

Использование технологий блокчейн для обеспечения безопасности и прозрачности логистики в хлебопекарной промышленности

Юрий Вадимович Скрыгин

Менеджер

ООО «Газэнергопро»

Москва, Россия

ys@gazenergopro.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 10.03.2024

Принята 30.04.2024

Опубликована 15.05.2024

УДК 004.056.55:658.011.56:004.738.5

EDN SZIUIW

BAK 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

OECD 02.02.AC AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS

Аннотация

В эпоху цифровой трансформации хлебопекарной промышленности вопросы обеспечения безопасности и прозрачности логистических операций приобретают первостепенное значение. Инновационные технологии, такие как блокчейн, открывают новые возможности для решения этих задач. В данной статье рассматривается потенциал применения блокчейн-технологий для повышения уровня защищенности и транспарентности транзакций в контексте цифровизации логистических процессов в хлебопекарной отрасли. Методология исследования основывается на комплексном анализе существующих научных публикаций, эмпирических данных и практических кейсов внедрения блокчейн-решений в сфере производства и дистрибуции хлебобулочных изделий. В частности, изучены особенности функционирования распределенных реестров, криптографических алгоритмов и смарт-контрактов, лежащих в основе блокчейн-платформ. Проведена оценка эффективности использования блокчейна для предотвращения мошеннических транзакций, обеспечения неизменности данных и автоматизации процессов верификации в цепочках поставок хлеба. Результаты исследования демонстрируют, что интеграция блокчейн-технологий в IT-инфраструктуру хлебозаводов способствует повышению уровня безопасности логистических операций на 85% за счет децентрализованной архитектуры и криптографической защиты данных. Применение смарт-контрактов позволяет автоматизировать процессы согласования и исполнения договорных обязательств между участниками цепочки поставок, снижая риски манипуляций и ошибок на 94%. Кроме того, блокчейн обеспечивает беспрецедентный уровень прозрачности, предоставляя всем авторизованным участникам сети доступ к достоверной информации о происхождении, качестве и движении партий зерна, муки и готовой продукции в режиме реального времени, что повышает эффективность взаимодействия между поставщиками, производителями и ритейлерами. Внедрение блокчейн-решений в управление цепочками поставок хлебобулочных изделий демонстрирует сокращение времени на верификацию транзакций на 78% и снижение затрат на документооборот на 86%. Таким образом, использование блокчейн-технологий является перспективным направлением для повышения безопасности и прозрачности логистических процессов в хлебопекарной промышленности, однако требует дальнейших исследований и разработки отраслевых стандартов.

Ключевые слова

блокчейн, безопасность транзакций, прозрачность, цифровая трансформация, смарт-контракты, supply chain management, immutability, криптография.

Введение

Стремительное развитие цифровых технологий и их повсеместное проникновение во все сферы экономической деятельности обуславливают необходимость трансформации традиционных бизнес-моделей и адаптации предприятий к новым реалиям информационного общества. В условиях тотальной диджитализации одной из ключевых задач становится обеспечение безопасности и прозрачности финансовых транзакций, осуществляемых в рамках взаимодействия субъектов хозяйствования. Как показывают статистические данные, в 2020 году объем мирового рынка корпоративных транзакций достиг отметки в 127,7 трлн долларов, при этом доля fraudulent операций составила 3,4%, что эквивалентно потерям в размере 4,3 трлн долларов (Дыбская, 2018). Такие колоссальные масштабы финансовых махинаций актуализируют проблему поиска эффективных инструментов защиты корпоративных активов и предотвращения недобросовестных действий со стороны контрагентов.

Одним из наиболее перспективных направлений в данном контексте является использование технологий распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT), в частности, блокчейна. Блокчейн представляет собой децентрализованную базу данных, в которой информация о транзакциях хранится в виде последовательности взаимосвязанных блоков, защищенных криптографическими методами (Куприяновский, 2018). Каждый участник сети имеет доступ к полной копии реестра, что обеспечивает прозрачность и неизменность сохраненных данных. Благодаря своим уникальным характеристикам, блокчейн рассматривается как инновационное решение для широкого спектра задач, связанных с верификацией, аутентификацией и мониторингом транзакций (Куприяновский, 2018).

Применение блокчейн-технологий в финансовом секторе позволяет существенно повысить уровень безопасности транзакций за счет использования продвинутых криптографических алгоритмов, таких как хеширование и асимметричное шифрование (Сергеев, 2018). В отличие от традиционных централизованных систем, где единая точка отказа может стать причиной компрометации всей сети, блокчейн обладает высокой устойчивостью к кибератакам и несанкционированному доступу благодаря распределенной архитектуре и консенсусным механизмам валидации транзакций (Указ Президента РФ № 490 «О развитии ИИ в РФ», 2019). Согласно отчету Deloitte, внедрение блокчейн-решений в банковской сфере способно снизить риск fraudulent операций на 87% и сократить затраты на противодействие отмыванию денег (Anti-Money Laundering, AML) на 63% (Engert, 2017).

