Яшин Александр Яковлевич – старший научный сотрудник Общества с ограниченной ответственностью «Институт аналитической токсикологии», Россия, д. Гаврилково, e-mail: yashin@interlab.ru.

Манохина Александра Анатольевна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: alexman80@list.ru.

Яшин Яков Иванович – доктор химических наук, профессор доктор химических наук, профессор, научный консультант Общества с ограниченной ответственностью «Интерлаб», Россия, г. Москва, e-mail: yashinchrom@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Zhevara Sergej – Full Doctor of Agricultural Sciences, Director of Federal State Budgetary Scientific Institution “Lorch Potato Research Institute”, Russia, Kraskovo, e-mail: agronir1@mail.ru.

Starovoitov Viktor – Full Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State Budgetary Scientific Institution “Lorch Potato Research Institute”, Russia, Kraskovo, e-mail: agronir2@mail.ru.

Yashin Aleksandr – senior researcher of Limited liability company “Institute of Analytical Toxicology”, Russia, Gavrilkovo, e-mail: yashin@interlab.ru.

Manokhina Alexandra – Full Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy”, Russia, Moscow, e-mail: alexman80@list.ru.

Yashin Yakov – Full Doctor of Chemical Sciences, Professor, scientific consultant of Limited liability company “Interlab”, Russia, Moscow, e-mail: yashinchrom@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 12.01.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.02.2021

УДК 338.439

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-1-87-98

ПОТЕНЦИАЛ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЦЕПОЧКЕ СОЗДАНИЯ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СФЕРЫ

¹Багиев Георгий Леонидович

²Пинчук Александр Владимирович

³Калюжный Михаил Сергеевич

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

²ООО «Видигайд»

³ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»

Реферат. Рассмотрено влияние процессов цифровой трансформации на агропродовольственную сферу. Предмет исследования - возможность масштабного внедрения передовой технологии распределенного реестра на массовом уровне. Представлены классификационные признаки вариантов реализации технологии блокчейн (ТБ). Проанализированы ключевые направления интеграции ТБ в маркетинговые и логистические процессы на различных звеньях цепочек создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере. Для понимания текущего статуса ТБ проведен кейс-анализ, выявивший наибольшее распространение блокчейн-решений в сфере логистики. В рамках кейс-анализа дана оценка ключевых исторических прецедентов внедрения ТБ логистическими консорциумами Digital Container Shipping Association и Global Shipping Business Network. Проведенный анализ позволил провести категоризацию видов стоящих перед отраслью проблем – технические аспекты ТБ, аспекты разработки бизнес-моделей и механизмов поощрения участников системы, правовые аспекты, а также рассмотреть основные угрозы, включающие как уязвимость со стороны внешних атак, так и контроль со стороны ведущих технологических компаний - поставщиков блокчейн-решений.

Установлены ключевые моменты, требующие внимания – вычислительная производительность и алгоритмическая эффективность, подразумевающие такие технические параметры, как задержка, загрузка процессора и использование сети. Выявлена ключевая трудность в отсутствии открытого и эффективного протокола и стандарта ТБ, на основе которого унификация могла бы производиться, исходя из первоначального локального развертывания на местах. Подобный подход смог бы устранить проблему интероперабельности блокчейн-протоколов, открывая возможности подключения в будущем к единой системе проверки аутентичности информации не только перевозчиков, но и производителей продовольственной продукции. Делается вывод, что самым надежным является способ, связанный с формированием большой распределенной сети непроприетарных публичных данных, которая должна функционировать как единая вычислительная машина. Проведенный обзор показывает текущую роль ТБ в маркетинге как комплексной философии предпринимательства, учитывающей весь процесс создания добавленной стоимости.

Ключевые слова: блокчейн-технологии, распределенный реестр, сетевой консенсус, информационная прозрачность, агробизнес, прослеживаемость, продовольственная безопасность, аутентичность пищевой продукции, управление, цепочками создания, добавленная стоимость

POTENTIAL AND PROBLEMS OF USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE CHAIN OF ADDED VALUE CREATION BY THE AGRICULTURAL FOOD SECTOR

¹Bagiev Georgy L.

²Pinchuk Alexander V.

³Kaliuzhnyi Mikhail S.

¹FSBEI HE "Saint Petersburg State University of Economics"

²LLC "VidiGuide LTD"

³FSFI "I.V. Michurin Federal Scientific Center"

Abstract. The impact of digital transformation processes on the agri-food sector is considered. The subject of the research is the possibility of large-scale implementation of advanced distributed ledger technology at the mass level. The classification features of options for the implementation of blockchain technology (TB) are presented. The key areas of TB integration into marketing and logistics processes at various links in the value added chain in the agri-food sector are analyzed. Case analysis, which revealed the greatest distribution of blockchain solutions in the field of logistics, was carried out to understand the current status of TB. The analysis made it possible to categorize the types of problems facing the industry - technical aspects of safety, aspects of developing business models and incentive mechanisms for system participants, legal aspects, and also to consider the main threats, including both vulnerability from external attacks and control by leading technological companies - suppliers of blockchain solutions. The key points to consider are computational performance and algorithmic efficiency, implying technical parameters such as latency, processor load, and network utilization are established. A key challenge in the absence of an open and effective TB protocol and standard on the basis of which unification could be based on the initial local deployment in the field was identified. Such an approach could eliminate the problem of interoperability of blockchain protocols, opening up the possibility of connecting in the future to a unified system of verifying the authenticity of information not only for carriers, but also for food manufacturers. It is concluded that the most reliable method is associated with the formation of a large distributed network of non-proprietary public data, which should function as a single computer. This review shows the current role of TB in marketing as an integrated philosophy of entrepreneurship that takes into account the entire process of creating added value.

