

УДК 658.7

DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-2-72-86

ТЕХНОЛОГИЯ BLOKCHAIN КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК С УЧАСТИЕМ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

И.О. ПОЛЕШКИНА¹, Н.В. ВАСИЛЬЕВА¹

¹Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Россия

В статье исследуется технология блокчейн в контексте ее использования для повышения скорости информационного обмена между участниками международных цепей/сетей поставок с участием воздушного транспорта. Рассмотрен международный опыт использования данной технологии различными компаниями (Maersk, Lufthansa, Walmart, Unilever, Nestle, Samsung, British Airways) в логистике и управлении цепями поставок. Выделены особенности международных цепей с использованием воздушного транспорта, которые заключаются в преобладании двух категорий грузов: товаров с высокой добавленной стоимостью (электронные устройства и их компоненты, товары индустрии моды, ювелирные украшения) и товаров, имеющих жесткие требования к срокам доставки (фармацевтическая продукция, живые животные, скоропортящаяся продукция, товары электронной коммерции и почта). Исследование показало, что скоропортящиеся грузы имеют большой потенциал для наращивания грузооборота авиакомпаний. Однако в настоящее время не существует единого универсального инструмента управления их ЦП, так как используемые инструменты (ERP, SRM, TMS, WMS) не обеспечивают полную прозрачность информационного обмена между всеми участниками. В технологии доставки скоропортящихся грузов воздушным транспортом наиболее проблемным этапом является наземная обработка грузов в аэропорту отправления и аэропорту назначения. Сложности возникают при проверке корректности оформления документов, маркировки и подлинности информации о происхождении продукции. Предложен механизм использования технологии блокчейн в сочетании с технологиями IoT и смарт-контракт для управления цепями поставок скоропортящейся продукции с использованием воздушного транспорта. Использование данной технологии позволит: сократить время процедур проверки документов, таможенного оформления и фитосанитарного контроля за счет полного отслеживания продукции с момента его производства, упростить выявление контрафактной продукции, повысить качество контроля пищевой безопасности, контролировать логистические операции и определять ответственность при нарушении условий доставки, оптимизировать логистические процессы, автоматизировать исполнение финансовых операций. Использование данных технологий в сочетании с инновационными технологиями контроля качества пищевой продукции даст возможность существенно сократить логистические затраты в цепях поставок скоропортящейся продукции.

Ключевые слова: технология блокчейн, воздушный транспорт, скоропортящиеся грузы, информационный обмен, технология доставки, международные цепи поставок, наземное обслуживание, интернет вещей, умный контракт.

ВВЕДЕНИЕ

Управление цепями поставок (УЦП) является обязательным механизмом повышения конкурентоспособности компаний в современном мире. В развитых странах считается, что в настоящее время конкуренция на рынке осуществляется не между отдельно взятыми компаниями, а между цепями и даже сетями поставок. При этом одна компания может одновременно являться звеном нескольких конкурирующих цепей/сетей поставок. Однако только на основе стратегического долгосрочного взаимодействия компании способны добиться синергического эффекта от своего сотрудничества. Применение стратегии УЦП позволяет снизить транзакционные издержки за счет повышения степени взаимного доверия между участниками цепи на основе повторяющегося взаимодействия. Кроме того, дополнительные конкурентные преимущества создаются за счет согласованной оптимизации производственных процессов каждого участника цепи. Использование такого подхода позволяет так организовать производство на каждой стадии цепи поставок, чтобы получаемая продукция полностью отвечала требованиям последующей стадии с учетом достижения минимизации совокупных издержек всей цепи [1].

Основой применения стратегии УЦП является наличие системы быстрого (мгновенного) информационного обмена между всеми участниками цепей/сетей поставок, а также возможно-

сти всех ее участников быстро реагировать на изменения условий рынка. Требования быстрого реагирования могут касаться увеличения или сокращения объемов производства, изменения свойств производимой продукции с учетом предпочтений клиентов, изменением предоставляемых услуг или условий доставки и т.п. Данные изменения невозможно оперативно реализовать без наличия отлаженной системы информационного обмена. Недостаток информации при УПЦ ведет к увеличению расходов, которые могут составлять до 20% операционного бюджета. Во многих компаниях для управления информационным обменом применяются современные автоматизированные SAP-системы на основе систем ERP-класса. Однако эти системы ориентированы главным образом на функционирование в B2B секторе и не предназначены для работы в многосторонней/многослойной цепи/сети (Multi-party Network) поставок [2].

Главной целью применения стратегии УПЦ является исключить из ЦП посредников, не добавляющих ценности товару в глазах потребителя, и оптимизировать все процессы, добавляющие ценность товару. Для достижения этой цели необходимо обеспечение сквозной прозрачности всех операций, реализуемых в ЦП за счет полного контролирования и прослеживания. Современные информационные технологии, которые развивались и применялись в последнее десятилетие, не обеспечивают полной прозрачности ЦП, тем самым затрудняя процесс управления ими.

Управление международными цепями поставок (УМЦП) усложняется в результате необходимости согласования функционирования ее участников в разных странах мира с отличающимся законодательством и условиями ведения бизнеса. Сложность управления международными цепями поставок обусловлена следующими аспектами:

- 1) необходимость оформления большого количества международной транспортной документации;
- 2) участие в МЦП большого числа посредников на разных этапах движения товара;
- 3) различные условия осуществления платежей и валютных операций;
- 4) отличающиеся торговые условия;
- 5) необходимость многоязычного сопровождения самой сделки и продукции (маркировка);
- 6) использование в разных странах разных информационных систем;
- 7) не одинаковый уровень развития транспортной инфраструктуры в разных странах.

В этих условиях еще больше возникает потребность в высоком уровне координации операций в МЦП по средствам системной интеграции, т.е. создание возможности управления логистическими операциями из любой точки с помощью электронного обмена данными. Для решения данной проблемы может быть использована технология блокчейн.

Блокчейн – это многофункциональная и многоуровневая информационная технология, имеющая распределенное хранение и используемая для облегчения учета различных активов и транзакций в бизнес-сети. Активы могут быть как материальным (машина, дом, деньги, земля, товар), так и нематериальным в виде интеллектуальной собственности. Данная технология изначально была создана в 2008 г. для поддержки криптовалюты Биткоин с системой распределенного регистра, который может быть анонимным. Каждая сделка или транзакция записывается и добавляется в цепочку распределенной БД как новый фрагмент, которому вручную присваивается уникальный многозначный числовой шифр. Этот фрагмент может хранить данные о времени, дате, участниках, сумме сделки и информацию о всей цепи/сети [2]. Криптографическая увязка блоков между собой предполагает поддержку определенных правил включения новых блоков в реестр и отслеживания попыток изменения существующих. Это делает практически невозможным нарушение блоков, так как каждая транзакция в цепи ссылается на предыдущую и в случае взлома последовательность операций будет заблокирована [3].

