

Обзор эффективности применения технологии блокчейн в логистике и управлении цепочками поставок

В. В. Коржевич, А. В. Боднар
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
e-mail: tiomnenkiy@gmail.com, linabykova13@ya.ru

Аннотация

В данной статье проведен комплексный анализ эффективности применения технологии блокчейн в сфере логистики и управления цепочками поставок. Обозначена роль блокчейна в улучшении логистики и цепочек поставок. Изучены особенности технологии, проанализированы примеры ее применения и дана оценка их эффективности. Рассмотрены проблемы и трудности, возникающие при внедрении блокчейна в цепочки поставок. Сформулированы выводы о возможности и целесообразности применения.

Введение

Цепочка поставок представляет собой сеть людей и организаций, вовлеченных в создание и распространение определенного продукта или услуги, а также в регулирование его перемещения от начальных поставщиков до конечных покупателей. В типичную систему цепочки поставок входят поставщики продовольствия или сырья, производители (участники этапа обработки), логистические компании и розничные продавцы. В настоящее время управление цепочками поставок страдает от недостаточной эффективности и прозрачности, и многие сети сталкиваются с трудностями в интеграции всех участников. В идеальном сценарии продукты и материалы, а также деньги и данные должны беспрепятственно переходить от одного этапа цепочки к другому.

Однако текущая модель часто сталкивается с проблемами поддержания последовательной и эффективной работы, что в конечном итоге снижает доходы компаний и увеличивает розничные цены. Эти проблемы особенно обострились во время кризиса 2020 года, вызванного пандемией [1]. Среднестатистический потребитель осознал важность цепочек поставок, когда сроки доставки значительно увеличились из-за глобальных ограничений.

Блокчейн может решить некоторые из этих проблем в цепочках поставок, предложив новые способы записи, передачи и обмена данными.

Постановка задачи

Цель работы – исследовать эффективность применения технологии блокчейн в логистике и управлении цепочками поставок.

Для достижения поставленной цели, сперва рассмотрим текущее состояние цепочек поставок, включая основные проблемы и недостатки.

Следующим этапом, опишем технологию блокчейн, ее основные принципы работы, особенности и возможности.

Затем, изучим преимущества блокчейна для цепочек поставок и возможности автоматизации процессов с помощью смарт-контрактов.

Далее, рассмотрим основные вызовы и ограничения, связанные с внедрением блокчейна.

В заключение, на основе проведенного анализа сформулируем выводы и рекомендации для компаний, рассматривающих возможность внедрения блокчейна в свои системы управления цепочками поставок.

Типовые проблемы логистики и УЦП на предприятиях

В условиях динамичного развития и роста мировой экономики экономические участники сталкиваются с рядом факторов и тенденций, которые вызывают повышенный интерес к вопросам снабжения и доставки. Эти факторы включают усиление конкуренции и глобализацию бизнеса, повышенные требования к уровню затрат на снабжение, качеству закупаемой продукции и обслуживанию, расширение производства и распределения по заказам, короткие жизненные циклы продуктов и технологий, а также увеличенные ожидания акционеров по отношению к прибыли. Согласно данным, рост прибыли при снижении затрат на снабжение на 1% эквивалентен увеличению прибыли от расширения объема производства и продаж на 10% [2].

Современная бизнес-среда ставит перед компаниями, занимающимися логистикой и управлением цепочками поставок, целый ряд

сложных задач. Эти вызовы могут существенно влиять на их эффективность, конкурентоспособность и способность удовлетворять потребности всё более требовательных потребителей. К основным проблемам, которые присущи современным цепочкам поставок и логистическим системам, относятся излишние запасы торгово-материальных ценностей (ТМЦ) и длительные сроки хранения, не оптимальные партии и цены закупаемых ТМЦ, срывы сроков поставки МТР и готовой продукции, высокие логистические издержки и низкое качество логистического сервиса и закупаемых ТМЦ.

Эти проблемы говорят о трудностях с оптимизацией труда по доставке и хранению товаров, возникающих кризисах доверия между покупателем и поставщиком, а также о высоких накладных расходах в случаях, когда цепь поставки включает в себя много промежуточных звеньев.