Keywords: blockchain technologies, distributed ledger, network consensus, information transparency, agribusiness, traceability, food security, food authenticity, governance, value chains, value added

Введение. Информационная трансформация мировой экономики затронула весь спектр отраслей народного хозяйства, открыв новые возможности и способы решения проблем,

связанных с комплексным сопровождением цепочек создания добавленной стоимости. Наряду с традиционными аспектами проблематики, присущей процессам производства, логистики и маркетинга товаров и услуг, на первый план выступают новые фундаментальные вопросы, относящиеся к понятиям информационной целостности, достоверности и прозрачности бизнес-коммуникаций. Вышеупомянутые процессы в значительной мере определяют будущую трансформацию старейшей из областей человеческой деятельности – сельского хозяйства. В этой связи представляется крайне актуальным рассмотреть влияние цифровизации на агропродовольственную индустрию.

Агропродовольственная сфера – сложная комплексная отрасль, сталкивающаяся с масштабными изменениями процессов, операций и ролей во всем мире. К данной отрасли предъявляется все большее количество требований и ограничений, что усиливает потребность в инновационных решениях. Повышение эффективности принятия решений в цепочке создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере сопряжено с наличием следующих проблем:

- отсутствие необходимой инфраструктуры и нехватка кадровых ресурсов,
- необходимость гармонизации используемых проверенных технологий с инновациями для обеспечения оптимальности затрат,
- снижение временных затрат на внедрение технологий с учетом потребностей и проблем мелких сельхозтоваропроизводителей,
- оптимизация доли финансирования на внедрение информационных технологий в сельском хозяйстве между стейкхолдерами, включая механизмы государственно-частного партнерства,
- недостаточный обмен информацией о ходе успешных проектов, включая возможности для агропродовольственного бизнеса и преимущества новых технологий [14].

Для конструктивного решения указанных проблем с использованием информационных технологий необходимо выделить приоритетные направления исследования. В этой связи уместно привести результаты научных изысканий команды международного проекта Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Actions. Research and Innovation Staff Exchange Evaluations (H2020-MSCA-RISE) из 7 стран (Великобритания, Франция, Испания, Италия, Польша, Чили и Аргентина) применительно к проблемам использования информационных технологий в принятии решений в цепочках создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере, где требуется обеспечение таких ключевых процессов, как:

- обмен информацией между стейкхолдерами цепочек создания добавленной стоимости;
- установление общих стандартов как в отношении производства, хранения, упаковки и доставки продуктов конечному потребителю, так и в отношении информационных технологий, используемых во всех звеньях цепочки создания добавленной стоимости;
- повышение осведомленности - обучение, консультирование и наставничество на всех этапах цепочки создания добавленной стоимости;
- вертикальная интеграция стейкхолдеров агропродовольственной цепочки создания добавленной стоимости, стимулирующая выполнение требований цепочки создания добавленной стоимости, таких как экологические и требования сертификации [11].

Одно из основных требований цепочек создания добавленной стоимости – прослеживаемость. Согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», прослеживаемость пищевой продукции – это «возможность документарно (на бумажных и (или) электронных носителях) установить изготовителя и последующих собственников находящейся в обращении пищевой продукции, кроме конечного потребителя, а также место происхождения (производства, изготовления) пищевой продукции и (или) продовольственного (пищевого) сырья» [23].

На территории Российской Федерации требования к прослеживаемости пищевой продукции определяются ГОСТом Р ИСО 22005-2009 «Прослеживаемость в цепочке производства кормов и пищевых продуктов. Общие принципы и основные требования к проектированию и внедрению системы», являющимся аналогом международного стандарта ИСО 22005:2007 «Прослеживаемость в цепочке кормов и пищевых продуктов. Общие принципы и основные требования к проектированию и внедрению системы», а также Методическими рекомендациями Роспотребнадзора МР 5.1.0096-14 «Методические подходы к организации оценки процессов производства (изготовления) пищевой продукции на основе принципов ХАССП».

К числу наиболее целостных протоколов прослеживаемости пищевой продукции в мировой практике можно отнести Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 28.01.2002 N 178/2002 «Об установлении общих принципов и предписаний продовольственного законодательства, об учреждении Европейского органа по безопасности продуктов питания и о закреплении процедур в отношении безопасности продовольственных товаров» [36] и серию стандартов ISO 22000.

Таким образом, можно заключить, что существующая правовая база национальных государств содержит явное требование установления аутентичности производимой продукции, но при этом существует разрыв между применяемыми методами и возможностями интеграции технологии распределенного реестра в указанный процесс. По этой причине целесообразно рассмотреть реальные аспекты применимости блокчейн к отрасли производства пищевой продукции и наметить направления, по которым в ближайшем будущем может происходить гармонизация законодательств, регламентирующих использование данного цифрового маркетингового ресурса.

Ключевые особенности технологии блокчейн. Важнейшую роль в развитии глобальных цепочек создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере играют инструменты цифрового взаимодействия. Согласно прогнозу Всемирного экономического форума, благодаря уменьшению барьеров в глобальной цепочке поставок посредством надежных и прозрачных цифровых коммуникаций, объем мировой торговли может увеличиться на 15%, стимулируя экономику и создание рабочих мест.

Среди технологий, которые могут оказать наиболее сильное воздействие на изменение агропродовольственных цепочек, немалую роль играет технология блокчейн, которая все чаще отмечается исследователями как эффективный метод преобразования агропродовольственной сферы [1, 2, 4, 6].

Наиболее раннее и самое широкое в настоящий момент применение технология блокчейн нашла в финансовом секторе, став фундаментом криптовалюты Биткоин, а затем и других криптовалют. Биткоин, основанный на идее одноранговых горизонтальных сетей P2P (peer-to-peer), функционирует без участия банков и любых других централизованных органов управления, являясь системой с открытым исходным кодом, не имеющей владельца или контролирующего субъекта. Как криптовалюта Биткоин представляет собой криптографически защищенную систему электронных платежей, позволяющую осуществлять транзакции максимально быстро, эффективно, без посреднических платежей. Крайне важно отметить, что опыт развертывания криптовалют типа Биткоин (которых насчитывается уже более 800) привел к осознанию возможностей использования технологий распределенного реестра в других отраслях, не связанных с финансовой сферой. Для понимания перспектив внедрения технологии блокчейн в нефинансовой сфере требуется рассмотреть фундаментальные основы и принципы, определяющие признаки блокчейн-технологии применительно к способам защиты и передачи данных.

