



Возможности применения технологии блокчейн при перевозке грузов в международном сообщении



Анна БАНЩИКОВА
Anna A. BANSCHIKOVA

Кирилл КУДРЯВЦЕВ
Kirill V. KUDRYAVTSEV



Антон КОВАЛЁВ
Anton Yu. KOVALYOV

Банщикова Анна Анатольевна – преподаватель Забайкальского института железнодорожного транспорта – филиала ИрГУПС, Чита, Россия. Кудрявцев Кирилл Владимирович – заместитель директора филиала ПАО «Транс-Контейнер», Чита, Россия. Ковалёв Антон Юрьевич – начальник сектора информационных технологий филиала ПАО «ТрансКонтейнер», Чита, Россия.

Possibilities of Application of Block Chain Technology for Carriage of Goods in International Traffic

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 146)

Основные затруднения при транспортировке грузов международными контейнерными поездами возникают при пересечении государственной границы. Детальный анализ причин их задержек на железнодорожных пунктах пропуска выявил наиболее характерные «узкие» места. В целях совершенствования процедур документального и информационного сопровождения грузопотоков, а также консолидации бизнес-процессов с участием грузовладельцев, перевозчиков, экспедиторов, федеральных органов исполнительной власти в сфере контроля и надзора, компаний по предоставлению транспортных и логистических услуг предложено создание единого информационного пространства по технологии блокчейн (block chain). Определены финансовые результаты его использования, найдены дополнительные ресурсы программного продукта на основе инструментов бизнес-логики, причастных к оценке качества товародвижения на транспортном маршруте.

Ключевые слова: контейнеропоток, международная доставка, транспортный маршрут, железнодорожный пункт пропуска, блокчейн.

В последние несколько лет Китай занимает лидирующее положение в мире по объёму внешней торговли. В 2017 году его внешнеторговый оборот составил 4,11 трлн долларов, экспорт увеличился до 2,26 трлн долларов [1]. Главным торговым партнёром Китая в странах ЕС является Германия.

Транспортные коммуникации Евроазиатского континента определяют маршруты доставки груза из мест производства в места потребления. Грузовое железнодорожное сообщение между Китаем и Европой запущено в 2011 году. С тех пор открыто 57 маршрутов. Немногие из них предлагают регулярный контейнерный сервис и высокую скорость доставки [2]. На самом мощном направлении контейнеропотока из порта Шанхай (КНР) до станции Дуйсбург (Германия) реализованы следующие основные варианты пропуска контейнерных поездов:

1. Порт Шанхай (КНР)–порт Восточный (РФ)–станция Дуйсбург (Германия).
2. Порт Шанхай (КНР)–железнодорожный пункт пропуска (ЖДПП) Гро-

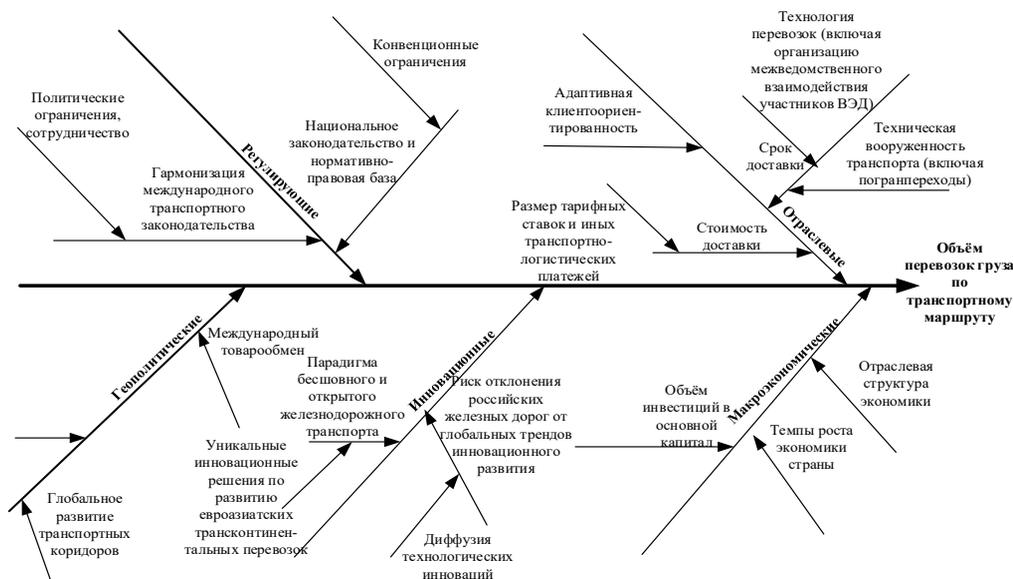


Рис. 1. Основные факторы, определяющие объём перевозок по транспортному маршруту.