Расширение размеров глобальных цепей поставок приводит к увеличению объема передаваемой информации между их участниками. По оценкам экспертов в 2020 г. типичная ЦП будет управляться по средствам генерации 35 дзета-байтов информации [4], в то время как в

2008 г. средний объем генерируемой информации в цепочке поставок розничной торговой компании составлял в среднем 100 Гб¹. Блокчейн позволяет решить проблему сокращения информационного обмена за счет распределенного хранения данных.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN В ЛОГИСТИКЕ И УПРАВЛЕНИИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

Технология блокчейн уже нашла успешное применение в разных сферах логистической деятельности [5]. Например, компания Maersk реализует совместный проект с IBM по созданию единой платформы для обслуживания цепей поставок с участием морского транспорта. На первом этапе был внедрен коносамент, формируемый на основе блокчейн, что позволило сократить административные расходы на 15% от стоимости отгружаемых товаров². Далее система была интегрирована с системой радиочастотной идентификации по средствам технологии IoT с целью генерации единой информационной базы данных логистической сети. Кроме того компания использует системы GPS маркировки контейнеров для мониторинга и управления их перемещением через транспортные узлы на протяжении всего маршрута доставки. GPS датчики автоматически регистрируют обновление местоположения груза и передают данные мгновенно в систему.

Использование цифровых технологий на базе блокчейна нашло применение и в портовой деятельности [6]. Так, Гамбургский порт обязует все компании подключиться к единой информационной системе с использованием блокчейн. Морское и портовое управление Сингапура в 2017 г. запустило системы Smart Port Challenge с целью повышения эффективности морской логистики при доставке товаров в порт Роттердама [7].

Технология блокчейн имеет большой потенциал для контроля продовольственной безопасности в логистике и УЦП [8]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения в результате заражения пищевых продуктов ежегодно в мире заболевает каждый десятый человек и около 420 000 человек погибают. Такие крупные ретейлеры как Walmart, Unilever, Nestle совместно с IBM разрабатывают технологию отслеживания происхождения продукции по всей цепи поставок и контроля болезней пищевых продуктов. Эта технология позволит не только точно определять зараженные продукты, но и исключать из цепи поставок поставщиков таких ресурсов. При вспышке болезней, передаваемых пищевой продукцией, у компаний уходят дни, а иногда и недели для определения источника поставок этой продукции и ее устранения из цепи. Когда не удастся точно определить производителя зараженной продукции, правительство советует не потреблять всю продукцию, произведенную на определенной территории. Это приводит к огромным убыткам всех участников ЦП. Внедрение прозрачной технологии отслеживания происхождения товара в ЦП позволит упростить и сократить сроки изъятия из ЦП только зараженной продукции.

Вместе с Unilever, Nestle и Walmart к проекту присоединились еще семь компаний: производитель мяса Tyson Foods, сеть супермаркетов Kroger Co, производитель фруктов и овощей Dole, производитель приправ McCormick & Company, поставщик продуктов питания Golden State Foods, продавец свежих ягод Driscoll's и оператор грузоперевозок McLane Co. Walmart тестирует блокчейн-платформу от IBM с октября 2016 года. Исследования проводились на примере прослеживания цепей поставок манго в США и цепей поставок свинины в Китай. Результаты исследования показали, что технология позволила сократить время отслеживания перемещения груза с манго с семи дней до 2,2 секунд. Исследования, проводимые в цепях поставок свинины, позволили загружать сертификаты соответствия продукции в систему для проверки ее происхождения. По словам представителей Walmart, один отзыв продуктов может стоить ком-

¹ The data deluge [Электронный ресурс] // The Economist. 2010. URL: <https://www.economist.com/node/15579717> (дата обращения 25.02.2020).

² Maersk and IBM target one of trade's biggest barriers [Электронный ресурс] // Maersk. 2017. URL: <https://www.maersk.com/stories/maersk-and-ibm-target-one-of-trades-biggest-barriers> (дата обращения 6.10.2019).

пании от десятков тысяч до миллионов долларов потерянных продаж. В результате проводимых исследований компания Walmart получила возможность отслеживать происхождение 25 продуктов (манго, клубника, свежая зелень, мясо, птица, молочные продукты и даже многокомпонентные продукты), поставляемых пятью поставщиками. В основу данной технологии положена корпоративная система Hyperledger Fabric с открытым кодом. Для ее создания было необходимо определить атрибуты стандартных штрих-кодов и маркировки для загрузки в систему.

Компания Walmart планирует расширять набор продуктов, относительно цепей поставок, где будет использована данная технология. Уже объявлено об обязательном прослеживании цепей поставок свежей зелени (салат, шпинат и т.п.) [9].

Использование технологии блокчейн нашло широкое применение в авиационной отрасли [10–12]. По оценкам компании Lufthansa перспективным направлением использования технологии блокчейн в авиационной отрасли является отслеживание поставок авиационных комплектующих. Компания Samsung также намерена использовать данную технологию для отслеживания авиационных цепей поставок своей продукции, что, по их оценкам, позволит добавить экономии затрат на логистику в долгосрочной перспективе. По оценкам компании в 2018 г. объем ее авиаперевозок составил 448 000 тонн.

В 2017 г. British Airways провела исследование возможности применения технологии блокчейн совместно с аэропортами Хитроу, Майами и Женева. Данное исследование демонстрирует эффективность использования технологии в авиации для организации безопасного обмена информацией [13]. Компания Cathay Pacific запускает платформу блокчейн для контроля контейнерных грузовых перевозок [14].

В 2018 г. компания SITA запустила платформу Aviation Blockchain Sandbox, поощряющую сотрудничество между авиакомпаниями для поиска приложений распределенной бухгалтерской технологии (Distributed Ledger Technology – DLT) [15].

По словам Линды Уикланд, директора по корпоративной архитектуре и инновациям UPS, блокчейн имеет множество применений в логистике, особенно в отношении цепей поставок, страхования, оплаты, аудитов и таможенного оформления, технология обладает потенциалом увеличить прозрачность и повысить эффективность операций между грузовладельцами, перевозчиками, производителями и другими участниками цепей поставок.

Блокчейн имеет большой потенциал использования для отслеживания мультимодальных перевозок [16].

Существует три типа блокчейн-платформ:

- публичная (биткойн), не имеющая ограничений по доступу и требованиям к программному обеспечению;
- корпоративная (Maersk и IBM; Walmart и IBM), с доступом только для разрешенных пользователей с использованием ключа доступа и специальным программным обеспечением;
- частная (внутренняя), аналогична объединенной, но используемая только внутри одной отдельно взятой компании со специальным программным обеспечением и ключом доступа.