Концепция блокчейна

Первоначальная концепция блокчейна была разработана в начале 1990-х годов, когда специалист по информатике Стюарт Хабер и физик У. Скотт Сторнетта применили криптографию в цепочке блоков для защиты цифровых документов от фальсификации. Их работа вдохновила множество программистов и энтузиастов криптографии, что в конечном итоге привело к созданию Биткойна — первой децентрализованной электронной денежной системы, или криптовалюты.

Хотя технология блокчейна была разработана задолго до появления криптовалют, ее потенциал был осознан широкой общественностью только после появления Биткойна в 2008 году [3]. С тех пор интерес к блокчейну продолжает расти, а проекты на его основе получают все более широкое признание.

Итак, блокчейн представляет собой непрерывную цепочку блоков, каждый из которых содержит записи ранее подтвержденных транзакций и уникальный хеш предыдущего блока. Каждый блок зашифрован. Это обеспечивает неизменяемость данных: после того как блок зашифровывается и добавляется в цепочку, его содержимое невозможно изменить без изменения всех последующих блоков. Такая структура гарантирует, что информация остается неподдельной и надежной.

Сеть блокчейна поддерживается множеством компьютеров по всему миру, что делает её децентрализованной базой данных. Это означает, что каждый участник сети (нода) хранит у себя копию данных блокчейна и взаимодействует с другими нодами для подтверждения правильности информации в блоках.

Это исключает необходимость централизованных посредников и предоставляет каждому участнику доступ к одной и той же версии данных. В результате уровень прозрачности увеличивается, поскольку все стороны обладают идентичной информацией.

На рисунке 1 изображен принцип работы блокчейн-сети.

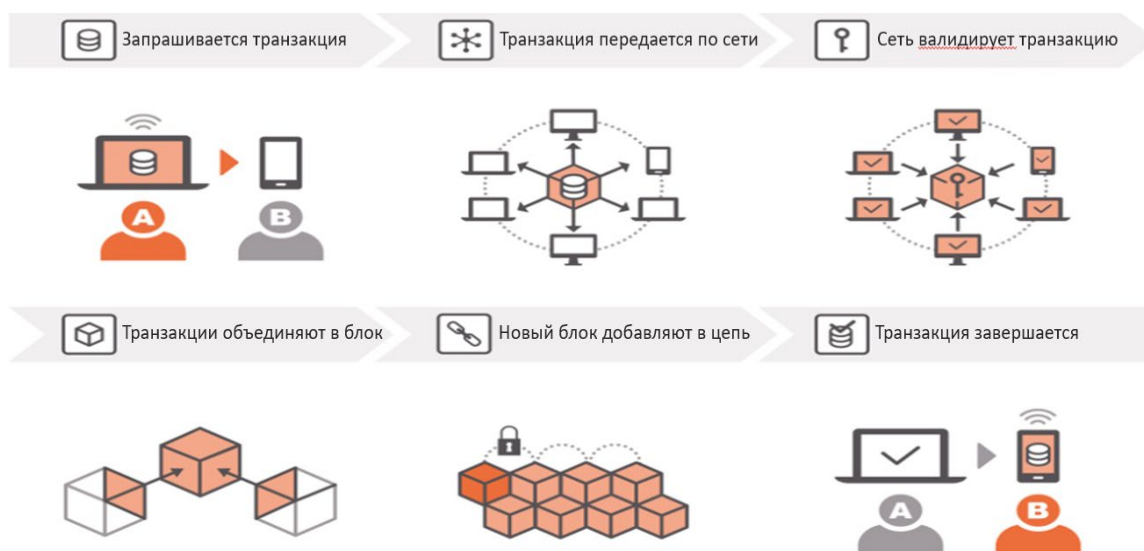


Рисунок 1 – Схема добавления новой информации в блокчейн

Подтверждение (валидация) информации, полученной от одного из участников сети, достигается сочетанием нескольких методов. Во-

первых, информация между участниками зашифрована асинхронным алгоритмом шифрования. Это позволяет точно знать от кого

исходит информация, ведь расшифровать ее можно лишь публичным ключом, привязанным к пользователю сети зашифровавшим ее. Во-вторых, для подтверждения самих транзакций используются механизмы консенсуса пользователей сети.