деково (РФ)–станция Дуйсбург (Германия).

3. Порт Шанхай (КНР)–ЖДПП Забайкальск (РФ)–станция Дуйсбург (Германия).

4. Порт Шанхай (КНР)–ЖДПП Наушки (РФ)–станция Дуйсбург (Германия).

5. Порт Шанхай (КНР)–ЖДПП Достык (Казахстан)–станция Дуйсбург (Германия).

6. Порт Шанхай (КНР)–ЖДПП Алтынколь (Казахстан)–станция Дуйсбург (Германия).

Объём следования контейнеропотока по альтернативным транспортным маршрутам распределяется неравномерно. Это объясняется различными причинами, среди которых качество транспортно-логистического обслуживания, уровень гармонизации сопредельных железнодорожных систем, объём и направления следования международного грузопотока и т.д. (рис. 1).

Контейнеропоток, следуя по транспортному маршруту, испытывает на себе воздействие фаз обслуживания. Наибольшее влияние оказывается в пунктах пропуска через государственную границу. На ЖДПП фиксируется до 70 % потерь времени от всех задержек в пути [3]. Основные причины: сложности в организации межведомственного взаимодействия участников внешнеэкономической деятельности (ВЭД) – грузовладельцев, перевозчиков, экспедиторов, федеральных органов исполнительной власти в сфере контроля и надзора, компа-

ний и лиц по предоставлению транспортных и логистических услуг; техническая разобщённость транспортной инфраструктуры сопредельных государств; работа в рамках разных правовых полей международного транспортного законодательства (Конвенция о международных железнодорожных перевозках – ЦИМ КОТИФ и Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении – СМГС) [4]. Отсюда непростая система документооборота на ЖДПП, необходимость перегруза контейнеров из подвижного состава одной ширины колеи в другую.

Время пропуска на ЖДПП в значительной мере оказывает влияние на срок доставки контейнера и формирует конкурентные преимущества одного маршрута над другим. Согласно СМГС [5] нормативная продолжительность пропуска поезда через государственную границу составляет 48 часов. При этом в силу различий технологического процесса на межгосударственной передаточной железнодорожной станции во взаимодействии с контейнерным терминалом время пропуска контейнерного поезда на маршрутах доставки значительно отличается (рис. 2).

ЖДПП представляет собой сложную многофункциональную структуру. В общем виде на примере ЖДПП Забайкальск функциональное «окружение» пункта пропуска контейнерных поездов пред-



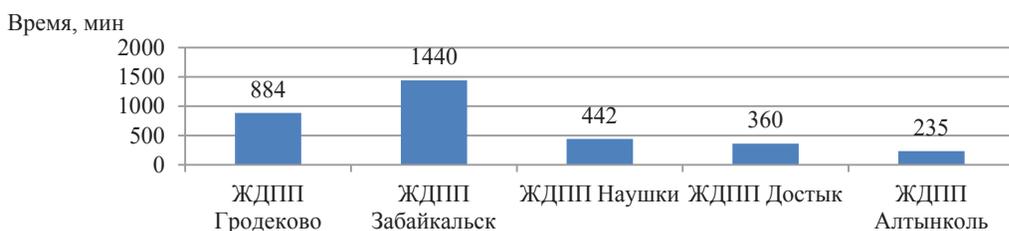


Рис. 2. Продолжительность пропуска контейнерного поезда на ЖДПП транспортных маршрутов в соответствии с принятой технологией.