Для работы с объединенной блокчейн-платформой была разработана система «умных контрактов» (Smart contract), которая предполагает кодирование транзакции только в случае, если она одобрена всеми ее участниками путем использования «доли подписи». При этом для доступа к блоку необходима регистрация всех обозначенных ключей, имеющих «доли подписи» данной транзакции [17,18]. Умный контракт – это компьютерный протокол, предназначенный для упрощения проверки, проведения переговоров или исполнения контрактов в цифровом виде без участия третьих лиц, например, нотариуса, брокера и т.п. [19]. Кроме того, умный контракт автоматически обеспечивает выполнение обязательств по договору [20]. Например, умный контракт может автоматически отправить платеж поставщику сразу после доставки груза.

Преимуществами использования блокчейн-технологий в УЦП является:

- автономия – независимость от третьих лиц при заключении контракта и ведении переговоров;
- достоверность данных – все транзакции зашифрованы криптографическим кодом в общей распределенной базе данных, документы не могут быть потеряны и в них не могут быть внесены правки;
- безопасность – отсутствие возможности взлома базы данных;
- скорость передачи данных – передача данных осуществляется мгновенно при возможности автоматизации процесса обработки электронных документов;
- сокращение объема передаваемой информации – за счет сокращения использования EDI (электронного обмена данными) путем замены на закодированную информацию в блоках;
- возможность многостороннего использования данных в цепи/сети поставок – уменьшает количество ошибок и позволяет синхронизировать изменения.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЦЕПИ ПОСТАВОК С УЧАСТИЕМ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

Воздушный транспорт (ВТ) является самым дорогим в цепях поставок, поэтому авиаперевозчики вынуждены конкурировать не только между собой, но и с перевозчиками других видов транспорта, особенно морскими. Конкуренция осложняется в связи с ужесточением требований Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA).

Главным конкурентным преимуществом воздушного транспорта является скорость доставки, на повышение которой и должны быть направлены все современные технологии, внедряемые в управление авиатранспортной логистикой.

В мире около 35% товаров в МЦП в стоимостном выражении доставляется с участием воздушного транспорта. Наибольший спрос на перевозку воздушным транспортом предъявляют две категории товаров: товары с высокой добавленной стоимостью и товары, имеющие жесткие требования к срокам доставки. К первой категории относятся такие грузы, как электронные устройства и их компоненты, товары индустрии моды, ювелирные украшения, золото, автомобили класса люкс, эксклюзивные вина и т.п. Ко второй категории относятся фармацевтическая продукция, живые животные, скоропортящаяся продукция, товары электронной коммерции и почта. Электронные устройства и высокотехнологичная продукция составляют примерно половину грузооборота воздушного транспорта. По оценкам специалистов в последнее время рост спроса на перевозку этой категории грузов остановился из-за переориентации доставки ноутбуков на морской транспорт. Вместе с тем наблюдается рост спроса на доставку воздушным транспортом товаров, имеющих жесткие требования к срокам доставки. В 2016 г. спрос на перевозку скоропортящихся грузов воздушным транспортом увеличился на 140 000 тонн за счет увеличения поставок в Китай. По оценкам специалистов скоропортящиеся товары станут драйвером в увеличении грузооборота авиакомпаний³. Так как скоропортящиеся грузы являются намного более требовательными к скорости и прозрачности информационного обмена в УЦП, данное исследование сосредоточено на внедрении технологии блокчейн именно для этой категории грузов, доставляемых ВТ.

Потому как определенная часть продуктов питания имеет непродолжительный срок хранения, то зачастую скорость и условия доставки являются определяющими факторами при вы-

³ Perishables are the commodity to watch for air cargo over the coming years [Электронный ресурс] // Air Cargo News. 27.10.2016. URL: <https://www.aircargonews.net/airlines/perishables-are-the-commodity-to-watch-for-air-cargo-over-the-coming-years/> (дата обращения 12.11.2019).

боре способов транспортировки. Сохранность скоропортящихся продуктов влияет не только на доходы всех участников цепей поставок, но и на здоровье людей, поэтому прозрачность происхождения скоропортящихся продуктов питания является обязательным условием управления цепями поставок. От реализации скоропортящихся продуктов питания ретейлеры продовольственных товаров получают до 40 % прибыли, однако потери этой категории товаров, вызванные сбоями в цепях поставок, достигают более 65 % [21]. Снизить долю потерь скоропортящейся продукции возможно за счет сокращения сроков доставки продукции и продления ее жизненного цикла на полке магазина. В этих условиях использование воздушного транспорта в МЦП является наиболее предпочтительным, особенно если речь идет о транспортировке грузов в межконтинентальном сообщении.

Скоропортящаяся продукция составляет в среднем около 10 % грузооборота авиакомпаний [22]. По оценкам ведущих авиакомпаний сегмент скоропортящихся грузов является основным, предъявляющим постоянный спрос и имеющим огромный потенциал для роста на грузовые авиаперевозки. Сохранение конкурентоспособности авиакомпаний в этом сегменте для многих из них является одной из стратегических задач. По данным аэропорта Лос-Анджелеса только свежие фрукты, овощи и орехи составляют 15 % по весу в общем объеме грузоперевозок. Прибыль, получаемая авиакомпаниями от перевозки этой группы товаров незначительна, так как эти товары не имеют высокой добавленной стоимости, по данным авиакомпании Lufthansa она составляет всего несколько центов в расчете на \$1 перевезенного груза. Однако эта группа товаров позволяет авиакомпаниям получать дополнительную прибыль от дешевых пассажирских рейсов за счет заполнения грузового отсека полного пассажирского авиарейса.

Для управления цепями поставок многих видов товаров повседневного потребления (одежды, электроники, бытовой техники и т.д.) успешно используются современные цифровые технологий, но эти технологии не позволяют столь же эффективно управлять цепями поставок скоропортящейся продукции. По оценкам компании A.T. Kearney для 93 % опрошенных покупателей свежесть является главным фактором при выборе скоропортящихся продуктов. Не менее важным фактором при выборе продукции для покупателей становится наличие достоверной информации о происхождении продукта, что повышает требования к системе прозрачности отслеживания движения товара в цепях поставок. На сегодняшний день не существует единого готового универсального решения для управления цепочкой поставок скоропортящейся продукции, однако этот механизм востребован рынком и всеми участниками цепей поставок.

Коммерческие компании предлагают ряд технологических инструментов, направленных на управление отдельными этапами цепей поставок скоропортящейся продукции (рис. 1).

