое и текущее состояние (данные) описываются и располагаются по определенному адресу в блокчейне. В последующем их выполнение обеспечивается независимой распределенной вычислительной системой, как правило на базе криптовалют.

Блокчейн позволяет создавать и хранить цифровые записи о различных аспектах контрактов: условия, сроки, стоимость, изменения, подтверждения, платежи и прочее. Всем сторонам проекта обеспечивается доступ к этим данным и, следовательно, уверенность в их надежности и достоверности. Таким образом снижается неопределенность присущая строительному производству — достигается высокий уровень прозрачности, доверия, безопасности, рост скорости взаимодействия между всеми сторонами контракта. Как следствие, уменьшаются вероятность возникновения ошибок и споров, снижение затрат, ускорение процесса согласования и подписания контрактов и обработки платежей, обеспечивается снижение рисков мошенничества [8].

В качестве наиболее известных примеров практического применения технологий блокчейна и токенизации для оптимизации строительных контрактов и платежей, можно назвать платформы компаний: Builderium (Великобритания), ShelterZoom (США) и Cobuild (Великобритания). Все они используют блокчейн для упрощения процесса платежей в строительной индустрии, в результате снижая риски задержек и споров.

Систематическая и независимая проверка и контроль за выполнением проекта на разных стадиях — проактивный сторонний надзор строительства нужен, в случае, когда в строительном проекте участвует несколько субподрядчиков и поставщиков услуг. Увеличение нагрузки по мониторингу требует создания новых ролей и обязанностей для наблюдения за выполнением задач и соблюдением прописанных правил с целью предотвращения проблем и обеспечения соответствия требованиям и стандартам.

Сложность проактивного надзора связана с необходимостью высокой эффективности координации и взаимодействия между раз-

личными сторонами проекта. Это может быть достигнуто только применением публичных платформ с едиными стандартами обмена данными, которым будут доверять все стороны. Осуществление такой системы возможно только с помощью технологии блокчейн как распределенного реестра, недоступного для изменений. Такой реестр позволяет сторонам проекта легко и надежно обмениваться информацией, хранить и отслеживать документацию, изменения и исправления в ней. Кроме того, применение блокчейна позволяет вести аудит, обеспечивать более точную оценку качества выполненных подрядчиками работ и, как следствие, принимать решения по управлению финансами, трудовыми и временными ресурсами в условиях большей степени определенности.

В качестве примеров компаний, применяющих блокчейн в области проактивного стороннего надзора, могут служить Provenance (США), ConsenSys (США), Factom (США) и Autodesk (США). Все эти компании успешно используют блокчейн для проактивного контроля третьих сторон и сотрудничества между всеми участниками строительного проекта практически в режиме on-line.

Обеспечивая прозрачность и достоверность данных блокчейн и токенизация значительно улучшают процесс финансирования строительства, решая несколько ключевых проблем. Во-первых, возможность проверки и подтверждения финансовых транзакций и использования средств снижает риск мошенничества и повышает доверие между участниками процесса строительства. Во-вторых, токенизация таких активов, как недвижимость или строительные проекты, позволяет привлекать инвестиции широкого круга инвесторов, включая мелких и розничных. Это способствует разнообразию источников капитала и, тем самым, увеличивает доступность инвестиций в строительство недвижимости.

Блокчейн и токенизация автоматизируют процессы, связанные с учетом и распределением финансовых потоков, уменьшая бюрократию и сокращая время и затраты на транзакции с максимально возможным на данный момент уровнем безопасности и защищенности всех переводов без снижения степени конфиденциальности. Разработчиками востребованных проектов, реализованных в этой области являются международные компании Smartlands, Polymath и Harbor (Китай).

Проблема мониторинга логистических операций от поставки материально-технических ресурсов, используемых в строительном проекте, об их перемещении, о складских и транспортных операциях, о приемке продукции на склад актуальна для России. Вопрос о возможности создания неразрывной связи физической поставки, всех сопровождающих ее процессов и документооборота, очевидно, может быть решен применением блокчейн-техно-

логии. Но как показал опыт тестирования этой технологии рядом компаний («Евросиб, СПб-Транспортные системы», ОАО «РЖД», «Газпром нефть») сдерживающим фактором является отсутствие необходимой нормативной базы для использования и недостаточная технологическая готовность транспортных компаний.

Инновацией, существенно улучшающей процессы реализации проектов строительной отрасли, является разработка и внедрение программного обеспечения для интегрированной реализации проекта, в которую входят среда для совместной работы и обмена информацией между всеми участниками проекта на ранних стадиях реализации комплексных строительных проектов — BIM (Building Information Model). Сгенерированная модель BIM представляет собой полноценный параметрический цифровой проект строительства, а это означает, что при изменении одного аспекта проекта другие аспекты, затронутые этим изменением, также автоматически корректируются. BIM отлично сочетается с системой реализации комплексных строительных проектов IPD (Integrated Project Delivery), поскольку вместе они создают единое пространство для сотрудничества всех сторон в процессе конструирования и реализации строительных проектов.