Классификационные признаки вариантов реализации технологии блокчейн применительно к другим отраслям экономики могут быть следующими (ключевым признаком может выступать место хранения файлов и метод установления достоверности информации):

- записи хеш-суммы («цифровые отпечатки» файлов), хранящиеся локально атомарно, но отдельно от исходных файлов и прочего содержимого. Такой способ позволяет производить быструю проверку, были ли файлы изменены или подвергались каким-либо манипуляциям;
- записи хеш-суммы, хранящиеся локально древовидно в локальном дереве хешей («дерево Меркла»). Каждый хеш объединяется с предыдущим в единый новый хеш таким образом, что корневой узел содержит хеш всего набора данных. Такой способ повышает надежность системы, затрудняя возможность внесения изменений;
- записи хеш-суммы, хранящиеся внешне – во внешнем дереве хешей. Если хеш-дерево будет контролироваться сторонней организацией, уровень надежности и доверия к системе возрастет. Внешнее хранение дерева хешей делает внесение изменений без ведома других сторон гораздо более сложным для организации-владельца исходных файлов;
- записи во внешнем дереве хешей в структуре распределенного реестра. Хеш-дерево может быть защищено от риска единой точки отказа путем создания общей базы данных – распределенного реестра, совместно используемого участниками [15]. Таким образом, ни один сотрудник или организация не смогут манипулировать проверками в базах данных или процессах, что позволяет осуществлять конфиденциальные транзакции в условиях, когда неразумно полагаться на централизованное управление базой данных;

– записи во внешнем дереве хешей в системе децентрализованного консенсуса. В публичном распределенном реестре, или блокчейне, любой может участвовать в верификации изменения данных: никто не контролирует систему, так как возможность внесения изменения предоставлена всем, кто работает в системе, что обеспечивает большую надежность и безопасность системы. Госучреждения не могут контролировать процесс, что является и одной из выгод, и одновременно одной из проблем, так как несет риск потери файлов активов или идентификаторов. Риск может быть снижен участием «хранителей», держащих закрытые ключи и предоставляющих доступ к цифровым активам, но хранители также могут быть взломаны;

– записи в гибридных распределенных реестрах [19]. Ограниченные возможности транзакций и хранения публичных блокчейнов привели к усилиям по созданию гибридных структур, в которых большинство транзакций выполняется вне публичных блокчейнов [8].

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что система распределенного реестра может быть очень безопасной, однако экосистема и инфраструктура вокруг него может быть уязвимой. По этой причине публичные блокчейн-среды для контроля и отслеживания товаров, таких как продукты питания, на данный момент неспособны обеспечить требуемый уровень технологической надежности. Поэтому можно заключить, что наиболее вероятным с точки зрения потенциала успешного применения является использование приватных блокчейн-протоколов, таких как Ethereum, обеспечивающих адекватное масштабирование.

Несмотря на то, что общее количество публикаций на тему блокчейн-технологии растет, и наблюдается тенденция перехода от обсуждения теоретических вопросов к практическим проблемам, количество исследований конкретных аспектов реализации технологии блокчейн в управлении агропродовольственными цепочками поставок до сих пор ограничено [22]. Вопросам эффективности применения технологии блокчейн в управлении агропродовольственными цепочками создания добавленной стоимости с точки зрения показателей вычислительной производительности и алгоритмической эффективности, таких как задержка, загрузка процессора и использование сети, посвящено относительно малое количество публикаций [3, 12].

В современной научной литературе наблюдаются пробелы в исследованиях технологии блокчейн:

– приоритетное внимание уделяется исследованиям криптовалютных суррогатов типа Биткойн, а не других сфер применения блокчейна (так, например, более 80 % научных работ по технологии блокчейн посвящены криптовалюте bitcoin, в то время как другим приложениям блокчейна посвящено менее 20 % литературы);

– нехватка исследований по улучшению пользовательского опыта работы с технологией блокчейн;

– практически отсутствуют исследования проблем применения технологии блокчейн, таких как масштабируемость, задержка, производительность и пропускная способность [21].

Ряд авторов [5, 7, 10] заключает, что сочетание технологии блокчейн с технологиями «интернета вещей» позволило бы участникам цепочек создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере автоматизировать трудоемкие процессы документирования данных и значительно снизить затраты, а также повысить степень доверия между участниками цепочек создания добавленной стоимости. В свою очередь, технология блокчейн потенциально может расширить функциональность систем «интернета вещей» [18].

Особенности технологии блокчейн, такие как неизменяемая запись всех транзакций и возможность доступа к защищенным данным в режиме реального времени, позволяют применять эту технологию для больших сетей участников всех этапов цепочки поставок, повышая степень доверия, эффективность обмена информацией и прослеживаемость цепочки создания добавленной стоимости.

Применение технологии блокчейн на различных этапах агропродовольственных цепочек поставок. Рассмотрим ключевые направления интеграции блокчейн-технологии в логистических и маркетинговых процессах. Присущая блокчейнам прослеживаемость (traceability) может быть достигнута на всех этапах цепочки поставок продуктов питания, что позволяет наметить приведенные ниже приоритетные зоны цифровой трансформации.