<p><i>Управление взаимоотношениями с поставщиками</i></p>	<p><i>Управление запасами</i></p>	<p><i>Управление транспортной логистикой</i></p>	<p><i>Управление складской логистикой</i></p>
<p><u>Стратегический сорсинг скоропортящихся ресурсов и использование системы управления взаимодействием с поставщиками на основе SRM-систем</u></p> <p>Fresh sourcing and SRM</p>	<p><u>Автоматизированные системы пополнения запасов и распределения, основанные на анализе спроса</u></p> <p>Fresh replenishment and allocation</p>	<p><u>Автоматизированные системы управления транспортом для оптимизации затрат на логистику</u></p> <p>Fresh Transportation Management System</p>	<p><u>Автоматизированные системы управления складом и инвентаризацией</u></p> <p>Fresh Warehouse Management System and</p>

Рис. 1. Инструменты, применяемые для управления цепями поставок [23]

Fig. 1. Perishable supply chain management tools [23]

Данные инструменты не обеспечивают полную прозрачность информационного обмена данными между всеми участниками цепей поставок и не позволяют решить главную задачу УЦП - исключить из ЦП посредников, не добавляющих ценности товару в глазах потребителя, оптимизировать все процессы, добавляющие ценность товару, обеспечить сквозную прослеживаемость всех логистических операций в ЦП. Сложность организации цепей поставок скоропортящейся продукции обусловлена, с одной стороны, – участием большого количества звеньев в цепи (рис. 2), а с другой стороны, – особенностями скоропортящихся грузов, предъявляющих жесткие требования к ЦП:

- распыленность пунктов зарождения скоропортящейся продукции;
- сезонность возникновения грузопотоков, в том числе стратегических продовольственных грузов;
- сложность согласования процессов погрузки-выгрузки на взаимодействующих видах транспорта;
- недетерминированное пребывание подвижного состава к пунктам перевалки (транспортным узлам);
- недетерминированный режим подвоза скоропортящихся грузов к оптовым точкам сбора;
- вынужденная необходимость обратного порожнего пробега используемого подвижного состава;
- необходимость прохождения фитосанитарного и ветеринарного контроля при пересечении государственных границ, что задерживает грузы в терминалах отправления и назначения, зачастую не приспособленных для хранения скоропортящейся продукции.

Особенностью скоропортящейся продукции является потребность ежесекундного контроля параметров содержания продукции в ЦП поставок, так как даже кратковременное их нарушение может привести к порче товара.

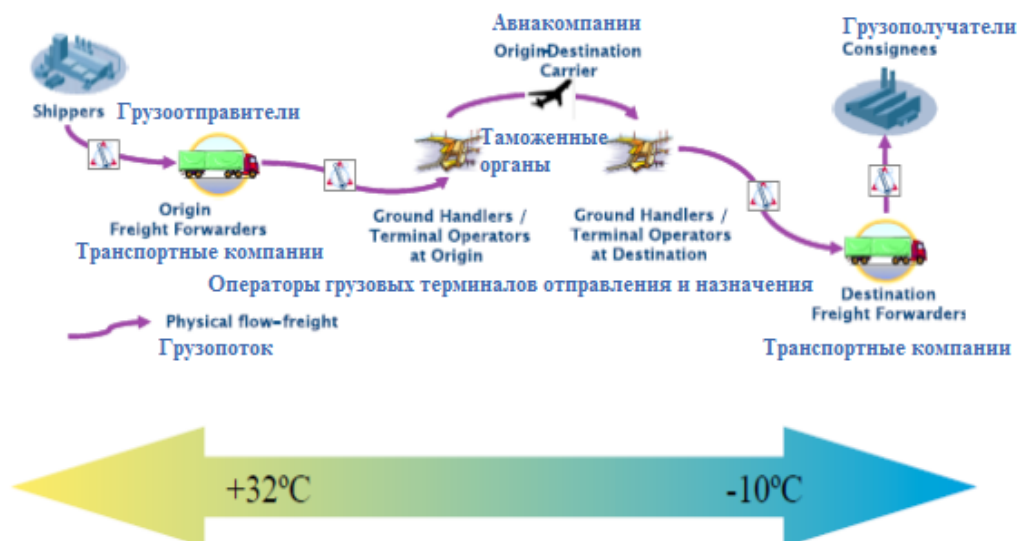


Рис. 2. Участники МЦП скоропортящихся грузов
Fig. 2. Participants in international perishable goods supply chains

На сохранение потребительских свойств при доставке скоропортящихся грузов оказывает влияние большое количество параметров, которые необходимо контролировать на каждой стадии цепи поставок [22]:

- качественное состояние груза в момент отправки;
- подготовка груза к хранению и транспортировке;

- условия содержания груза при перевалке между разными видами транспорта в транспортных узлах;
- используемая тара и упаковка;
- температурный режим хранения и транспортировки;
- влажностной режим хранения и транспортировки;
- циркуляция и вентиляция воздуха в месте хранения и транспортировки груза;
- чистота воздуха и санитарное состояние камер и грузового объема транспортного средства;
- способы размещения в них продуктов;
- срок хранения и транспортировки.

Наиболее проблемным процессом в ЦП скоропортящихся грузов с участием воздушного транспорта является наземное обслуживание грузов в аэропорту отправления и аэропорту назначения из-за необходимости прохождения таможенного, фитосанитарного и ветеринарного контроля. Сложности возникают при проверке корректности маркировки и подлинности информации о происхождении продукции.

Длительная процедура оформления и отправки грузов воздушным транспортом в аэропорту приводит к тому, что в самолете груз находится не более 30% от общего времени доставки, оставшееся время затрачивается на обработку грузов в терминалах аэропорта, оформление документов, прохождения таможенного контроля. Это те затраты времени, которые потенциально могут и должны быть сокращены для повышения привлекательности использования воздушного транспорта в МЦП.

По данным исследования всемирной некоммерческой группы Oceana, 20% морепродуктов в мире имеют неправильную маркировку. В отдельных странах этот процентный показатель превысил 80%⁴. Причиной этому могут быть мошеннические действия со стороны поставщиков, пытающихся выдать дешевую рыбу за более дорогую, а также человеческий фактор появления ошибки при заполнении накладных. Ошибки в маркировке существенно удлиняют время таможенной очистки груза, что приводит к задержке скоропортящихся грузов на складах временного хранения, повышению затрат на их обслуживание и снижению их качества. Задержка на таможне может достигать трех суток, в то время как в мировой практике эффективным считается прохождение таможенного контроля за 2 часа. Если процедура превышает 6 часов, то она считается неэффективной [24].

Внедрение системы Blockchain для отслеживания всех операций в МЦП с использованием воздушного транспорта позволит фиксировать информацию о каждом перемещении груза в облачной системе путем создания соответствующей записи. Данная система упростит процедуру проверки документов и выявления ошибок в них, главным образом при проверке маркировки, таможенного оформления, фитосанитарного и ветеринарного контроля.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦП СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ С УЧАСТИЕМ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

Применение блокчейн в комбинации с современными технологиями позволит существенно повысить прозрачность и контролируемость условий доставки скоропортящихся грузов и решить проблемы, связанные со свежестью перевозимых продуктов в длинных цепях поставок.