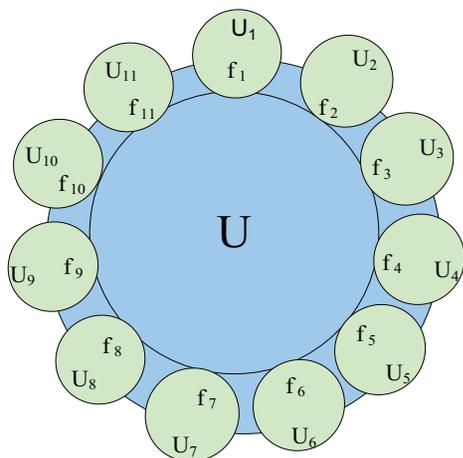


Рис. 3 Структура ЖДПП Забайкальска и функции (f) её элементов: U – ЖДПП; f_{U1} – таможенный контроль, оформление таможенной декларации, расчёт и взимание таможенных платежей; f_{U2} – пограничный контроль; f_{U3} – карантинный фитосанитарный контроль (надзор); f_{U4} – ветеринарный контроль; f_{U5} – надзор в области семеноводства в отношении семян сельскохозяйственных растений; f_{U6} – таможенно-брокерское сопровождение; f_{U7} – переработка крупнотоннажных контейнеров, формирование контейнерных поездов; f_{U8} – эксплуатационная работа железнодорожной станции; f_{U9} – эксплуатационная деятельность железнодорожной грузовой межгосударственной передаточной станции (владелец инфраструктуры – Китайские железные дороги, пограничная станция Маньчжурия); f_{U10} – экспедиционное сопровождение внешнеторговой перевозки; f_{U11} – страховое обслуживание внешнеторговых перевозок (сюрвейерские компании).

ставляет собой статические связи организационной структуры (U_i) – взаимное отношение элементов системы и динамические связи функциональной структуры (f_i), которые определяют порядок их взаимодействия (рис. 3).

Сложность организации межведомственного взаимодействия заключается в различии целей и характера функционирования, форм собственности и организационно-правовых форм элементов ЖДПП Забайкальск (таблица 1).

Несмотря на большое количество элементов и их функциональное многообразие, можно выделить две основные группы участников ВЭД на ЖДПП Забайкальск: государственные органы исполнительной власти в сфере таможенного дела, пограничного, ветеринарного, фитосанитарного надзора и бизнес по оказанию транспортных и сопутствующих логистических услуг. Первая – обеспечивает контроль безопасности граждан и экономическую стабильность государства, вторая – реализует выполнение задач по продвижению грузопотока в цепях поставок. При детальном рассмотрении обе группы в конечном ито-

ге нацелены на рост уровня благосостояния государства и его граждан – общая глобальная цель их функционирования. Понимание её всеми участниками ВЭД является основой построения эффективного межведомственного взаимодействия.

Для детального расчёта времени пропуска контейнерного поезда на ЖДПП по рассматриваемым транспортным маршрутам использованы методы системного анализа и сетевого планирования. Определён критический путь – самый длинный по протяжённости времени, требуемый для работ по пропуску контейнерного поезда. Выделены материальный, документальный и информационный потоки и рассчитана их продолжительность с учётом ожиданий и перерывов, «узких мест».

Под материальным потоком (a_i) от момента приёма до момента выпуска с ЖДПП понимаются поезда, вагоны, контейнеры, с которыми производятся необходимые технологические операции. Материальный поток находится в движении, физически перемещаясь в пространстве: приём и контроль таможенными и другими государственными органами, расформирование,

Особенности элементов ЖДПП Забайкальск

| Элемент | Организационно-правовая форма | Целевая функция | Задача | |
|---------|--|-------------------|---|------------------|
| U1 | Федеральная структура исполнительной власти | Контроль и надзор | Обеспечение сбора таможенных платежей с товаров, пересекающих государственную границу | |
| U2 | Органы пограничного контроля ФПС России, Федеральная служба безопасности | | Пресечение незаконного пересечения государственной границы иностранными гражданами | |
| U3 | Федеральная структура исполнительной власти | | Пресечение ввоза некачественных | растений |
| U4 | | | | животных |
| U5 | | | | зерновых культур |
| U6 | Общество с ограниченной ответственностью | Оказание услуг | Предоставление интересов грузовладельца в качестве таможенного брокера, таможенного представителя | |
| U7 | Публичное акционерное общество | | Перегруз крупнотоннажных контейнеров из вагонов колеи 1435 мм в вагоны колеи 1520 мм | |
| U8 | Открытое акционерное общество | | Удовлетворение потребности в перевозке | |
| U9 | Корпорация | | | |
| U10 | Открытое акционерное общество | | Представление интересов грузовладельца во всех звеньях процесса доставки груза | |
| U11 | Частный бизнес в форме ОАО, ИП, ЗАО и др. | | Ответственность за груз при наступлении страховых случаев | |

постановка на перегрузочное место, перегруз контейнеров из вагонов узкой колеи в вагоны широкой колеи, формирование состава поезда, отправление.