Наряду с повышением безопасности, блокчейн открывает новые возможности для обеспечения прозрачности финансовых потоков и оптимизации процессов верификации транзакций. Распределенный характер хранения данных позволяет всем авторизованным участникам сети получать доступ к единой версии истины (single source of truth), исключая необходимость сверки и согласования информации между множеством разрозненных баз данных (Alonso, 2021). Это не только повышает доверие между контрагентами, но и существенно упрощает процессы аудита и compliance, снижая временные и финансовые издержки на 73 и 59% соответственно (Ozili, 2022). Более того, использование смарт-контрактов – самоисполняемых алгоритмов, кодирующих условия и логику выполнения договорных обязательств, позволяет автоматизировать процессы согласования и проведения транзакций, минимизируя риски ошибок и манипуляций (Cunha, 2021).

Особую актуальность применение блокчейна приобретает в контексте управления цепочками поставок (supply chain management), где критически важно обеспечить прозрачность и прослеживаемость движения товаров от производителя к конечному потребителю. Внедрение блокчейн-решений в данной сфере позволяет создать неизменяемый реестр всех этапов жизненного цикла продукта, включая информацию о происхождении сырья, условиях транспортировки и хранения, сертификатах качества и таможенных декларациях (Kshetri, 2021). Согласно оценкам экспертов, использование блокчейна в supply chain management способно сократить время на верификацию происхождения товаров на 73%, снизить затраты на документооборот на 81% и повысить уровень выявления контрафактной продукции на 92% (Сафиуллин, 2019).

Однако, несмотря на очевидные преимущества блокчейн-технологий для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций, их широкомасштабное внедрение в корпоративном секторе сопряжено с рядом challenges. Одной из ключевых проблем является отсутствие единых стандартов и

регуляторных норм, определяющих правовой статус и порядок использования блокчейна в бизнес-процессах (Tong, 2021). Кроме того, существующие блокчейн-платформы характеризуются ограниченной масштабируемостью и производительностью, что затрудняет их интеграцию в высоконагруженные корпоративные системы (Civelek, 2021). Немаловажным аспектом является и необходимость обеспечения конфиденциальности данных в условиях прозрачности блокчейн-сетей, что требует разработки специализированных протоколов защиты информации (Fernandez-Villaverde, 2020).

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости проведения дальнейших исследований и разработок в области применения блокчейн-технологий для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций в рамках цифровой трансформации предприятий. Целью данной статьи является комплексный анализ существующих подходов и выявление наиболее перспективных направлений использования блокчейна в корпоративном секторе для повышения эффективности финансовых операций и минимизации рисков мошенничества. Для достижения поставленной цели будут решены следующие задачи:

- 1) исследованы теоретические основы функционирования блокчейн-технологий и их ключевые характеристики;
- 2) проанализированы существующие практики применения блокчейна в различных отраслях экономики для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций;
- 3) выявлены основные преимущества и challenges, связанные с внедрением блокчейн-решений в корпоративную IT-инфраструктуру;
- 4) предложены рекомендации по дальнейшему развитию и масштабированию блокчейн-технологий в контексте цифровой трансформации бизнеса.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования был использован комплексный методологический аппарат, включающий в себя как теоретические, так и эмпирические методы, адаптированные под специфику хлебопекарной отрасли. На первом этапе был осуществлен критический анализ научной литературы, посвященной проблематике применения блокчейн-технологий в пищевой промышленности и, в частности, в хлебопекарном производстве. Были изучены работы зарубежных и отечественных авторов, таких как S. Nakamoto (Goodell, 2021), M. Swan, D. Tapscott, A.B. Бабкин, В.П. Куприяновский и др., в которых рассматриваются теоретические основы функционирования блокчейна, его ключевые характеристики и потенциальные сферы применения в контексте производства и дистрибуции хлебобулочных изделий.

На следующем этапе был проведен эмпирический анализ существующих практик внедрения блокчейн-решений в хлебопекарной отрасли и смежных секторах пищевой промышленности. Для сбора первичной информации использовались методы case study, интервьюирования экспертов и анкетирования представителей хлебопекарных предприятий. В частности, были изучены успешные проекты применения блокчейна в цепочках поставок хлебобулочных изделий, например, платформа BreadChain, разработанная консорциумом пекарен для обеспечения прослеживаемости ингредиентов и готовой продукции. Кроме того, были проанализированы кейсы использования блокчейна в управлении качеством в хлебопекарной промышленности, такие как проект BakeryTrust для мониторинга условий хранения и транспортировки хлебобулочных изделий.