Компания Linux Foundation реализовала проект для анализа качества перевозимых скоропортящихся грузов. Для этого они создали сеть датчиков, которые присоединялись к продук-

⁴ Deceptive Dishes: Seafood Swaps Found Worldwide [Электронный ресурс] // Международная некоммерческая организация Oceana. URL: <https://usa.oceana.org/publications/reports/deceptive-dishes-seafood-swaps-found-worldwide> (дата обращения 21.03.2019).

там и фиксировали широкий спектр телеметрических параметров, таких, как время, место, температура, влажность, удары и наклоны [25]. Данные датчики позволяют со 100%-й точностью определить время нарушения условий доставки и выявить агента в цепи поставки, на которого возлагается ответственность за это нарушение. Связывая между собой эти две технологии, авиационная логистика получит абсолютно прозрачную доставку скоропортящихся грузов с наименьшим риском мошенничества при заполнении документов и нанесении маркировки на отправляемые партии, а также устранил большинство человеческих ошибок на всем процессе поставки. Главное, не будет больше узких мест, из-за которых возникают споры об ответственности между участниками цепи поставок. По словам крупнейшей технологической корпорации IBM, после того, как данная технология будет принята большинством участников рынка, грузоотправители могут устранить около 20% фактических затрат на физическую транспортировку путём отсеивания ненадёжных грузоперевозчиков и устранением рисков порчи груза на всей цепи поставок.

Схема реализации технологии блокчейн в МЦП с использованием информационных меток представлена на рис. 3.

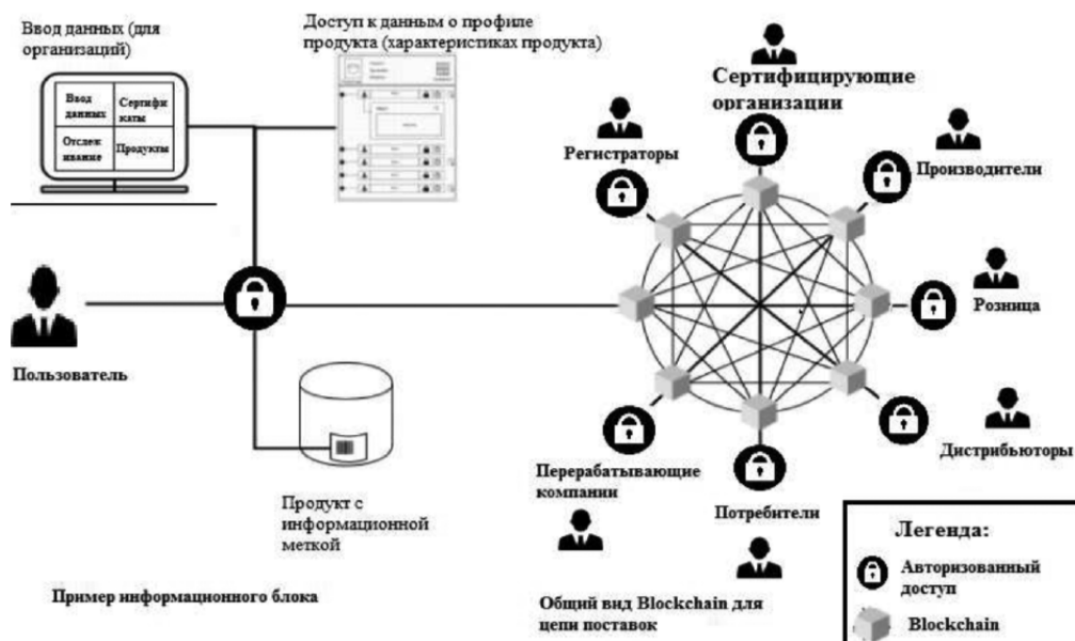


Рис. 3. Реализация технологии блокчейн в цепи поставок [26]
Fig. 3. Blockchain technology implementation in the supply chain [26]

Данные технологии могут быть эффективно использованы для управления международными цепями поставок скоропортящейся продукции в сочетании с технологиями Интернет вещей (Internet of Things – IoT) и умных контрактов. В этом случае технология Blockchain будет являться не только средством отслеживания и контроля цепей поставок, но и полноценного управления ими [27]. Функционал работы сочетания технологий при управлении цепями поставок с использованием воздушного транспорта представлен на рис. 4.

Рассмотрим использование комбинации предложенных технологий на примере управления цепью поставок тюльпанов из Эквадора в Россию. Эта доставка будет осуществляться через несколько складов с использованием нескольких видов транспорта: автомобильный-воздушный-автомобильный. Использование технологии Blockchain позволит всем участникам процесса отгрузки и доставки просматривать все транзакции в цепи поставок. Технология «ум-

ный контракт» произведет автоматическую оплату перевозки после обновления данных в распределенной книге записей, подтверждающих поступление партии цветов на грузовой терминал аэропорта. Далее в аэропорту отправления будет проведено оформление документов, таможенная проверка и фитосанитарный контроль. Наличие прозрачной информации о происхождении товара позволит существенно сократить время этих операций. Потом партия цветов будет погружена на воздушное судно. Так как тюльпаны требуют соблюдение температурного режима, контракт на перевозку будет включать штрафы за нарушение температурного режима, который будет контролироваться с помощью интернет-датчиков и передавать зафиксированные данные в распределенную систему. При нарушении условий транспортировки штрафы и пени будут автоматически списаны со счета грузоперевозчика, а страховая компания уведомлена о нарушениях. Время операций по таможенной проверке и фитосанитарному контролю в аэропорту назначения будет также сокращено за счет доступа к достоверной информации о происхождении цветов и их движения в цепи поставок. Таким образом, комбинированная реализация этих технологий позволит повысить привлекательность использования воздушного транспорта в международных цепях поставок скоропортящейся продукции.