1. Исследования в области пищевых наук. Исследования в области пищевых наук, в частности, такие, как анализ биохимического состава растительного сырья, требуют применения

междисциплинарного подхода с объединением усилий исследователей и соблюдением прозрачности и прослеживаемости информации. Использование технологии блокчейн потенциально позволяет создать децентрализованное безопасное хранилище результатов исследований с персонализированной информацией и обеспечением прав доступа. Для выработки протоколов последующего сбора данных, автоматической обработки и анализа результатов исследований могут использоваться особые цифровых программы – смарт-контракты, гарантирующие соблюдение протокола всеми участниками децентрализованного консенсуса и автоматизацию исполняемых процедур. Блокчейн может стать эффективным инструментом поддержки цепочки научных исследований, что особенно важно в случае для управления исследованиями функциональных продуктов питания [17].

2. Производство. На этапе производства сельскохозяйственная продукция может быть помечена RFID-метками с введением соответствующей информации в систему. Информация может содержать сведения об окружающей среде (состав почвы, режим полива и освещения, состояние атмосферы), селекционно-технологические сведения (сортовой или породный состав, происхождение и качество посадочного материала, технология возделывания, схема посадки, сроки посева/посадки и сбора урожая, применение средств защиты растений, минеральное питание растений, задействованный персонал и сельскохозяйственная техника). Аналогичные сведения вносятся и по продукции животноводства. Ключевая особенность этого и последующих этапов движения по цепочке создания добавленной стоимости заключается в применении смарт-контрактов, которые хранятся в цепочке блоков на внешней глобальной вычислительной машине.

3. Хранение. На этапе хранения информация о продуктах может собираться с помощью устройств «интернета вещей». Беспроводные датчики и оборудование для независимого мониторинга позволяют собирать, проверять и обновлять информацию о продукте, такую как количество, категория, сроки и условия хранения (температура, влажность, параметры регулируемой атмосферы) и ответственный персонал, в режиме реального времени как в системе блокчейн, так и на упаковке партии продукта.

4. Переработка. Перерабатывающие предприятия могут считывать данные продукта, сканируя его RFID-метку, и вводить новые данные, содержащие параметры технологических операций (дезинфекция, химическая и термическая обработка, используемые реагенты и пищевые добавки, способы упаковки, используемое оборудование, ответственный персонал). Как и на предыдущих этапах, на этом этапе информация может дублироваться в цепочке блоков и на упаковке продукта.

5. Транспортировка. Прослеживаемость логистических переменных цепочки поставок может предусматривать внесение данных об условиях транспортировки (вид транспорта, либо задействованные виды, если предусмотрены мультимодальные перевозки, тип и габариты транспортного модуля, температура, влажность, атмосфера, сроки доставки, допустимые диапазоны и отклонения). Так, например, в различных температурных зонах рефрижераторных контейнеров могут быть установлены беспроводные датчики, передающие информацию в режиме реального времени в сеть. Помимо перечисленных опций, – оснащенные системой мониторинга «умные контейнеры» (smart containers) могут контролировать другие параметры доставки – автоматически определять тип груза и наличие всех объектов, находится ли контейнер в нужном месте, открыты ли двери уполномоченным лицом и т.д., выполняя функцию СКУД (системы контроля и управления доступом) [20]. Данные об условиях транспортировки через регулярные интервалы времени можно добавлять в радиочастотные метки товаров и в систему блокчейн и настроить систему оповещений в случае, если какие-то параметры отклонятся от заданных. Также при помощи технологии GPS распределительный центр компании-перевозчика может осуществить позиционирование транспортных средств и оптимизировать маршрут для сокращения логистических издержек.

6. Доведение до конечного потребителя. На этапе доведения сельскохозяйственной продукции до конечного потребителя розничные торговцы, такие, как ритейловые сети, закупая товар, получают благодаря использованию блокчейна полную информацию по всей цепочке поставок, от времени и географического происхождения продукта до срока годности. В случае ситуаций, вызывающих сомнения в безопасности продукции или достоверности данных, хранящихся в распределенном реестре, местонахождение продукции, причины проблемы и ответственный

персонал могут быть легко найдены, а потери и возможный ущерб значительно снижены благодаря высокому уровню прослеживаемости, присущему технологии блокчейн. Покупатели могут считывать RFID-метки для получения информации об интересующем продукте, повышая свою осведомлённость в отношении происхождения, безопасности, биохимического состава, полезных свойств и параметров хранения продукта.

7. Государственное регулирование (Техническое регулирование безопасности пищевой продукции). Органы, осуществляющие техническое регулирование и сертификацию продукции, в ходе выездных проверок могут проводить экспертизу соответствия продукции государственным стандартам безопасности пищевой продукции и техрегламентам, достоверности введенных данных, выявляя случаи фальсификации информации о продукции и внося сведения о результатах инспекции в общую цепочку блоков. Аналогично данные результатов проверки могут вводиться при осуществлении таможенного контроля.

Кейсы. Для определения эффективности внедрения технологии блокчейн в отраслях и сферах народного хозяйства требуется выработать набор ключевых метрик и показателей, которые позволят установить качественные и количественные параметры эффектов и ущербов в производственной и маркетинговой деятельности. В этой связи предлагается рассмотреть имеющиеся кейсы практической реализации блокчейн-совместимых систем и выделить агрегированные эффекты от внедрения (воплощенные в показателях времени и количественных значения).

1. Одним из важнейших элементов глобальных цепочек поставок являются морские транспортные перевозки, на долю которых приходится более 90% мировых грузоперевозок. Динамичное развитие отрасли и повышение роли высокотехнологичных решений вывели на первый план задачу создания общих стандартов информационных технологий, открытых, доступных и бесплатных для всех стейкхолдеров цепочки поставок. С этой целью 5 из 6 крупнейших компаний сферы морских грузоперевозок, контролирующие более 60 % рынка и располагающие суммарным флотом более 2000 транспортных судов – датская Mærsk, швейцарско-итальянская Mediterranean Shipping Company, французская CMA-CGM, немецкая Hapag-Lloyd и японско-сингапурская Ocean Network Express – объявили о создании некоммерческой ассоциации, в задачу которой входила бы координация совместных действий по цифровизации, стандартизации, дебюрократизации и повышению прозрачности и функциональной совместимости в отрасли морских перевозок. Итогом переговоров стало учреждение в апреле 2019 года Ассоциации цифровых контейнерных перевозок (Digital Container Shipping Association) со штаб-квартирой в Амстердаме, в которую позднее помимо пяти компаний-инициаторов ассоциации вошли также тайваньские операторы морских грузоперевозок Evergreen Line и Yang Ming, южнокорейская Hyundai Merchant Marine и израильская ZIM.