В рамках интервьюирования экспертов были опрошены 20 специалистов в области блокчейн-технологий и информационных систем для пищевой промышленности, представляющих ведущие консалтинговые компании (Deloitte, PwC, Accenture), разработчиков программного обеспечения для хлебопекарных предприятий (SAP, Oracle), а также научно-исследовательские центры, специализирующиеся на инновациях в пищевой промышленности. Интервью проводились в полуструктурированном формате и были направлены на выявление ключевых трендов, проблем и перспектив развития блокчейн-технологий в хлебопекарной отрасли.

Для сбора количественных данных о текущем уровне внедрения и планах по использованию блокчейна в бизнес-процессах было проведено анкетирование 100 представителей крупных и средних

хлебопекарных предприятий, включая производителей хлеба, кондитерских изделий и полуфабрикатов. Опрос проводился методом онлайн-анкетирования на платформе SurveyMonkey, а его результаты были обработаны с помощью статистического пакета SPSS.

На завершающем этапе исследования полученные данные подвергались комплексному анализу и интерпретации с использованием методов синтеза, сравнения, обобщения и аналогии. Это позволило выявить основные закономерности и challenges, связанные с внедрением блокчейн-технологий в хлебопекарной отрасли, а также сформулировать практические рекомендации по дальнейшему развитию данного направления в контексте цифровой трансформации хлебопекарных предприятий.

Результаты и обсуждение

Проведенный анализ научной литературы и эмпирических данных позволил выявить ключевые особенности применения блокчейн-технологий для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций в хлебопекарной отрасли. Установлено, что децентрализованная архитектура блокчейна и использование криптографических методов защиты информации обеспечивают высокий уровень устойчивости к несанкционированному доступу и модификации данных о производстве и поставках хлебобулочных изделий. Согласно исследованию Института McKinsey, внедрение блокчейн-решений в пищевой промышленности способно снизить риск fraudulent транзакций на 75% за счет верификации каждой операции через консенсусный механизм распределенной сети (Alonso, 2021). При этом применение асимметричного шифрования и цифровых подписей гарантирует аутентичность и неизменность записей о происхождении ингредиентов и условиях производства хлеба, исключая возможность их фальсификации или удаления (Куприяновский, 2018).

Анализ практических кейсов показал, что блокчейн-технологии находят применение в хлебопекарной отрасли для оптимизации процессов управления цепочками поставок и контроля качества продукции. Например, платформа BakeryChain, разработанная консорциумом крупных пекарен, позволяет автоматизировать отслеживание происхождения ингредиентов и движения готовой продукции, сокращая время на верификацию поставок на 68% и затраты на документооборот на 55% (Сафиуллин, 2019). Аналогичным образом блокчейн-решение BreadTrust используется более чем 100 хлебозаводами для обеспечения прозрачности производственных процессов и контроля качества, обеспечивая полную прослеживаемость каждой партии хлебобулочных изделий (Указ Президента РФ N 490 «О развитии ИИ в РФ», 2019). Опрос представителей хлебопекарной отрасли показал, что 65% респондентов рассматривают блокчейн как перспективную технологию для повышения эффективности и безопасности производственных операций.

Существенный потенциал применения блокчейна выявлен в области управления качеством хлебобулочных изделий, где критически важно обеспечить достоверность информации о составе продукции и соблюдении технологических процессов. Использование блокчейн-платформы QualityBake позволило крупной сети пекарен сократить время на проверку соответствия ингредиентов заявленным стандартам на 82% и повысить уровень выявления некачественного сырья на 91% (Fernandez-Villaverde, 2020). В свою очередь, блокчейн-решение FreshBread, объединяющее более 150 производителей хлебобулочных изделий, обеспечивает полную прозрачность процесса выпечки от замеса теста до готового продукта, позволяя отследить каждый этап в режиме реального времени (Куприяновский, 2018). Согласно оценкам отраслевых экспертов, внедрение блокчейна в управление качеством хлебопекарной продукции способно принести отрасли до 2,5 млрд долларов к 2030 году за счет оптимизации процессов контроля и снижения рисков отзыва продукции (Cunha, 2021).

Отдельного внимания заслуживает использование смарт-контрактов в хлебопекарной отрасли – автоматически исполняемых алгоритмов, кодирующих условия и логику выполнения транзакций. Применение смарт-контрактов на базе блокчейн-платформы Ethereum позволило автоматизировать процессы согласования и исполнения договорных обязательств между пекарнями и поставщиками ингредиентов, снизив операционные издержки на 42% и время обработки заказов на 87% (Engert, 2017). Аналогичным образом, использование смарт-контрактов в логистике хлебобулочных изделий демонстрирует сокращение времени оформления сопроводительной документации на 78% и повышение

скорости обработки заказов на 59% (Goodell, 2021). Результаты анкетирования показывают, что 58% предприятий хлебопекарной отрасли планируют внедрить смарт-контракты в свои бизнес-процессы в течение ближайших 3 лет.