Единственная существенная проблема BIM/IPD — сложность отслеживания любых изменений, вносимых пользователями проекта при доступе к строительной модели. Контракты на строительство, проектные модификации, заказы на изменение и все прочие изменения в проекте необходимо вручную вводить в модель и шарить среди участников проекта, так как в своем нынешнем состоянии продукты BIM не имеют возможности отслеживать и проверять данные и модификации самой модели.

Решение этой проблемы обеспечивается использованием блокчейна, который позволит отслеживать и аутентифицировать любые изменения или модификации проекта. (рис. 2)

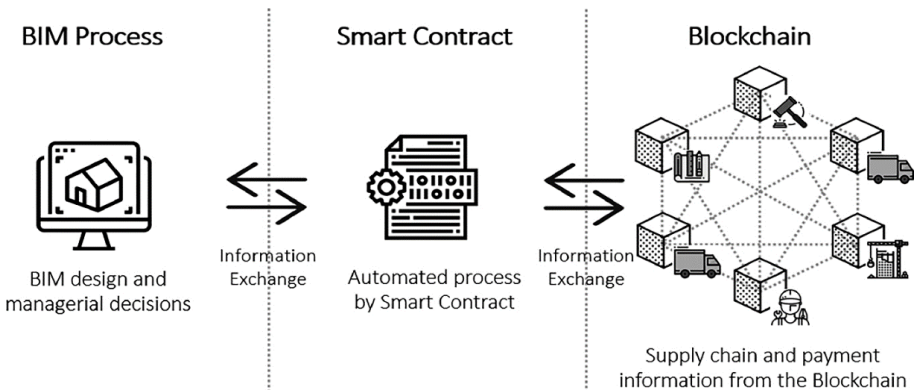


Рис. 2. Интегрированная среда реализации проекта строительства [9]

Пользователи будут уведомлены в режиме реального времени о любых изменениях и загрузках, о том, кто внес изменения, и какие изменения были внесены. Внедрение технологии блокчейна в BIM / IPD упростит совместную работу всех сторон за счет сбора, обслуживания, обновления и архивирования всей проектной информации в безопасной, надежной, прозрачной и децентрализованной базе данных.

В качестве примера опыта успешного использования интегрированной модели BIM / IPD на основе блокчейна можно рассматривать реализацию смарт-контрактов, прогнозируемого обслуживания активов, проактивного контроля третьих сторон и on-line сотрудничества между всеми участниками IPD. компанией Autodesk (США) — крупнейшим в мире поставщиком программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства. Блокчейн-решение компании Brickschain предлагает свой протокол, который позволяет отслеживать и подтверждать изменения в BIM-моделях, управлять документооборотом и обеспечивать безопасный обмен информацией. Компания Toraz также имеет платформу на основе блокчейна для совместной работы и управления строительными проектами. Платформа включает инструменты для создания и обмена BIM-моделями, отслеживания изменений и автоматического утверждения проектных решений.

Российская компания «Орлан» совместно с Альфа-банком и S7 Techlab в 2021 г. объявила о запуске в России блокчейн-платформы для строительной отрасли. Экосистема «Орлан System» объединяет всех участников строительного проекта в единую сеть. Платформа верифицирует все компании и оценивает их по специально разработанной скоринговой системе. Одной из ключевых особенностей системы является проверка всех партнеров и гарантия полного отсутствия мошенников и перекупщиков с некачественной продукцией. Кроме того, в рамках блокчейн-платформы предоставляется несколько бесплатных сервисов: оптимизация бизнес-процессов, электронный документооборот, поддержка в спорных ситуациях, информирование о законодательных изменениях и тенденциях рынка. Работа с использованием смарт-контрактов позволяет выстроить прозрачную цепочку взаимодействия, а также внедрить систему безопасных платежей и автоматизировать бухгалтерскую и финансовую работу.

Практическая реализация интегрированного взаимодействия технологий блокчейна и токенизации и модели BIM / IPD может привести к значительным улучшениям в сфере строительства. Блокчейн обеспечит надежное хранение и передачу данных, а также гарантирует их целостность и непреложность. Токенизация, в свою очередь, позволит управлять активами, оцифровывать процессы и создавать новые экономические модели. Благодаря этому строительная отрасль может стать более прозрачной, эффективной и инновационной, способствуя устойчивому развитию и повышению качества строительных проектов.