Одним из самых безопасных механизмов с высокой степенью доверия является модель Proof-of-Work (доказательство выполнения работы). Основная идея заключается в решении сложных криптографических задач участниками сети (майнерами) для подтверждения и добавления новых блоков в блокчейн.

Однако, этот алгоритм обладает недостатками в виде высоких энергозатрат на решение задач, а также медленной скорости транзакций. Для управления цепочками поставок и логистикой могут быть использованы альтернативные консенсусные алгоритмы, которые не требуют больших вычислительных ресурсов и, соответственно, не требуют майнинга, а также обладают более высокой скоростью транзакций. Один из таких алгоритмов — Proof-of-Stake (доказательство доли), который основывается на владении токенами или долей сети для подтверждения транзакций.

Другой альтернативой является алгоритм Proof-of-Authority (доказательство авторитетности). В нем транзакции и блоки валидируются утвержденными узлами, которые являются доверенными и хорошо известными участниками сети. Этот алгоритм подходит для частных или консорциальных блокчейнов, где участники заранее определены и доверены.

Еще один вариант – алгоритмы семейства Byzantine Fault Tolerance. Это концепция в компьютерных науках и распределенных системах, которая позволяет системе достигать согласия и продолжать работу корректно, даже если часть её узлов (до трети) ведет себя неправильно или злонамеренно.

Все вышеописанные меры наделяют добавленную в блокчейн информацию высокой степенью доверия. Кроме того, информацию почти невозможно изменить, удалить или скомпрометировать. Изменение данных в любом блоке потребует изменение всех последующих хэшей требуя от злоумышленника переработки всей цепочки, что очень трудозатратно. Кроме того, для одобрения новой информации в сети потребуется получения большинства консенсуса, что тоже крайне труднодостижимая задача. Для удаления или порчи информации потребуется сделать это на электронном носителе каждого участника сети, что почти невозможно на достаточно объемной сети.

Интересной особенностью блокчейнов являются смарт-контракты. Это такие программные коды, которые автоматически

выполняют условия контракта при наступлении событий [4].

Примером смарт-контракта может служить заключение пари между двумя пользователями о максимальном уровне влажности воздуха завтра. На следующий день программа проверяет уровень влажности, предоставленный квалифицированной метеорологической службой или некоторыми датчиками, описанными в контракте. Затем смарт-контракт определяет победителя и автоматически исполняет договор, переводя средства со счета проигравшего на счет победителя.

Роль блокчейна в улучшении логистики и цепочек поставок

Функциональность децентрализованной книги транзакций, реализованная в технологии блокчейн, может использоваться не только для криптовалют, но и для регистрации, заключения и передачи любых контрактов и собственности. Такой подход может найти широкое применение во многих прикладных сценариях и отраслях промышленности - от логистики до финансов, здравоохранения или даже в качестве коммуникационной структуры для поддержки приложений искусственного интеллекта (ИИ). Например, публичные записи, такие как регистрация транспортных средств или свидетельства о браке, могут быть перенесены в структуры блокчейнов [5].

Любые изменения в блокчейне видны всем участникам сети. Это означает, что каждая транзакция, связанная с логистической операцией (например, доставка, складирование, подпись контракта), фиксируется в блокчейне, и стороны могут просматривать историю этих событий. Также любые изменения согласовываются между участниками – недостоверная по мнению участников информация отклоняется. Такая открытость способствует усилению доверия между всеми участниками цепочки поставок и сокращению экономических издержек, связанных с подтверждением информации (рис.2)

Смарт-контракты могут быть использованы для автоматизации многих процессов в логистике, таких как подтверждение доставки, выставление счета, оплата за услуги, контроль качества продукции и др. Такой шаг не только увеличит скорость исполнения всех логистических этапов, но и снимет операционную нагрузку на предприятия.

Многие компании используют системы электронного документооборота (ЭДО) для передачи друг другу рабочей информации. Однако обычно эти данные отправляются не сразу же, а дожидаются формирования в более крупную партию.