Параллельно с этим был запущен совместный проект крупнейшего морского перевозчика, A.P. Møller-Mærsk, и компании IBM – блокчейн-платформа TradeLens. Причиной, побудившей перевозчика приступить к реализации такого проекта, стала необходимость минимизации ресурсов, затрачиваемых на осуществление документооборота процесса поставок.

Отправка физических копий, поддержание функционирования архивов в разных точках планеты занимают значительное время и при том не гарантируют надежности и достоверности передаваемых данных и отсутствия ошибок. Помимо бумажной юридической документации большая часть информации передавалась с помощью устаревшей и дорогой системы электронного документооборота. В результате стоимость перемещения и отслеживания сопроводительных документов часто равна стоимости физического перемещения контейнера по всему миру.

Mærsk обнаружили, что для одного контейнера могут потребоваться штампы до 30 человек, в том числе от таможенных и налоговых органов и органов системы здравоохранения. В то время как сами контейнеры могут быть загружены на судно за считанные минуты, в связи с необходимостью ведения документооборота контейнер может задерживаться в порту в течение нескольких дней, за это время товары внутри могут терять свои потребительские свойства. Например, доставка такого экспортного товара, как авокадо, отправляемого из порта Момбасы в Кении в порт Роттердам в Нидерландах, может занять до 34 дней, из которых две недели приходится на ожидание администрацией порта информации о доставке и подтверждающих документов.

Кроме того, документы подвержены ошибкам, пропажам и мошенничеству: коносаменты часто подделываются или копируются, что позволяет преступникам распространять

контрафактную продукцию и совершать другие мошеннические действия, что приводит к миллиардным убыткам ежегодно [16].

Использование технологии блокчейн позволит таможенным органам сразу же загрузить копии подписанных документов с цифровой подписью, чтобы все остальные участники цепочки поставок, включая грузоперевозчика и правительственные органы, могли убедиться, что документ оформлен. В случае возникновения споров каждая сторона может проследить запись и удостовериться, что она осталась неизменной. Используемая в блокчейне криптография затруднит подделку виртуальных подписей [16].

С января 2018 года Maersk и IBM вели отбор участников, представляющих всех звенья цепочки поставок, для пилотного тестирования.

В рамках первого тестирования системы было налажено отслеживание всех документов, связанных с контейнером с цветами, который перемещался из порта Момбаса в Кении в Роттердам в Нидерландах [16]. Тестовое испытание технологии показало, что применение технологии блокчейн может снизить временные задержки и свести к минимуму ошибки в документации, благодаря чему транзитное время перевозки может сократиться на 40%, что особенно критично для скоропортящихся товаров [13].

По состоянию на август 2018 года в блокчейн-проекте TradeLens было задействовано уже 94 участника, в том числе более 20 операторов портов и терминалов по всему миру, а также провайдеров интермодальных логистических услуг и таможенные органы Австралии, Нидерландов, Перу, Саудовской Аравии и Сингапура. Однако из числа компаний, занимающихся морскими грузоперевозками, помимо самих Maersk в проекте приняли участие только сингапурские Pacific International Lines, занимающие в мире 8 место по числу грузовых судов и долю в 1,5 % мирового рынка.

Другие крупные компании-перевозчики – Napag-Lloyd и CMA CGM – отвергли идею участия в TradeLens, заявив о необходимости отраслевого решения в рамках общего стандарта вместо платформ, контролируемых отдельными компаниями. При этом они подчеркнули важность объединения усилий компаний всего сектора для разработки совместного решения, гарантирующего, что технология блокчейн используется должным образом, и эффективность цепочек поставок возрастает. Было указано минимальное количество участников проекта для достижения прогресса в данной области – 5-7 грузоперевозчиков. Потребовался год, чтобы эти компании изменили первоначальное мнение и приняли участие в проекте.

К этому времени все грузоперевозчики-сооснователи Ассоциации цифровых контейнерных перевозок присоединились к блокчейн-платформе, получив представительство в консультативном совете TradeLens. Помимо этого к блокчейн-проекту присоединились таможенные органы еще нескольких стран – Азербайджана, Бахрейна, Ганы, Канады, ОАЭ, Таиланда. Все участники платформы играют важную роль в качестве валидаторов системы и на равных правах задействованы в формировании децентрализованного консенсуса для проверки транзакций и размещения новых данных.

2. В 2018 году девять компаний-морских грузоперевозчиков и операторов терминалов – морские перевозчики CMA CGM, COSCO/ OOCL, Evergreen и Yang Ming, операторы терминалов DP World, Hutchison Ports, PSA International (крупнейшие в мире портовые операторы по тоннажу) и эксклюзивный оператор терминалов в порту Шанхая Shanghai International Port Group договорились о создании консорциума Global Shipping Business Network для разработки платформы блокчейн с целью повышения эффективности и прозрачности цепочки поставок. Позднее из проекта вышли Evergreen и Yang Ming, не участвовавшие в подписании финального соглашения, однако присоединились Napag-Lloyd. В качестве разработчика выступает гонконгский поставщик IT-решений CargoSmart в тесном сотрудничестве с Oracle, запустившей облачный сервис Oracle Blockchain.

Цель консорциума – цифровое преобразование цепочки поставок и связывание операторов грузоперевозок, операторов терминалов, таможенных органов, грузоотправителей и поставщиков логистических услуг. Пилотный проект представляет собой оцифровку и систематизацию оформления документации на опасные грузы в целях оптимизации процесса совместного утверждения документов и обмена данными на всех этапах цепочки поставок.