Список использованной литературы

1. Гилемханов Р.А. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов / Р.А. Гилемханов, Н.В. Брайла. — DOI 10.18720/CUBS.49.1. — EDN YGHSIV // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2016. — № 10 (49). — С. 7–19.
2. Середкина В.А. Классификация основных факторов, влияющих на эффективность функционирования строительной организации / В.А. Середкина. — EDN YDWIVL // Молодой ученый. — 2020. — № 44 (334). — С. 139–141.
3. Хитрова Е.М. Методы финансирования риска и условия их использования / Е.М. Хитрова. — EDN RCWGNT // Страхование дело. — 2013. — № 9 (246). — С. 32–35.
4. Экономика строительства / под ред. В.В. Бузырева. — 3-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2009. — 416 с.
5. Хитрова Т.И. Методики и технологии управления информационными рисками / Т.И. Хитрова, А.Н. Власов. — EDN SECXQL // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). — 2014. — № 3. — С. 18.
6. Хитрова Е.М. Методы оценки регионального риска и управления им / Е.М. Хитрова. — EDN IJWVLD // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). — 2008. — № 2 (58). — С. 56–59.
7. Волкова В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. — 2-е изд. — Москва: Райт, 2010. — 679 с.
8. Гогуа Н.К. Организация контролинга в строительном бизнесе с учетом рисков / Н.К. Гогуа. — Москва: СИП РИА, 2000. — 184 с.
9. The Construction Contract Execution Through the Integration of Blockchain Technology / G.M. Di Giuda, G. Pattini, E. Seghezzi (et al.) // Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment / B. Daniotti, M. Gianinetto, S.D. Torre (eds.). — 2020. — P. 27–36.

References

1. Gilemkanov R.A., Braila N.V. Methods of Assessment of Financial Efficiency in Construction Projects. *Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy* = *Construction of unique buildings and structures*, 2016, no. 10, pp. 7–19. (In Russian). EDN: YGHSIV. DOI: 10.18720/CUBS.49.1.
2. Seredkina V.A. Classification of the main factors influencing the efficiency of a construction organization *Molodoi uchenyi* = *Young Scientist*, 2020, no. 44, pp. 139–141. (In Russian). EDN: YDWIVL.
3. Khitrova E.M. Methods of Risk Financing and Terms of Use. *Strakhovoe delo* = *Insurance Business*, 2013, no. 9, pp. 32–35. (In Russian). EDN: RCWGNT.
4. Buzyrev V.V. (ed.) *Economics of construction*. 3^d ed. Saint Petersburg, Piter Publ., 2009. 416 p.
5. Khitrova T.I., Vlasov A.N. Methods and Technologies of Information Risk Management. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii (Baykalskiy gosudarstvennyy universitet ekonomiki i prava)* = *Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2014, no. 3, pp. 18. (In Russian). EDN: SECXQL.
6. Khitrova T.I. Evaluation and Regional Risk Management Methods. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii (Baykalskiy gosudarstvennyy universitet ekonomiki i prava)* = *Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2008, no. 2, pp. 56–59. (In Russian). EDN: IJWVLD.
7. Volkova V.N., Denisov A.A. *Systems theory and systems analysis*. 2nd ed. Moscow, Yurait Publ., 2010. 679 p.

8. Gogua N.K. *Organization of control in the construction business taking into account risks*. Moscow, SIP RIA Publ., 2000. 184 p.

9. Di Giuda G.M., Pattini G., Seghezzi E., Schievano M., Paleari F. The Construction Contract Execution Through the Integration of Blockchain Technology. In Daniotti B., Gianinetto M., Torre S.D. (eds.). *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*. 2020. pp. 27–36.

Информация об авторах

Хитрова Татьяна Исхаковна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: hitrovati@bgu.ru.

Хитрова Елена Михайловна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра финансов и финансовых институтов, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: hitrovaem@bgu.ru.

Коломеец Маргарита Дмитриевна — магистрант, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: margarita982191@mail.ru.

Information about the Authors

Tatyana I. Khitrova — PhD in Economics, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: hitrovati@bgu.ru.

Elena M. Khitrova — PhD in Economics, Associate Professor, Department of Finance and Financial Institutions, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: hitrovaem@bgu.ru.

Margarita D. Kolomeets — Master's Degree Student, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: margarita982191@mail.ru.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Для цитирования

Хитрова Т.И. Цифровая трансформация управления строительным производством / Т.И. Хитрова, Е.М. Хитрова, М.Д. Коломеец. — DOI 10.17150/2713-1734.2024.6(1).115-126. — EDN QHYYSM // *System Analysis & Mathematical Modeling*. — 2024. — Т. 6, № 1. — С. 115–126.

For Citation

Khitrova T.I., Khitrova E.M., Kolomeets M.D. Digital Transformation of Construction Production Management. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2024, vol. 6, no. 1, pp. 115–126. (In Russian). EDN: QHYYSM. DOI: 10.17150/2713-1734.2024.6(1).115-126.