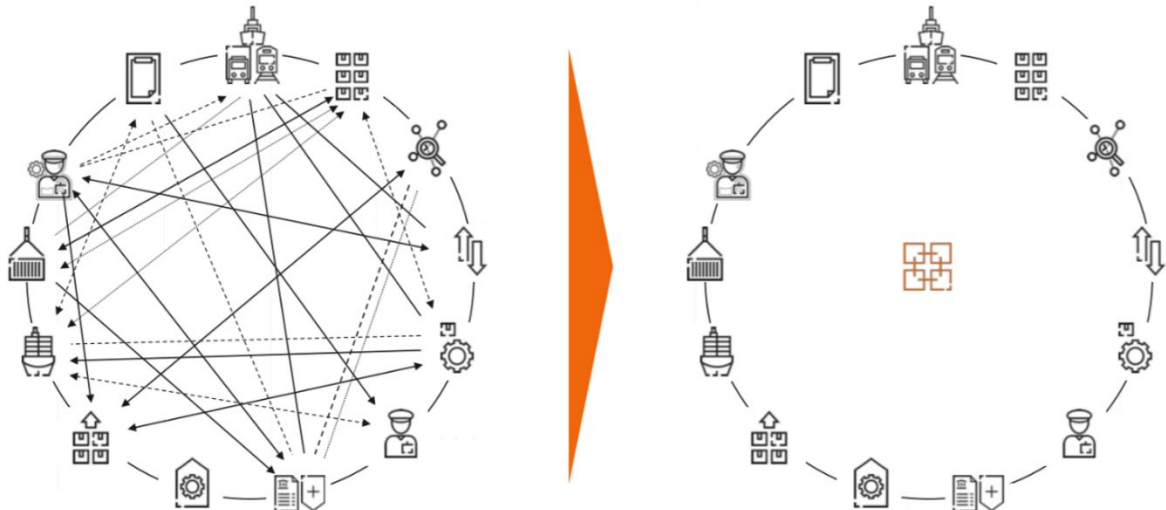


Рисунок 2 – Сравнение коммуникационных связей между контрагентами в классической и блокчейн системах УЦП

Если партия будет утеряна или цены быстро изменятся, другие участники цепочки поставок узнают об этом только после того, как выйдет следующая партия ЭДО. При этом блокчейн гарантирует регулярное обновление информации и ее своевременное распространение среди всех участвующих организаций.

Еще одним преимуществом систем УЦП на основе блокчейна является единые стандарты в документообороте для всех участников сети. Таким образом, согласование форматов ведения документооборота между компаниями-агентами больше не будет проблемой.

В целом, повышение уровня прозрачности и автоматизация процессов благоприятствуют формированию доверия между участниками цепочки поставок. Уверенность в том, что данные являются достоверными, и смарт-контракты будут автоматически исполнены, способствует улучшению отношений и сотрудничества между компаниями, в то время как анализ актуальной информации о местонахождении и состоянии товаров позволяет оптимизировать использование складских помещений и предотвратить подделки товаров.

На практике, уже существует несколько известных проектов систем УЦП с использованием технологии блокчейн.

Например, компания Maersk в сотрудничестве с IBM успешно внедрила технологию блокчейн в глобальные морские перевозки. В 2018 году они запустили платформу TradeLens, основанную на блокчейне Hyperledger Fabric, созданном Linux Foundation [6]. Эта платформа предоставляла пользователям возможность проведения всех необходимых операций с документами в цифровом формате: сертификаты, сопровождающие и другие

документы сохранялись в неизменном реестре, что значительно облегчало процесс аудита. Автоматизация бизнес-процессов была достигнута с использованием модуля торговых документов ClearWay, функционирующего на базе смарт-контрактов. Пользователи также имели возможность интегрировать TradeLens с интернетом вещей (IoT) для отслеживания различных физических параметров, таких как вес груза или температура в контейнере. К середине 2019 года доля TradeLens на мировом рынке судоходных грузоперевозок составляла около 30%. Во время испытаний платформы было проведено более 154 миллионов операций на блокчейне. Применение платформы TradeLens в течение года привело к снижению затрат на оформление документов. Например, при отправке авокадо из Момбасы в Роттердам затраты составляли 300 долларов или 15-20% от стоимости доставки. TradeLens снизила эти расходы на 70-90%, в зависимости от конкретной цепочки поставок и участников процесса.