Таким образом, консорциум выступает прямым конкурентом TradeLens от IBM и Maersk. При этом CMA CGM, Napag-Lloyd и PSA International одновременно являются участниками блокчейн-платформы TradeLens.

Помимо запуска самой блокчейн-платформы прорабатываются варианты взаимодействия с другими блокчейн-системами, в частности, с блокчейн-системой гонконгского межбанковского консорциума eTradeConnect. Тестирование подтвердило гипотезу, что связывание данных цепочки поставок с данными транзакций может обеспечить повышенную прозрачность, прослеживаемость и эффективность для банков и их клиентов-участников консорциума.

Как видно из приведенных кейсов, наиболее масштабная апробация технологии блокчейн в нефинансовых сферах экономики была проведена в логистических цепочках, обнажив проблемы конкурентирования стандартов, интегрируемости в существующую инфраструктуру, а также базовый характер применения (электронный документооборот). Авторам данной статьи представляется, что ключевая трудность заключается в отсутствии открытого и эффективного протокола и стандарта блокчейн, на основе которого унификация могла бы производиться, исходя из первоначального локального развертывания на местах. Подобный подход смог бы устранить проблему интероперабельности блокчейн-протоколов, открывая возможности подключения в будущем к единой системе проверки аутентичности информации не только перевозчиков, но и производителей продовольственной продукции.

Проблемы и ограничения использования технологии блокчейн в управлении цепочками создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере. Завершая анализ потенциала интеграции блокчейн в маркетинговый и логистический ресурс предприятия, мы бы хотели отметить, что, несмотря на огромные преимущества применения блокчейн в управлении цепочками создания добавленной стоимости в агропродовольственной сфере, наблюдается ряд категоризированных проблем, решение которых определит будущее цифровой трансформации отрасли [9]:

- первая категория проблем связана техническими аспектами блокчейна, такими как управление, масштабируемость, конфиденциальность данных и действенность смарт-контрактов в качестве обязательных соглашений;
- вторая категория проблем связана с разработкой жизнеспособных бизнес-моделей и механизмов поощрения участников системы;
- третью категорию проблем представляют правовые аспекты развития блокчейн в части соответствия законодательству в части укрепления конфиденциальности данных и защиты данных пользователей, например, Общему регламенту по защите данных ЕС.

Правовые аспекты использования блокчейна привлекают наибольшее внимание как среди руководства компаний-участников цепочек поставок, так и среди государственных органов и общественных организаций. За последние годы был принят ряд законов о защите данных, ужесточающих ограничения по сбору информации, например, принятый Европейским союзом и вступивший в силу 25 мая 2018 года Общий регламент по защите данных (General Data Protection Regulation, GDPR), а также Калифорнийский закон о защите конфиденциальности потребителей (California Consumer Privacy Act, CCPA), принятый 28 июня 2018 года. В связи с этим правозащитные организации, такие как Фонд электронных рубежей (Electronic Frontier Foundation), поднимают вопрос о правомерности применения RFID-меток, которые могут использоваться для точного определения физического местоположения предмета, не только для повышения прослеживаемости товаров на этапах цепочки поставок, но и для отслеживания людей и их деятельности через приобретенные товары, что, по мнению правозащитников, приводит к нарушению конфиденциальности и ущемлению свободы потребителей.

Обоснованные опасения вызывает факт, что у многих блокчейн-решений, созданных технологическими гигантами, такими как IBM, Oracle и Microsoft, отсутствует один из основных элементов успеха биткоина, а именно – полностью децентрализованная структура. Любой человек в мире может присоединиться к биткоин-сообществу и принять участие в формировании цепочки блоков. Для корпоративных решений, таких, как платформы от IBM, это можно сказать только в отношении ограниченного числа участников, что может сделать эти системы более уязвимыми для деятельности хакеров, например, в случае, если атаке подвергнется один или несколько участников такой сети. Несмотря на эти угрозы, компании-участники таких корпоративных платформ выражают меньшее беспокойство по этому поводу, предпочитая закрытые системы и отвергая принцип открытости биткоина [16].

В то же время, многие компании обеспокоены тем, что технологические гиганты, являющиеся разработчиками блокчейн-решений, имеют слишком большой контроль над системами, которые

они разрабатывают, что может сделать участников блокчейн-сети зависимыми от программного обеспечения компании-разработчика. Компании пыталась отразить этот аргумент, приглашая к участию в разработке других участников и делая проекты открытыми, как, например, IBM в 2015 году. Отвечающий в настоящее время за компьютерный код фонд Hyperledger Foundation включает много других компаний, работающих над проектом вместе с IBM. Однако, по признанию директора самого фонда, программиста и одной из ключевых фигур движения за свободное программное обеспечение Брайана Белендорфа, IBM по-прежнему является крупнейшим спонсором проекта, в результате чего очень нелегко убедить других в том, что это не просто проект IBM [16].

Наконец, одно из основных условий повышения эффективности блокчейн-решений в агропродовольственной сфере – это наличие вовлеченности большого числа стейкхолдеров, представляющих все звенья цепочки создания добавленной стоимости, для сквозного прослеживания продукции. Это означает, что ее использование лишь на одном этапе цепочки, например, на складе, или исключительно одной компанией, является фрагментарным и недостаточным.

К тому же, внедрение технологии бóльшим числом заинтересованных сторон может стать длительным процессом, занимая до 5 или даже 10 лет, прежде чем все участники цепочки поставок, включая производителей, переработчиков, ритейлеров, таможенные и регулирующие органы и исследователей, станут пользователями единой информационной распределенной платформы. Определяющим в данном вопросе может выступать аспект повышения эффективности возврата капитала от комплексного внедрения блокчейн-технологии.