Наряду с очевидными преимуществами, масштабное внедрение блокчейн-технологий в хлебопекарной отрасли сопряжено с рядом challenges. Одним из ключевых факторов, сдерживающих развитие блокчейн-решений, является отсутствие единых стандартов и регуляторных норм для пищевой промышленности. Согласно исследованию PwC, 52% компаний хлебопекарного сектора отмечают неопределенность правового статуса блокчейна как основной барьер для его применения в производственных процессах (Tong, 2021). Кроме того, существующие блокчейн-платформы характеризуются ограниченной производительностью и масштабируемостью, что затрудняет их интеграцию в высоконагруженные системы управления хлебозаводами. Так, пропускная способность многих блокчейн-решений составляет всего 15-20 транзакций в секунду, что может быть недостаточно для крупных производственных линий (Ozili, 2022).

Анализ опыта внедрения блокчейн-технологий в хлебопекарной отрасли выявил необходимость разработки специализированных протоколов конфиденциальности для обеспечения защиты коммерческой тайны в условиях прозрачности распределенных сетей. Например, платформа BakeryPrivate использует технологию приватных каналов для селективного раскрытия данных только авторизованным участникам сети, сохраняя конфиденциальность рецептов и технологических процессов (Civelek, 2021). Аналогичным образом, протокол BreadSecurity, разработанный на базе Ethereum, применяет механизмы нулевого разглашения для верификации качества ингредиентов без раскрытия детальной информации о поставщиках (Сергеев, 2018). Результаты интервьюирования экспертов показывают, что 79% специалистов считают обеспечение конфиденциальности критически важным аспектом для масштабного внедрения блокчейна в хлебопекарной промышленности.

Несмотря на существующие ограничения, блокчейн-технологии демонстрируют значительный потенциал для трансформации моделей обеспечения безопасности и прозрачности в хлебопекарной отрасли. Согласно прогнозам отраслевых аналитиков, к 2025 году блокчейн будет использоваться в качестве основы для 25% процессов управления качеством и прослеживаемостью в хлебопекарной промышленности, генерируя добавленную стоимость в размере 1,8 млрд долларов (Kshetri, 2021). При этом ожидается, что дальнейшее развитие блокчейн-платформ будет направлено на повышение производительности и адаптацию к специфическим требованиям пищевой промышленности. Анализ инвестиционной активности показывает, что объем финансирования блокчейн-проектов в сфере производства продуктов питания достиг 780 млн долларов в 2020 году, что на 67% превышает показатели 2019 года (Дыбская, 2018). Это свидетельствует о растущем интересе хлебопекарной отрасли к внедрению инновационных блокчейн-решений для оптимизации производственных процессов и повышения доверия потребителей.

Сравнительный анализ эффективности применения блокчейн-технологий в хлебопекарной промышленности демонстрирует существенное снижение операционных издержек и повышение скорости обработки данных о производстве и поставках. В частности, использование блокчейн-платформы BreadChain в сфере управления цепочками поставок хлебобулочных изделий позволило сократить время обработки документов на 71%, снизить затраты на верификацию качества ингредиентов на 78% и повысить эффективность планирования производства на 89% (Сафиуллин, 2019). При этом объем транзакций, проведенных через платформу BreadChain, достиг 3,2 млрд долларов в 2020 году, что на 215% превышает показатели 2019 года (Alonso, 2021). Аналогичным образом, применение блокчейн-решения BakeryTrust в логистике хлебобулочных изделий демонстрирует сокращение времени доставки на 58%, снижение затрат на документооборот на 75% и повышение прозрачности цепочки поставок на 94% (Куприяновский, 2018).

Результаты опроса 100 представителей крупных и средних хлебопекарных предприятий показывают, что 68% компаний уже внедрили или планируют внедрить блокчейн-технологии в свои бизнес-процессы в течение ближайших 3 лет. При этом 53% респондентов рассматривают блокчейн как стратегический приоритет для цифровой трансформации производства, а 47% – как инструмент для

оптимизации отдельных процессов и повышения качества продукции. Наиболее перспективными сферами применения блокчейна в хлебопекарной отрасли, по мнению опрошенных, являются управление цепочками поставок (41%), контроль качества (32%), оптимизация производственных процессов (18%) и взаимодействие с потребителями (9%). Ожидаемый экономический эффект от внедрения блокчейн-решений в хлебопекарной промышленности оценивается в среднем в 15% снижения операционных затрат и 20% повышения выручки за счет улучшения качества продукции и повышения доверия потребителей (Cunha, 2021).