Также было отмечено уменьшение времени перевозок. В пределах США время доставки товаров сократилось на 40%, в основном за счет уменьшения очередей и ускорения процесса оформления документов. На более длинных цепочках поставок выигрыш во времени был несколько меньше. Еще одним результатом стало сокращение количества шагов, предпринимаемых для ответа на основные запросы, такие как «где мой контейнер», с 5–10 до 1–2 [7].

Однако на этапе подключения новых компаний и цепочек поставок был выявлен ряд проблем, таких как отсутствие единых стандартов и должной коммуникации между сторонами, а также необходимость обучения персонала компаний и госструктур, вовлеченных в процесс.

Не смотря на изначальный успех, в 2022 году IBM и Maersk сообщили о закрытии платформы. Руководитель бизнес-платформ Maersk Ротем Гершко заявил, что компании не удалось достичь сотрудничества на отраслевом уровне несмотря на то, что концепция доказала свою жизнеспособность. В результате, проект TradeLens не смог превратиться в самостоятельный бизнес с ожидаемыми финансовыми показателями. Также одной из причин закрытия платформы указывается жёсткая конкуренция со стороны гонконгского консорциума Global Shipping Business Network (GSBN) [8].

GSBN является непосредственным конкурентом Maersk, обладая сопоставимой долей на рынке. В 2021 году они представили свою платформу Cargo Release, использующую технологию блокчейн, в сотрудничестве с Oracle, Microsoft Azure, AntChain и Alibaba Cloud. Эта инновационная платформа способствует ускорению обработки данных за счет полного отказа от бумажной документации и сохранения информации в блокчейне. GSBN обеспечивает безопасность данных, предварительно шифруя их перед отправкой на блокчейн, что гарантирует, что участники получают доступ только после авторизации. Компания подчеркивает, что блокчейн позволяет им взаимодействовать с разнообразными и часто конкурирующими участниками рынка [9]. Проект продолжает активно развиваться.

Еще одним примером успешной интеграции технологии блокчейн в логистику является проект Food Trust от IBM. В него вовлечены 10 крупных производителей и дистрибьюторов продуктов, таких как Dole, Driscoll's, Golden State Foods, Kroger, McCormick and Company, McLane Company, Nestlé, Tyson Foods, Unilever и Walmart. Построенная на технологии IBM Blockchain, система хранит данные о более чем 1 миллионе продуктов питания на блокчейн-платформе IBM и Hyperledger Fabric.

IBM Food Trust использует блокчейн для предоставления всем участникам прозрачного, устойчивого и распределенного реестра данных о происхождении продуктов, статусе транспортировки, текущем местоположении и многом другом. IBM отмечает, что использование технологии блокчейн на этой платформе в среднем снижает расходы на 80%. Walmart сообщает, что, внедрив Food Trust в свою систему логистики, они провели тест отслеживаемости манго от полки в магазине до фермы. Время выполнения запроса сократилось с 6 дней 18 часов и 26 минут до 2 секунд. Компания планирует в будущем перевести все цепочки поставок продовольственных товаров на платформу Food Trust [6].

Еще одним выдающимся примером реализации блокчейн-технологии в логистике является Everledger Platform. Компания Everledger разработала проект для регистрации данных об алмазах на блокчейне с целью объединения всех участников отрасли: производителей, дистрибьюторов и покупателей. Платформа создает цифровую копию физического объекта на блокчейне, храня информацию о происхождении алмаза, его цвете, огранке, прозрачности, весе в каратах, номере сертификата и прочее. Этот подход приносит дополнительную ценность конечным потребителям, предоставляя быстрый способ проверки подлинности алмазов. Everledger также взаимодействует со страховыми компаниями. Платформа начала работу в 2015 году и уже хранит информацию о более 1 миллионе алмазов. Также создатели проекта планируют применять систему для записи информации о других предметах роскоши: вино, предметы искусства и другое [10].

Основные вызовы и ограничения, связанные с внедрением блокчейна

Внедрение блокчейна в цепочки поставок представляет определенные трудности, несмотря на его значительный потенциал в этой области.