Документальный поток (u_i) представляет собой официальные данные о материальном потоке и его перемещении, а именно перевозочные и товаросопроводительные документы. Проходит операции многоуровневого контроля, составления дополнительных экземпляров каждой из структур, содержащих обобщённые и более детальные сведения на русском языке, формирования пакета перевозочных документов, необходимого для следования по территории РФ.

Информационный поток (g_j) – информация о материальном и документальном потоке. Операциями здесь являются: сбор, ввод сведений в базы данных, хранение, обработка информации о материальном и документальном потоках у всех участников ВЭД.

Между потоками имеются взаимосвязь и взаимозависимость, которые отражаются горизонтальными и вертикальными связями. Потоки представлены в виде векторно-скалярных величин и составляют логистическую цепь [6]:

$$\begin{array}{c}
 a_1 \quad t_{a_1}^{техн} \quad t_2 \quad a_2 \quad \dots \quad a_i \quad t_{a_i}^{техн} \quad i; \\
 \downarrow t_{a_1}^{ож} \uparrow t_{u_1, g_1}^{ож} \quad \downarrow t_{a_2}^{ож} \uparrow t_{u_2, g_2}^{ож} \quad \downarrow t_{a_i}^{ож} \uparrow t_{u_i, g_i}^{ож}; \\
 u_1 \quad t_{u_1}^{техн} \quad u_2 \quad t_{u_2}^{техн} \quad \dots \quad t_{u_i}^{техн} \quad u_i; \\
 \downarrow t_{u_1, a_1}^{ож} \uparrow t_{g_1}^{ож} \quad \downarrow t_{u_2, a_2}^{ож} \uparrow t_{g_2}^{ож} \quad \downarrow t_{u_i, a_i}^{ож} \uparrow t_{g_i}^{ож}; \\
 g_1 \quad t_{g_1}^{техн} \quad g_2 \quad t_{g_2}^{техн} \quad \dots \quad t_{g_i}^{техн} \quad g_i;
 \end{array} \quad (1)$$

где $a_i \rightarrow$ – элемент цепи материального потока (a_i – операция с материальным потоком; \rightarrow – вектор перемещения потока, сопоставляемый со временем и расстоянием перемещения; $j = 1, \dots, i$);

$u_i \rightarrow$ – элемент цепи по составлению и передаче документов о материальном потоке и его перемещении (u_i – операция с документальным потоком; \rightarrow – адрес передачи документа; $j = 1, \dots, i$);

$g_i \rightarrow$ – элемент цепи информации о материальном и документальном потоках (g_i – операция по передаче информации; \rightarrow – адрес передачи информации; $j = 1, \dots, i$);

$t_{a_i, u_i, g_i}^{техн}$ – время выполнения технологических операций в логистической цепи соответственно по материальному, документальному и информационному потокам (горизонтальные связи), мин;



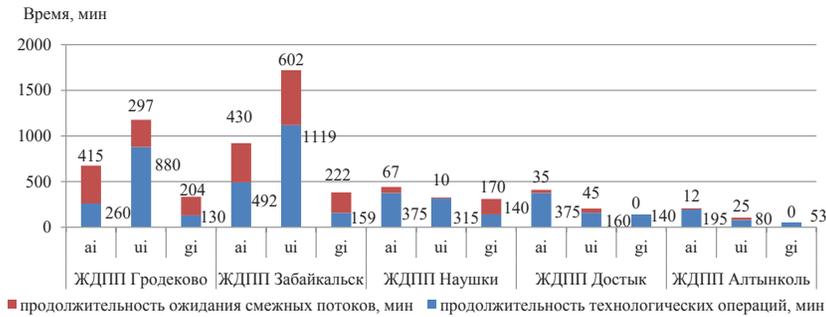


Рис. 4. Продолжительность нахождения потоков на ЖДПП с учётом ожиданий и перерывов по горизонтальным и вертикальным связям переработки.



Рис. 5. Существующая модель обработки документального и информационного потоков контейнерного поезда на ЖДПП Забайкальск.