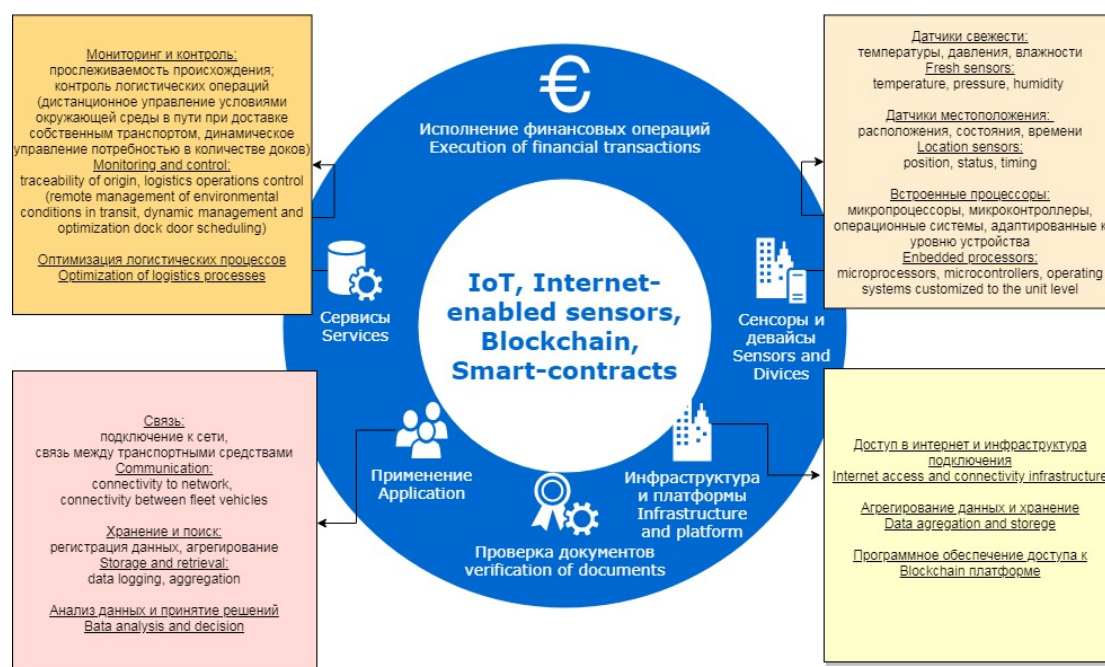


Рис. 4. Комбинированное использование технологий блокчейн, Интернет вещей и интернет- датчиков для управления цепями поставок скоропортящихся грузов

Fig. 4. Combined use of Blockchain technology, the Internet of things and Internet sensors to manage perishable goods supply chains

Реализация данных технологий для оптимизации логистики в России особенно актуальна, так как позволит не только сократить общие логистические затраты на уровне государства, но и повысить привлекательность доставки транзитных грузов через территорию страны.

По данным Всемирного банка в 2018 г. Россия находится на 75 месте среди 160 исследованных стран по качеству логистического сервиса. Суммарная оценка Индекса эффективности логистики (Logistics Performance Indicator – LPI) составила 2,76. Из шести индикаторов, используемых для формирования LPI, на самом низком уровне в России в 2018 г. находится качество таможенного сервиса – 2,42 (97 место), далее качество международных поставок – 2,64 (96 место) и отслеживание груза в цепи поставок – 2,65 (97 место). Среднее время доставки импортных товаров в цепях поставок с участием воздушного транспорта на расстояние 2 646 км со-

ставляет 5 суток. Среднее время таможенного оформления с учетом физической инспекции составляет 4 дня. Внедрение технологии Blockchain в управление цепями поставок позволит существенно повысить качество логистического сервиса при доставке воздушным транспортом.

Реализация данных технологий при управлении цепями поставок скоропортящейся продукции с участием воздушного транспорта будет иметь следующие результаты:

1. Упрощение процедуры проверки документов и сокращение времени наземной обработки грузов в терминале аэропорта отправления и аэропорта назначения. Например, доставка охлажденных грузов из Восточной Африки в Европу требует печатей и разрешений примерно от 30 человек и организаций, которые взаимодействуют друг с другом в этом процессе более 200 раз. Стоимость оформления всех документов оценивается в 15-50% от стоимости перевозки груза. При использовании технологии Blockchain риск ошибок при заполнении документов сводится к нулю и существенно сокращается время их проверки.

2. Простота в идентификации контрафактной продукции.

3. Прозрачное отслеживание происхождения товара и контроль пищевой безопасности.

4. Контроль логистических операций и определение ответственности при нарушении условий доставки. Постоянный мониторинг соблюдения требований к условиям доставки позволит отслеживать момент времени нарушения любых условий доставки и определять ответственных лиц.

5. Оптимизация логистических процессов и принятие управленческих решений в ЦП.

6. Автоматизация исполнения финансовых операций.

7. Формирование источника статистической информации для государственных органов управления по грузообороту для прогнозирования и планирования транспортной деятельности.

Использование данных технологий в сочетании с инновационными технологиями контроля качества пищевой продукции позволят существенно сократить затраты на управление цепями поставок скоропортящейся продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Полешкина И.О.** Управление цепями поставок как драйвер создания конкурентного преимущества компаний молочной сферы // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 5 (47). С. 251–271.

2. **Сергеев И.** Использование технологии Блокчейн при мониторинге логистических операций в цепях поставок // Логистика. 2019. №8 (153). С. 36–42

3. **Рожко О.** Блокчейн как инструмент управления в логистике региона // Логистика. 2019. № 7. С. 8–11.

4. **Tien J.M.** Internet of connected ServGoods: considerations, consequences and concerns // Journal of Systems Science and Systems Engineering. 2015. No. 24. Pp. 130–167. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11518-015-5273-1>

5. **Панюкова В.В.** Международный опыт применения технологии Блокчейн при управлении цепями поставок // Экономика. Налоги. Право. 2018. Т. 11, № 4. С. 60–67. DOI: 10.26794/1999-849X-2018-11-4-60-67

6. **Gausdal A.H., Czachorowski K.V., Solesvik M.Z.** Applying Blockchain technology: evidence from Norwegian companies // Sustainability. 2018. No. 10. P. 1985. DOI: 10.3390/su10061985

7. **Lim J.** New opportunities for start-ups in the maritime sector. MPA's smart port challenge. in catalyses maritime industry towards greater innovation and digitalisation. corporate communications department, maritime and port authority of Singapore (MPA): Singapore, 2017.

8. **Ratul A., Megat F.Z., Nazmus S.** Enhanced Blockchain transaction: a case of food supply chain management // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2020. Vol. 15, iss. 1. Pp. 99–106. DOI: 10.36478/jeasci.2020.99.106

9. Case Study: how Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric/blockchain [Электронный ресурс] // Hyperledger. URL: https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2019/02/Hyperledger_CaseStudy_Walmart_Printable_V4.pdf (дата обращения 18.01.2020).

10. **Hinsch M.** Industrielles luftfahrtmanagement: technik und organisation luftfahrttechnischer betriebe. 3rd ed. Berlin, Germany: Springer Vieweg, 2017. 396 p. DOI: 10.1007/978-3-662-53075-7

11. **Goudarzi H., Martin J., Warren S.** White paper: Blockchain in aviation. [Электронный ресурс]. IATA. 2018 URL: <https://www.iata.org/publications/Documents/Blockchain-in-aviation-white-paper.pdf> (дата обращения 12.05.2019).