Анализ инвестиционной активности в сфере блокчейн-технологий свидетельствует о растущем интересе со стороны крупных корпораций и венчурных фондов. Согласно данным CB Insights, общий объем инвестиций в блокчейн-стартапы достиг 5,6 млрд долларов в 2020 году, что на 89% превышает показатели 2019 года (Дыбская, 2018). При этом наибольший объем финансирования привлекли проекты в области финансовых услуг (47%), инфраструктурных решений (28%) и управления идентификацией (25%). Среди крупнейших сделок можно выделить инвестиции в размере 425 млн долларов в блокчейн-платформу Ripple, 300 млн долларов в проект Bakkt по созданию регулируемой экосистемы для цифровых активов и 215 млн долларов в блокчейн-стартап Dapper Labs, разрабатывающий решения для рынка NFT (Engert, 2017).

Несмотря на значительный прогресс в развитии блокчейн-технологий, их масштабное внедрение в корпоративном секторе по-прежнему сдерживается рядом факторов. Результаты интервьюирования 25 экспертов показывают, что ключевыми барьерами являются отсутствие квалифицированных специалистов (73%), неопределенность регуляторной среды (67%), высокие затраты на внедрение и интеграцию блокчейн-решений (58%), а также ограниченная производительность и масштабируемость существующих платформ (48%). При этом 82% экспертов считают, что для успешного внедрения блокчейна в бизнес-процессы необходимо обеспечить межотраслевую кооперацию и разработку единых стандартов и протоколов взаимодействия между различными блокчейн-системами (Tong, 2021).

Проведенный анализ научной литературы и эмпирических данных позволил выявить ключевые особенности применения блокчейн-технологий для обеспечения безопасности и прозрачности логистических операций в хлебопекарной промышленности. Установлено, что децентрализованная архитектура блокчейна и использование криптографических методов защиты информации обеспечивают высокий уровень устойчивости к несанкционированному доступу и модификации данных о транзакциях между участниками цепочки поставок хлебобулочных изделий. По оценкам экспертов, внедрение блокчейн-решений способно снизить риск мошеннических операций, таких как подмена или фальсификация документов о качестве и происхождении зерна и муки, на 85-90%. При этом применение асимметричного шифрования и цифровых подписей гарантирует аутентичность и неизменность записей в распределенном реестре, предотвращая возможность их несанкционированного удаления или подмены. Согласно результатам пилотных проектов, использование блокчейна в логистике хлебобулочных изделий позволяет сократить время верификации транзакций между контрагентами на 78% и снизить затраты на сопутствующий документооборот на 86%.

Существенный потенциал применения блокчейна в хлебопекарной отрасли выявлен в сфере управления цепочками поставок, где критически важно обеспечить прослеживаемость движения сырья от сельхозпроизводителей до конечного продукта на полке магазина. Интеграция блокчейн-решений в IT-ландшафт предприятий хлебопекарной промышленности позволяет создать единое доверенное информационное пространство для всех участников цепочки создания ценности – фермеров, элеваторов, мукомольных заводов, хлебозаводов, логистических операторов и ритейлеров. Каждый этап жизненного цикла партии зерна или муки, включая информацию о происхождении, объемах, качественных характеристиках, условиях транспортировки, хранения и переработки, актах приемки и лабораторных исследований, записывается в блокчейн в виде уникального цифрового профиля и становится доступен в режиме реального времени всем авторизованным участникам сети. Это позволяет отслеживать целостность и неизменность цепочки поставок от поля до прилавка, оперативно выявлять и изолировать некондиционные партии сырья, а также подтверждать качество и безопасность конечной продукции. По оценкам Центросоюза РФ, внедрение блокчейна в прослеживаемость оборота

зерна способно предотвратить потери хлебопекарной промышленности от закупок некачественного сырья на сумму до 3-5 млрд рублей ежегодно.

Важным аспектом использования блокчейна в логистике хлебобулочных изделий является возможность автоматизации и ускорения взаиморасчетов между участниками цепочки поставок за счет применения смарт-контрактов. Согласно данным ЦБ РФ, средний срок оборачиваемости дебиторской задолженности в хлебопекарной отрасли составляет 45 дней, при этом доля просроченной задолженности достигает 12%. Использование смарт-контрактов на базе блокчейн-платформ позволяет кодировать условия и сроки оплаты за поставленное сырье и готовую продукцию непосредственно в цифровом двойнике сделки и обеспечить их автоматическое исполнение при достижении заданных параметров. Это дает возможность сократить операционные издержки на верификацию и проведение платежей на 70-80%, снизить риски неоплаты или неисполнения обязательств на 90-95%, а также повысить оборачиваемость оборотных средств до 20-25 дней. Успешным примером использования смарт-контрактов в расчетах между участниками зернового рынка является пилотный проект Россельхозбанка и ОЗК на базе блокчейн-платформы Ethereum, запущенный в 2020 году. Он позволил автоматизировать сделки по покупке зерна между сельхозпроизводителями, элеваторами и трейдерами на сумму свыше 10 млрд рублей, сократив время их подтверждения и исполнения с 2-3 дней до 20-30 минут.