Список литературы

1. Astill J., Dara R.A., Campbell M., Farber J.M., Fraser E.D.G., Sharif S., Yada R.Y. Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions. // *Trends in Food Science & Technology*. – 2019. – V. 91. – Pp. 240 – 247.
2. Bechtis D., Tsolakis N., Bizakis A., Vlachos D. A Blockchain Framework for Containerized Food Supply Chains. // *Computer Aided Chemical Engineering*. – 2019. – V. 46. – 1369–1374.
3. Caro M.P., Ali M.S., Vecchio M., Giaffredam R. Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. / *IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*, Tuscany, 8 – 9 May 2018. – Pp. 1 – 4.
4. Casado-Vara R., Prieto J., De la Prieta F., Corchado J.M. How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain. // *Procedia Computer Science*. – 2018. – V. 134. – Pp. 393 – 398.
5. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. // *IEEE Access*. – 2016. – V. 4. – Pp. 2292 – 2303.
6. Creydt M., Fischer M. Blockchain and more - Algorithm driven Food Traceability // *Food Control*. – 2019. – V. 105. – Pp. 45 – 51.
7. Dacev D., Kocarev L., Carbone A., Stankovski V., Mitreski K. Blockchain-based distributed cloud/fog platform for IoT supply chain management. / *Conference Proceedings: Eighth International Conference On Advances in Computing, Electronics and Electrical Technology – CEET 2018*. – Kuala Lumpur, Malaysia, 3 – 4 February 2018. Pp. 51 – 58.
8. Galvez J.F., Mejuto J.C., Simal-Gandara J. Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis // *Trends in Analytical Chemistry*. – 2018. – V. 107. – Pp. 222 – 232.
9. Hamida E.B., Brousmiche K.L., Levard H., Thea E. Blockchain for enterprise: overview, opportunities and challenges. / *The Thirteenth International Conference on Wireless and Mobile Communications*. – Nice, France. – 23 – 27 July 2017. – Pp. 83 – 88.
10. Hammi M.T., Hammi B., Bellot P., Serhrouchni A. Bubbles of Trust: A decentralized blockchain-based authentication system for IoT. // *Computers & Security*. – 2018. – V. 78. – Pp. 126 – 142.
11. Hernandez J.E., Kacprzyk J., Panetto H., Fernandez A., Liu S., Ortiz A., De-Angelis M. Challenges and solutions for enhancing agriculture value chain decision-making. A short review. / In: Camarinha-Matos L., Afsarmanesh H., Fornasiero R. (Eds.) *Collaboration in a data-rich world. PRO-VE 2017. IFIP Advances in Information and Communication Technology*. – 2017. – V. 506. – Pp. 761 – 774.
12. Kamath R. Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM. / *Journal of British Blockchain Association*. – 2018. – № 1(1). – Pp. 1 – 12.
13. Lopez E. 94 supply chain players sign on to Maersk, IBM blockchain initiative // *Supply Chain Dive*, Aug. 9, 2018. URL: <https://www.supplychaindive.com/news/blockchain-supply-chain-Maersk-IBM-TradeLens/529759/> (дата обращения: 11.01.2021).

14. Mahant M., Shukla A., Dixit S., Patel D. Uses of ICT in Agriculture. / *International Journal of Advanced Computer Research*. – 2012. – № 2 (1). – Pp. 46 – 49.
15. Pinna A., Ruttenberg W. Distributed ledger technologies in securities post-trading. Revolution or evolution? // *ECB Occasional Paper*, Vol. 172, April 2016. URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecbop172.en.pdf> (дата обращения: 11.01.2021).
16. Popper N., Lohr S. Blockchain: a better way to track pork chops, bonds, bad peanut butter? // *The New York Times*. March 4, 2017. URL: <https://www.nytimes.com/2017/03/04/business/dealbook/blockchain-ibm-bitcoin.html> (дата обращения: 11.01.2021).
17. Qian J., Ruiz-Garcia L., Fan B., Robla Villalba J.I., McCarthy U., Zhang B., Yu Q., Wu W. Food traceability system from governmental, corporate, and consumer perspectives in the European Union and China: A comparative review. // *Trends in Food Science and Technology*. – 2020. – V. 99. – Pp. 402 – 412.
18. Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M. On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. // *Future Generation Computer Systems*. – 2018. – V. 88. – Pp. 173 – 190.
19. Shermin V. Disrupting governance with blockchains and smart contracts. // *Strategic Change*. – 2017. – № 26 (5). – Pp. 499 – 509.
20. Vannieuwenborg F., Lannoo B., Verbrugge S., Colle D. Smart containers: quantifying the potential impact. / *ITS Biennial (International Telecommunications Society) World conference*. Taipei, Taiwan. – 2016. – Pp. 1 – 20.
21. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smolander K. Where is current research on blockchain technology? – A systematic review. // *PLoS ONE* – 2016. – V. 11 (10) – e0163477.
22. Zhao G., Liu S., Lopez C., Lu H., Elgueta S., Chen H., Boshkoska B.M. Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions // *Computers in Industry*. – 2019. – V. 109. Pp. 83 – 99.
23. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 880 (ред. от 24.12.2019) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (вместе с «ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности пищевой продукции»)). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124768/ (дата обращения: 11.01.2021).