12. **De Meijer C.R.W.** Blockchain and the aviation industry: fasten seatbelts for take off [Электронный ресурс] // Finextra. 2018. URL: <https://www.finextra.com/blogposting/16452/blockchain-and-the-aviation-industry-fasten-seatbelts-for-take-off> (дата обращения 18.01.2020).

13. **Schyga J., Hinckeldeyn J., Kreutzfeldt J.** Prototype for a permissioned Blockchain in aircraft MRO / Ed. by K. Wolfgang, B. Thorsten, C.M. Ringle // Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management: Innovative Approaches for Supply Chains. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), epubli GmbH, Berlin, 2019. Vol. 27. Pp. 469-505. DOI: <http://dx.doi.org/10.15480/882.2480>

14. **Madhwal Y., Panfilov P.** Blockchain and supply chain management: aircrafts' parts' business case / Ed. by B. Katalinic // Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium. Published by DAAAM International. Vienna, Austria, 2017. Pp. 1051–1056. DOI: 10.2507/28th.daaam.proceedings.146

15. **Wood M.** SITA: Blockchain “potentially game-changing” in the air industry [Электронный ресурс] // Ledger Insights Enterprise Blockchain News. 2019. URL: <https://www.ledgerinsights.com/sita-blockchain-changing-air-industry/> (дата обращения 23.01.2020).

16. **Hasan H.R., Salah K.** Blockchain-based proof of delivery of physical assets with single and multiple transporters // IEEE Access. 2018. Vol. 6. Pp. 46781–46793. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2866512

17. **Stathakopoulous C., Cachin C.** Threshold signatures for blockchain systems, IBM Research. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, 2017. 42 p.

18. **Christidis K., Devetsikiotis M.** Blockchains and smart contracts for the internet of things // Ieee Access. 2016. Vol. 4. Pp. 2292–2303. DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2566339

19. **Rosic A.** Smart contracts: the Blockchain technology that will replace lawyers [Электронный ресурс] // Blockgeeks. 2017. URL: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/> (дата обращения 12.02.2020).

20. **Ream J., Chu Y., Schatsky D.** Upgrading Blockchains: smart contract use cases in industry // Deloitte University Press. 2016. № 02 (04). Pp. 1–11.

21. **Kienzlen M.** Sales and shrink by department [Электронный ресурс] // Where is My Shrink. URL: <http://wheresmyshrink.com/shrinkbydepartment.html> (дата обращения 10.10.2019).

22. **Chaudhuri A.** Decision-making in cold chain logistics using data analytics: a literature review / A. Chaudhuri, I. Dukovska-Popovska, N. Subramanian, H. Chan, R. Bai // International Journal of Logistics Management. 2018. Vol. 29, no. 3. Pp. 839–861. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2017-0059>

23. **Hagen C.** A fresh look: perishable supply chain go digital [Электронный ресурс] // A.T. Kearney. URL: <https://www.atkearney.com/operations-performance-transformation/article?/a/a-fresh-look-perishable-supply-chains-go-digital> (дата обращения 21.03.2019).

24. Air freight: a market study with implications for landlocked countries. Transport papers. The World Bank Group. 08.2019. 115 p.

25. Тарасенко Е. Сколько стоит разработка и внедрение Блокчейна (игры, смарт-контракта, кошелек, приложения) [Электронный ресурс] // Merehead. 2019. URL: <https://merehead.com/ru/blog/how-much-does-it-cost-of-blockchain-implementation/> (дата обращения 23.12.2019).

26. Сергеев В.И., Кокурин Д.И. Применение инновационной технологии «Блокчейн» в логистике и управлении цепями поставок // Креативная экономика. 2018. Т. 12, № 2. С. 125–140. DOI: 10.18334/ce.12.2.38833

27. Xu L. Binding the physical and cyber worlds: a Blockchain approach for cargo supply chain security enhancement / L. Xu, L. Chen, Z. Gao, Y. Chang, E. Iakovou, W. Shi // IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security (HST), Woburn. 2018. Pp. 1–5. DOI: 10.1109/THS.2018.8574184

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Полешкина Ирина Олеговна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры организации перевозок на воздушном транспорте Московского государственного технического университета гражданской авиации, ipoleshkina@mstuca.aero.

Васильева Наталья Валентиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и управления на воздушном транспорте, декан факультета управления на воздушном транспорте Московского государственного технического университета гражданской авиации, n.vasileva@mstuca.aero.

USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEM INVOLVING AIR TRANSPORT

Irina O. Poleshkina¹, Natalya V. Vasilyeva¹

¹*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia*

ABSTRACT

This article explores Blockchain Technology, and how it can be used in the context of information exchange between stakeholders in international supply chains and networks involving air transport. The article reviews the global experience with this technology of iconic companies (Maersk, Lufthansa, Walmart, Unilever, Nestle, Samsung, British Airways) in logistics and supply chain management. It highlights the features of international chains using air transport, which predominantly consist of two categories of goods: goods with high added value (electronic devices and their components, fashion industry products, jewelry) and goods with strict delivery time requirements (pharmaceuticals, live animals, perishable products, e-commerce products and mail). The study shows that perishable goods have great potential for increasing airline cargo turnover. However, at present, there is no single universal tool for managing their supply chains since the tools used (ERP, SRM, TMS, WMS) do not provide complete transparency of information exchange between all stakeholders. The most problematic stage in the delivery to control steps in the delivery of perishable goods by air occur on the ground, while goods are being handled at the airport of departure and the airport of destination. Difficulties arise while checking the correctness of paperwork, labeling and information authenticity about the product origin. The article suggests using block chain blockchain technology in combination with IoT and smart-contract technologies for SCM of perishable products using air transport. The use of this technology allows to reduce the time of document verification procedures. Customs clearance and phytosanitary control could be vastly improved. Overall tracking and monitoring of a product from the moment of its production to the destination simplifies the identification of any counterfeits, improves the quality of food safety control. A greater level of control becomes possible in logistics operations, to determine liability in possible delivery conditions' violations cases. Overall optimization of the logistic processes, automatization of the execution of verified financial transactions can be achieved. The use of these technologies in combination with innovative technologies for food quality control will significantly reduce logistics costs in the supply chains of perishable products.

Key words: blockchain technology, air transport, perishable goods, information exchange, delivery technology, international supply chains, ground handling, Internet of things, smart contract.