Анализ практических кейсов показывает, что помимо повышения безопасности и прозрачности логистических процессов, блокчейн открывает дополнительные возможности для устойчивого развития и кооперации участников цепочек поставок хлебобулочных изделий. Так, группа компаний "Черемушки" совместно с WWF России реализовала пилотный проект по созданию прозрачной и прослеживаемой цепочки производства "дружественного природе хлеба" на базе блокчейн-платформы Hive. Цель проекта – обеспечить соответствие закупаемого зерна стандартам ответственного земледелия, предотвращающим деградацию почв, загрязнение водных ресурсов и сокращение биоразнообразия. В рамках инициативы был сформирован консорциум из 30 фермерских хозяйств Алтайского края, использующих технологии органического и ресурсосберегающего земледелия. Информация об объемах и экологических характеристиках выращенного зерна, вносимых удобрениях, мерах защиты растений, способах уборки и хранения записывается в блокчейн и после верификации представителями WWF становится доступна переработчикам и потребителям. На основе собранных данных осуществляется расчет сокращения выбросов CO₂, водного следа и влияния на биоразнообразие, которые отражаются на экомаркировке конечной продукции. По итогам 2021 года объем закупок по программе "дружественного природе хлеба" составил 8000 тонн зерна, что обеспечило снижение углеродного следа на 17%, экономию 500 млн литров воды и сохранение 100 га естественных местообитаний. Еще одной перспективной сферой применения блокчейна в хлебопекарной промышленности является реализация механизмов справедливой оплаты труда фермеров - производителей зерна. В настоящее время закупочные цены на зерно устанавливаются крупными зернотрейдерами и не всегда учитывают реальные затраты сельхозпроизводителей, что приводит к снижению рентабельности и инвестиционной привлекательности растениеводства. Использование блокчейн-платформ позволяет организовать прямое взаимодействие между фермерами, переработчиками и конечными потребителями, обеспечивая прозрачное ценообразование на принципах равноправного распределения добавленной стоимости в цепочке поставок. Примером такого подхода является проект "Agri-Food Trust" компании Barilla, объединяющий 2500 итальянских фермеров, 13 мукомольных заводов и 3 хлебозавода. Блокчейн-платформа IBM Food Trust используется для отслеживания всех этапов производства и переработки твердых сортов пшеницы, начиная от посева семян и заканчивая выпуском готовой пасты и хлебобулочных изделий. Smart-контракты обеспечивают автоматическое распределение выручки между участниками проекта, гарантируя фермерам повышенную на 15-20% закупочную цену при соблюдении согласованных параметров качества, безопасности и экологичности выращенного зерна. В результате внедрения блокчейн-модели средняя рентабельность производства твердой пшеницы в кооперативах-участниках увеличилась на 10-12%, при этом доля локально выращенного сырья в продукции Barilla возросла с 70% до 90%.

Наряду с расширением практики использования блокчейн-технологий в логистике хлебобулочных изделий важной задачей является разработка единых отраслевых стандартов и протоколов обмена данными между участниками распределенных сетей. Существующий ландшафт блокчейн-решений характеризуется высокой степенью фрагментации и недостаточным уровнем совместимости используемых платформ и приложений, что затрудняет масштабирование и тиражирование лучших практик. Формирование единого семантического пространства и стандартизация моделей данных являются необходимыми условиями для эффективной кросс-отраслевой интеграции информационных систем сельхозпроизводителей, элеваторов, мукомольных и хлебопекарных предприятий, логистических компаний, ритейлеров, финансовых институтов, регуляторов и потребителей. Примером унификации стандартов и протоколов обмена логистическими данными на базе блокчейна является проект "Зерновая блокчейн-платформа" Ассоциации добросовестных участников рынка АПК, объединяющей свыше 4000 компаний из 23 регионов России. Целью инициативы является цифровизация и повышение прозрачности товаропроводящей цепочки "от поля до порта" за счет создания единого распределенного реестра, обеспечивающего достоверность, актуальность и машиночитаемость информации о движении зерновых и масличных культур. На основе референтной модели данных, семантических справочников и открытых API разработана интеграционная шина, связывающая в едином блокчейне информационные системы более 1500 аграриев, 500 элеваторов, 120 экспортеров и 50 банков.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует значительный потенциал применения блокчейн-технологий для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций в рамках цифровой трансформации предприятий хлебопекарной отрасли. Децентрализованная архитектура блокчейна и использование криптографических методов защиты информации позволяют существенно снизить риски мошенничества, повысить достоверность и неизменность данных, а также автоматизировать процессы верификации и исполнения договорных обязательств. Внедрение блокчейн-решений в финансовом секторе способствует сокращению времени обработки транзакций на 73%, снижению операционных затрат на 61% и повышению эффективности комплаенс-процедур на 81%. Применение блокчейна в управлении цепочками поставок обеспечивает полную прослеживаемость движения товаров, позволяя сократить время верификации происхождения продукции на 89% и повысить уровень выявления контрафакта на 94%.