Первая проблема заключается в том, что существующие системы управления цепочками поставок могут быть несовместимы с технологией блокчейн. Это означает, что для успешного внедрения блокчейна компаниям придется модернизировать свою инфраструктуру и пересмотреть бизнес-процессы. Это может потребовать значительных ресурсов и времени, что зачастую оттягивает процесс внедрения до тех пор, пока технология не станет более широко принята в отрасли.

Вторая проблема связана с необходимостью участия всех партнеров в цепочке поставок. Для полноценной работы с блокчейном необходимо договориться и согласовать действия со всеми участниками. Однако не все компании стремятся к такому уровню прозрачности, что может создать препятствия для успешного внедрения.

Третья проблема состоит в управлении изменениями после внедрения блокчейна. Компаниям придется интенсивно обучать своих сотрудников новой системе. Это требует разработки обучающих программ, а также выделения ресурсов и времени на их проведение.

Выводы

В заключение следует отметить, что технология блокчейн обладает значительным потенциалом для улучшения логистики и управления цепочками поставок. Она позволяет

повысить прозрачность, безопасность и эффективность операций. Однако для успешного внедрения необходимо преодолеть ряд технических и организационных вызовов, связанных с высокой стоимостью, необходимостью интеграции с существующими системами и сотрудничеством между участниками цепочки. Примеры успешных проектов показывают, что при правильном подходе блокчейн может существенно трансформировать отрасль и принести значительные преимущества.

Литература

1. Longer Delivery Times Reflect Supply Chain Disruptions / IMF (imf.org) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2021/10/25/longer-delivery-times-reflect-supply-chain-disruptions>
2. Болховитинов, С. Б. Логистика и управление цепями поставок / С. Б. Болховитинов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mipt.ru/upload/1bb/f_fy3g-arpgxabmq5q.pdf
3. A Concise History of Blockchain Technology / Matthew Baggetta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blockgeeks.com/guides/history-of-blockchain/>
4. Что такое смарт-контракты? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/448056/>

5. Blockchain Technology Implementation in Logistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/331325030_Blockchain_Technology_Implementation_in_Logistics
6. Как Блокчейн Помогает в Логистике / Merehead [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20230528214645/https://merehead.com/ru/blog/how-blockchain-helps-in-logistics/>
7. Кейсы Использования Maersk Blockchain / Merehead [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20230529085917/https://merehead.com/ru/blog/maersk-blockchain-use-cases/>
8. TradeLens (блокчейн-платформа) / Tadviser (tadviser.ru) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:TradeLens_\(блокчейн-платформа\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:TradeLens_(блокчейн-платформа))
9. GSBN: Блокчейн-платформа для контейнерных перевозок / Tadviser (tadviser.ru) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:GSBN:_Блокчейн-платформа_для_контейнерных_перевозок
10. Топ-5 блокчейн проектов в сфере логистики / Digiforest [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digiforest.io/blog/blockchain-in-logistics>

Коржевич В.В., Боднар А.В. Обзор эффективности применения технологии блокчейн в логистике и управлении цепочками поставок. В данной статье проведен комплексный анализ эффективности применения технологии блокчейн в сфере логистики и управления цепочками поставок. Обозначена роль блокчейна в улучшении логистики и цепочек поставок. Изучены особенности технологии, проанализированы примеры ее применения и дана оценка их эффективности. Рассмотрены проблемы и трудности, возникающие при внедрении блокчейна в цепочки поставок. Сформулированы выводы о возможности и целесообразности применения.

Ключевые слова: логистика, цепи поставок, блокчейн, смарт-контракт.

Korzhevich V.V, Bodnar A.V. Review of the effectiveness of blockchain technology application in logistics and supply chain management. This article provides a comprehensive analysis of the efficiency of blockchain technology application in the field of logistics and supply chain management. The role of blockchain in improving logistics and supply chains is outlined. The features of the technology are studied, examples of its application are analyzed and their effectiveness is evaluated. The problems and difficulties encountered in the implementation of blockchain in the supply chain are considered. Conclusions have been formed about the possibility and expediency of application.

Keywords: logistics, supply chain, blockchain, smart contract.

Статья поступила в редакцию 14.05.2024
Рекомендована к публикации профессором Мальчевой Р. В.