REFERENCES

1. **Poleshkina, I.O.** (2016). *Supply chain management as a driving force for generating competitive advantage for dairy companies*. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, no. 5, pp. 251–271. (in Russian)
2. **Sergeev, I.** (2019). *Use of Blockchain technology for monitoring logistics operations in the supply chains*. Logistics, no. 8, pp. 36–42. (in Russian)
3. **Rozhko, O.** (2019). *Blockchain as a management instrument in digital logistics*. Logistics, no. 7, pp. 8–11. (in Russian)
4. **Tien, J.M.** (2015). *Internet of connected ServGoods: considerations, consequences and concerns*. Journal of Systems Science and Systems Engineering, no. 24, pp. 130–167. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11518-015-5273-1>
5. **Panyukova, V.V.** (2018). *International experience of using Blockchain technology in supply chain management*. Ekonomika. Nalogi. Pravo, vol. 11, no. 4, pp. 60–67. DOI: 10.26794/1999-849X-2018-11-4-60-67 (in Russian)
6. **Gausdal, A.H., Czachorowski, K.V. and Solesvik, M.Z.** (2018). *Applying Blockchain technology: evidence from Norwegian companies*. Sustainability, no. 10, p. 1985. DOI: 10.3390/su10061985
7. **Lim, J.** (2017). *New opportunities for start-ups in the maritime sector*. MPA's Smart Port Challenge. In Catalyses Maritime Industry towards Greater Innovation and Digitalisation; Corporate Communications Department, Maritime and Port Authority of Singapore (MPA): Singapore, 2017.
8. **Md. Ratul, A., Megat, F.Z. and Md. Nazmus, S.** (2020). *Enhanced Blockchain transaction: a case of food supply chain management*. Journal of Engineering and Applied Sciences, vol. 15, issue 1, pp. 99–106. DOI: 10.36478/jeasci.2020.99.106
9. *Case Study: how Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric/blockchain*. Hyperledger. Available at: https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2019/02/Hyperledger_CaseStudy_Walmart_Printable_V4.pdf (accessed 18.01.2020).
10. **Hinsch, M.** (2017). *Industrielles Luftfahrtmanagement: technik und organisation luftfahrttechnischer betriebe*. 3rd ed. Berlin, Germany: Springer Vieweg, 396 p. DOI: 10.1007/978-3-662-53075-7
11. **Goudarzi, H., Martin, J. and Warren, S.** (2018). *White paper: Blockchain in aviation*. IATA. Available at: <https://www.iata.org/publications/Documents/Blockchain-in-aviation-white-paper.pdf> (accessed 12.05.2019).
12. **De Meijer, C.R.W.** (2018). *Blockchain and the aviation industry: fasten seatbelts for take off*. Finextra. Available at: <https://www.finextra.com/blogposting/16452/blockchain-and-the-aviation-industry-fasten-seatbelts-for-take-off> (accessed 18.01.2020).
13. **Schyga, J., Hinckeldeyn, J. and Kreutzfeldt, J.** (2019). *Prototype for a permissioned blockchain in aircraft MRO*, in K. Wolfgang, B. Thorsten, C.M. Ringle (Eds.). Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management: Innovative Approaches for Supply Chains. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), epubli GmbH, Berlin, vol. 27, pp. 469–505. DOI: <http://dx.doi.org/10.15480/882.2480>
14. **Madhwal, Y. and Panfilov, P.** (2017). *Blockchain and supply chain management: aircrafts' parts' business case*. Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium, in B. Katalinic (Ed.). Published by DAAAM International, Vienna, Austria, pp. 1051–1056. DOI: 10.2507/28th.daaam.proceedings.146
15. **Wood, M.** (2019). *SITA: Blockchain "potentially game-changing" in the air industry*. Ledger Insights Enterprise Blockchain News. Available at: <https://www.ledgerinsights.com/sita-blockchain-changing-air-industry/> (accessed 23.01.2020).

16. Hasan, H.R. and Salah, K. (2018). *Blockchain-based proof of delivery of physical assets with single and multiple transporters*. IEEE Access, vol. 6, pp. 46781–46793. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2866512
17. Stathakopoulous, C. and Cachin, C. (2017). *Threshold signatures for Blockchain systems*. IBM Research. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, 42 p.
18. Christidis, K. and Devetsikiotis, M. (2016). *Blockchains and smart contracts for the internet of things*. Ieee Access, vol. 4, pp. 2292–2303. DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2566339
19. Rosic, A. (2017). *Smart contracts: the Blockchain technology that will replace lawyers*. Blockgeeks. Available at: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/> (accessed 12.02.2020).
20. Ream, J., Chu, Y. and Schatsky, D. (2016). *Upgrading Blockchains: smart contract use cases in industry*. Delolte Univercity Press, no. 02 (04), pp. 1–11.
21. Kienzlen, M. *Sales and shrink by Department*. Where is My Shrink. Available at: <http://wheresmysrink.com/shrinkbydepartment.html> (accessed 10.10.2019).
22. Chaudhuri, A., Dukovska-Popovska, I., Subramanian, N., Chan, H. and Bai, R. (2018). *Decision-making in cold chain logistics using data analytics: a literature review*. International Journal of Logistics Management, vol. 29, no. 3, pp. 839–861. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2017-0059>
23. Hagen, C. *A fresh look: perishable supply chain go digital*. A.T. Kearney. Available at: <https://www.atkearney.com/operations-performance-transformation/article/?/a/a-fresh-look-perishable-supply-chains-go-digital> (accessed 21.03.2019).
24. *Air freight: a market study with implications for landlocked countries*. Transport Papers. The World Bank Group, 08.2019, 115 p.
25. Tarasenko, Ye. (2019). *Skolko stoit razrabotka i vnedreniye Blokcheyna (igry, smart-kontkontrakta, koshelka, prilozheniya)* [How much does it cost to develop and intergrade a blockchain (games, smart contracts, wallet, applications)]. Merehead. Available at: <https://merehead.com/ru/blog/how-much-does-it-cost-of-blockchain-implementation/> (accessed 23.12.2019). (in Russian)
26. Sergeev, V.I. and Kokurin, D.I. (2018). *Application of innovative technology "Blockchain" in logistics and supply chain management*. Creative Economy, vol. 12, no. 2, pp. 125–140. DOI: 10.18334/ce.12.2.38833. (in Russian)
27. Xu, L., Chen, L., Gao, Z., Chang, Y., Iakovou, E. and Shi, W. (2018). *Binding the physical and cyber worlds: a Blockchain approach for cargo supply chain security enhancement*. IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security (HST), Woburn, pp. 1–5. DOI: 10.1109/THS.2018.8574184

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina O. Poleshkina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Chair of Transportation Organization on Air Transport, Moscow State Technical University of Civil Aviation, ipoleshkina@mstuca.aero.

Natalya V. Vasilyeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chair of Economics and Management in Air Transport, Head of Department of Air Transport Management, Moscow State Technical University of Civil Aviation, n.vasileva@mstuca.aero.

Поступила в редакцию 27.02.2020
Принята в печать 19.03.2020

Received 27.02.2020
Accepted for publication 19.03.2020