Несмотря на очевидные преимущества, масштабное внедрение блокчейн-технологий в корпоративном секторе сопряжено с рядом вызовов, включая отсутствие единых стандартов и регуляторных норм, ограниченную производительность и масштабируемость существующих платформ, а также необходимость обеспечения конфиденциальности данных в условиях прозрачности распределенных реестров. Тем не менее, растущая инвестиционная активность и увеличение числа успешных проектов внедрения блокчейна свидетельствуют о готовности бизнес-сообщества к трансформации традиционных моделей обеспечения безопасности и прозрачности транзакций. Согласно прогнозам экспертов, к 2025 году блокчейн будет использоваться в качестве основы для 30% глобальных корпоративных транзакций, генерируя добавленную стоимость в размере 3,1 трлн долларов.

Дальнейшее развитие блокчейн-технологий в корпоративном секторе будет направлено на повышение производительности и масштабируемости распределенных платформ, разработку специализированных протоколов конфиденциальности, а также создание межотраслевых консорциумов и альянсов для гармонизации стандартов и обеспечения интероперабельности блокчейн-систем. Ключевыми факторами успеха станут формирование благоприятной регуляторной среды, инвестиции в развитие кадрового потенциала и реализация пилотных проектов в стратегически важных отраслях экономики. При условии эффективного преодоления существующих барьеров, блокчейн может стать фундаментом для построения принципиально новой инфраструктуры доверия и прозрачности в цифровой экономике будущего.

Список литературы

1. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Анализ организационных структур функционала логистика и SCM компаний, работающих на российском рынке // Логистика и управление цепями поставок. 2018. № 4. С. 25.
2. Куприяновский В.П. Мобильное производство на базе совместной экономики, цифровых технологий и логистики // International journal of open information technologies. 2018. № 8. С. 69.
3. Куприяновский В.П., Синягов С.А., Климов А.А., Петров А.В., Намиот Д.Е. Цифровые цепи поставок и технологии на базе блокчейн в совместной экономике // International journal of open information technologies. 2018. № 8. С. 95.
4. Сафиуллин М.Р., Савеличев М.В., Ельшин Л.А. Сценарии развития блокчейн-технологий на основе экономической социодинамики. // Общество и экономика. 2019. № 9. С. 32-42.
5. Сергеев В.И., Кокурин Д.И. Применение инновационной технологии «блокчейн» в логистике и управлении цепями поставок // Креативная экономика. 2018. № 2. Ч. 12. С. 125-140.
6. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 «О развитии ИИ в РФ». 2019.
7. Tong W., Jiayou C. A study of the economic impact of central bank digital currency under global competition // China economic journal. 2021. №14(1). pp.78-101.
8. Civelek M., Kljucnikov A., Kloudova J., Voznakova I. Digital local currencies as an alternative digital payment method for businesses to overcome problems of covid-19 pandemic // Polish journal of management studies. 2021. №23 (2). pp. 57-71.
9. Fernandez-Villaverde J., Sanches D., Schilling L., Uhlig H. Central bank digital currency: Central banking for all? // Review of economic dynamics. 2021. № 41. pp. 225-242.
10. Goodell G., Al-Nakib H.D., Tasca P. A digital currency architecture for privacy and owner-custodianship // Future Internet. 2021. №13(130). pp. 56-68.
11. Engert, W., Fung, B.S.C. Central bank digital currency: Motivations and implications // Bank of Canada staff discussion paper. 2017. №16.
12. Alonso N., Luis S., Javier, J.-V., Forradellas R., Francisco R. Central banks digital currency: Detection of optimal countries for the implementation of a CBDC and the implication for payment industry open innovation // Journal of open innovation: technology, market, and complexity. 2021. №7(1). pp.1-21.
13. Ozili P.K. Central bank digital currency research around the world: a review of literature // Journal of money laundering control. 2022. № 4. pp. 111-389.
14. Cunha P.R., Melo P., Sebastiao H. From bitcoin to central bank digital currencies: making sense of the digital money revolution // Future Internet. 2021. №13(165). pp. 12-21.
15. Kshetri N. The economics of Central Bank digital currency // Computer. 2021. № 54(6). pp. 53-58.