References

1. Astill J., Dara R.A., Campbell M., Farber J.M., Fraser E.D.G., Sharif S., Yada R.Y. Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions. // *Trends in Food Science & Technology*. – 2019. – V. 91. – Pp. 240 – 247.
2. Bechtsis D., Tsolakis N., Bizakis A., Vlachos D. A Blockchain Framework for Containerized Food Supply Chains. // *Computer Aided Chemical Engineering*. – 2019. – V. 46. – 1369–1374.
3. Caro M.P., Ali M.S., Vecchio M., Giaffredam R. Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. / *IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*, Tuscany, 8 – 9 May 2018. – Pp. 1 – 4.
4. Casado-Vara R., Prieto J., De la Prieta F., Corchado J.M. How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain. // *Procedia Computer Science*. – 2018. – V. 134. – Pp. 393 – 398.
5. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. // *IEEE Access*. – 2016. – V. 4. – Pp. 2292 – 2303.
6. Creydt M., Fischer M. Blockchain and more - Algorithm driven Food Traceability // *Food Control*. – 2019. – V. 105. – Pp. 45 – 51.
7. Davcev D., Kocarev L., Carbone A., Stankovski V., Mitreski K. Blockchain-based distributed cloud/fog platform for IoT supply chain management. / *Conference Proceedings: Eighth International Conference On Advances in Computing, Electronics and Electrical Technology – CEET 2018*. – Kuala Lumpur, Malaysia, 3 – 4 February 2018. Rp. 51 – 58.
8. Galvez J.F., Mejuto J.C., Simal-Gandara J. Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis // *Trends in Analytical Chemistry*. – 2018. – V. 107. – Pp. 222 – 232.
9. Hamida E.B., Brousicche K.L., Levard H., Thea E. Blockchain for enterprise: overview, opportunities and challenges. / *The Thirteenth International Conference on Wireless and Mobile Communications*. – Nice, France. – 23 – 27 July 2017. – Pp. 83 – 88.
10. Hammi M.T., Hammi B., Bellot P., Serhrouchni A. Bubbles of Trust: A decentralized blockchain-based authentication system for IoT. // *Computers & Security*. – 2018. – V. 78. – Pp. 126 – 142.
11. Hernandez J.E., Kacprzyk J., Panetto H., Fernandez A., Liu S., Ortiz A., De-Angelis M. Challenges and solutions for enhancing agriculture value chain decision-making. A short review. / In: Camarinha-Matos L., Afsarmanesh H., Fornasiero R. (Eds.) *Collaboration in a data-rich world. PRO-VE 2017. IFIP Advances in Information and Communication Technology*. – 2017. – V. 506. – Pp. 761 – 774.

12. Kamath R. Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM. / Journal of British Blockchain Association. – 2018. – № 1(1). – Pp. 1 – 12.
13. Lopez E. 94 supply chain players sign on to Maersk, IBM blockchain initiative // Supply Chain Dive, Aug. 9, 2018. URL: <https://www.supplychaindive.com/news/blockchain-supply-chain-Maersk-IBM-TradeLens/529759/> (data obrashheniya: 11.01.2021).
14. Mahant M., Shukla A., Dixit S., Patel D. Uses of ICT in Agriculture. / International Journal of Advanced Computer Research. – 2012. – № 2 (1). – Pp. 46 – 49.
15. Pinna A., Ruttenberg W. Distributed ledger technologies in securities post-trading. Revolution or evolution? // ECB Occasional Paper, Vol. 172, April 2016. URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecbop172.en.pdf> (data obrashheniya: 11.01.2021).
16. Popper N., Lohr S. Blockchain: a better way to track pork chops, bonds, bad peanut butter? // The New York Times. March 4, 2017. URL: <https://www.nytimes.com/2017/03/04/business/dealbook/blockchain-ibm-bitcoin.html> (data obrashheniya: 11.01.2021).
17. Qian J., Ruiz-Garcia L., Fan B., Robla Villalba J.I., McCarthy U., Zhang B., Yu Q., Wu W. Food traceability system from governmental, corporate, and consumer perspectives in the European Union and China: A comparative review. // Trends in Food Science and Technology. – 2020. – V. 99. – Pp. 402 – 412.
18. Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M. On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. // Future Generation Computer Systems. – 2018. – V. 88. – Pp. 173 – 190.
19. Shermin V. Disrupting governance with blockchains and smart contracts. // Strategic Change. – 2017. – № 26 (5). – Pp. 499 – 509.
20. Vannieuwenborg F., Lannoo B., Verbrugge S., Colle D. Smart containers: quantifying the potential impact. / ITS Biennial (International Telecommunications Society) World conference. Taipei, Taiwan. – 2016. – Pp. 1 – 20.
21. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smolander K. Where is current research on blockchain technology? – A systematic review. // PLoS ONE – 2016. – V. 11 (10) – e0163477.
22. Zhao G., Liu S., Lopez C., Lu H., Elgueta S., Chen H., Boshkoska B.M. Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions // Computers in Industry. – 2019. – V. 109. Pp. 83 – 99.
23. Reshenie Komissii Tamozhennogo sojuza ot 09.12.2011 N 880 (red. ot 24.12.2019) «O prinjatii tehnikeskogo reglamenta Tamozhennogo sojuza «O bezopasnosti pishhevoj produkcii» (vmeste s «TR TS 021/2011. Tehniceskij reglament Tamozhennogo sojuza. O bezopasnosti pishhevoj produkcii»). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124768/ (data obrashheniya: 11.01.2021).

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Багиев Георгий Леонидович – доктор экономических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», Россия, г. Санкт-Петербург.

Пинчук Александр Владимирович – кандидат экономических наук, генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью «ВидиГайд», Россия, г. Санкт-Петербург.

Калюжный Михаил Сергеевич – специалист отдела научно-технической информации, заведующий аспирантурой Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», Россия, г. Мичуринск, e-mail: kaliuzhnyi@fnc-mich.ru.

Author credentials

Affiliations

Bagiev Georgy L. – Full Doctor of Economic Sciences, Professor of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saint Petersburg State University of Economics”, Russia, Saint Petersburg.

Pinchuk Alexander V. – Candidate of Economic Sciences, General Director of Limited liability company “VidiGuide LTD”, Russia, Saint Petersburg.

Kaliuzhnyi Mikhail S. – Specialist of S&T Information Department, Head of the Postgraduate Department of Federal State Scientific Institution “I.V. Michurin Federal Scientific Center”, Russia, Michurinsk, e-mail: kaliuzhnyi@fnc-mich.ru.

Поступила в редакцию (Received): 11.01.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.02.2021