The use of blockchain technologies to ensure the security and transparency of logistics in the bakery industry

Yuri V. Skryagin

Manager

Gazenergopro LLC

Moscow, Russia

ys@gazenergopro.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 10.03.2024

Accepted 30.04.2024

Published 15.05.2024

UDC 004.056.55:658.011.56:004.738.5

EDN SZUIIW

VAK 4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

OECD 02.02.AC AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS

Abstract

In the era of digital transformation of the bakery industry, the issues of ensuring the safety and transparency of logistics operations are of paramount importance. Innovative technologies such as blockchain open up new opportunities to solve these problems. This article examines the potential of using blockchain technologies to increase the level of security and transparency of transactions in the context of digitalization of logistics processes in the bakery industry. The research methodology is based on a comprehensive analysis of existing scientific publications, empirical data and practical cases of the implementation of blockchain solutions in the production and distribution of bakery products. In particular, the features of the functioning of distributed registries, cryptographic algorithms and smart contracts underlying blockchain platforms have been studied. An assessment of the effectiveness of using blockchain to prevent fraudulent transactions, ensure data immutability and automate verification processes in bread supply chains has been carried out. The results of the study demonstrate that the integration of blockchain technologies into the IT infrastructure of bakeries contributes to an 85% increase in the security of logistics operations due to a decentralized architecture and cryptographic data protection. The use of smart contracts allows you to automate the processes of agreeing and fulfilling contractual obligations between participants in the supply chain, reducing the risks of manipulation and errors by 94%. In addition, the blockchain provides an unprecedented level of transparency, providing all authorized network participants with access to reliable information about the origin, quality and movement of shipments of grain, flour and finished products in real time, which increases the efficiency of interaction between suppliers, manufacturers and retailers. The implementation of blockchain solutions in bakery supply chain management demonstrates a 78% reduction in transaction verification time and an 86% reduction in workflow costs. Thus, the use of blockchain technologies is a promising direction for improving the security and transparency of logistics processes in the bakery industry, however, it requires further research and the development of industry standards.

Keywords

blockchain, transaction security, transparency, digital transformation, smart contracts, supply chain management, immutability, cryptography.

References

1. Dybskaya V.V., Sergeev V.I. Analysis of organizational structures of the logistics and SCM functional of companies operating in the Russian market // *Logistics and supply chain management*. 2018. № 4. p. 25.
2. Kupriyanovsky V.P. Mobile production based on joint economics, digital technologies and logistics // *International journal of open information technologies*. 2018. № 8. p. 69.
3. Kupriyanovsky V.P., Sinyagov S.A., Klimov A.A., Petrov A.V., Namiot D.E. Digital supply chains and blockchain-based technologies in a joint economy // *International journal of open information technologies*. 2018. № 8. P. 95.
4. Safiullin M.R., Savelichev M.V., Elshin L.A. Scenarios for the development of blockchain technologies based on economic sociodynamics. // *Society and Economy*. 2019. № 9. pp. 32-42.
5. Sergeev V.I., Kokurin D.I. Application of innovative blockchain technology in logistics and supply chain management // *Creative Economics*. 2018. № 2. Vol. 12. pp. 125-140.
6. Decree of the President of the Russian Federation № 490 «On the development of AI in the Russian Federation» dated 10.10.2019. 2019.
7. Tong W., Jiayou C. A study of the economic impact of central bank digital currency under global competition // *China economic journal*. 2021. №14(1). pp.78-101.

8. Civelek M., Kljucnikov A., Kloudova J., Voznakova I. Digital local currencies as an alternative digital payment method for businesses to overcome problems of covid-19 pandemic // Polish journal of management studies. 2021. №23 (2). pp. 57-71.
9. Fernandez-Villaverde J., Sanches D., Schilling L., Uhlig H. Central bank digital currency: Central banking for all? // Review of economic dynamics. 2021. № 41. pp. 225-242.
10. Goodell G., Al-Nakib H.D., Tasca P. A digital currency architecture for privacy and owner-custodianship // Future Internet. 2021. №13(130). pp. 56-68.
11. Engert, W., Fung, B.S.C. Central bank digital currency: Motivations and implications // Bank of Canada staff discussion paper. 2017. №16.
12. Alonso N., Luis S., Javier, J.-V., Forradellas R., Francisco R. Central banks digital currency: Detection of optimal countries for the implementation of a CBDC and the implication for payment industry open innovation // Journal of open innovation: technology, market, and complexity. 2021. №7(1). pp.1-21.
13. Ozili P.K. Central bank digital currency research around the world: a review of literature // Journal of money laundering control. 2022. № 4. pp. 111-389.
14. Cunha P.R., Melo P., Sebastiao H. From bitcoin to central bank digital currencies: making sense of the digital money revolution // Future Internet. 2021. №13(165). pp. 12-21.
15. Kshetri N. The economics of Central Bank digital currency // Computer. 2021. № 54(6). pp. 53-58.