$\downarrow t_{a_i, u_i, g_i}^{ож}$ – время ожидания выполнения операций по сопутствующим потокам (вертикальные связи), мин.

Общая продолжительность нахождения потоков на ЖДПП с учётом ожиданий и перерывов по вертикальным связям переработки и передачи выражается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \sum t_{a_i} &= t_{a_i}^{техн} + t_{a_i}^{ож}; & \sum t_{a_i}^{техн} > 0; & \sum t_{a_i}^{ож} \geq 0; \\
 \sum t_{u_i} &= t_{u_i}^{техн} + t_{u_i}^{ож}; & \sum t_{u_i}^{техн} > 0; & \sum t_{u_i}^{ож} \geq 0; \\
 \sum t_{g_i} &= t_{g_i}^{техн} + t_{g_i}^{ож}; & \sum t_{g_i}^{техн} > 0; & \sum t_{g_i}^{ож} \geq 0.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Из-за большого количества участвующих в пропуске международного контейнеропотока служб технологические процессы плохо стыкуются между собой. Вследствие отсутствия изоморфизма – согласованного как в пространстве, так и во времени движения материального, информационного, документального потоков – возникают межоперационные простои (на ЖДПП Забайкальск – до 55 % времени обработки) [7] (рис. 4).

Наибольшее значение продолжительности технологических операций и ожидания смежных потоков наблюдается на ЖДПП Забайкальск. По сравнению

с ЖДПП Алтынколь превышение времени обработки в 5,7 раза по документальному и информационному потокам. Технологический процесс в Забайкальске предусматривает обработку перевозочных и товаросопроводительных документов (спецификация, инвойс, упаковочный лист) после прибытия контейнерного поезда на территорию РФ (рис. 5).

В этом случае непроизводительные потери при пропуске одного контейнерного поезда составляют 16 часов. Если контейнеропоток следует по транспортному маршруту с временной задержкой, нарушением норм, правил, требований обслуживания, то происходят его трансформация, существенные изменения параметров, уход контейнеропотока с маршрута.

Переключение в 2017 году значительной части контейнеропотока с маршрута транзитом по территории РФ через ЖДПП Забайкальск на маршрут по территории Казахстана через ЖДПП Алтынколь повлекло за собой потери доходов российских компаний (более 1 млрд рублей). За последние семь лет объём перевозок грузов в контейнерах транзитом по территории Казахстана на направлении КНР – страны ЕС возрос в 200 раз и продолжает расти. Так, в 2018 го-

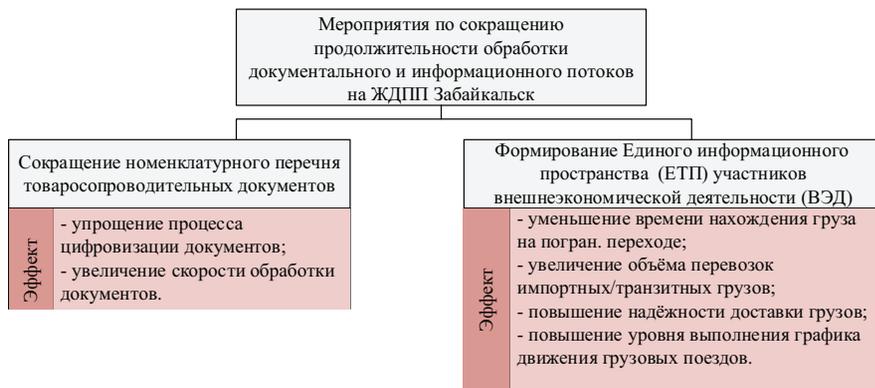


Рис. 6. Мероприятия по сокращению продолжительности обработки документального и информационного потоков на ЖДПП Забайкальск.

ду планируется увеличение транзита до 400 тысяч контейнеров, а к 2020 году — до 2 млн контейнеров [8].

Высокая скорость пропуска ускоренного контейнерного поезда на ЖДПП Алтынколь обеспечена обработкой документального и информационного потоков до прибытия поезда. Грузоотправителем международного контейнеропотока, следующего по маршруту, выступает порт Ляньюньган. При отправлении контейнеров его сотрудники по электронной почте высылают скан копии перевозочных и товаросопроводительных документов своим представителям на станции Алтынколь. На основе этих данных заранее формируются транзитные таможенные декларации и прочие документы (передаточная ведомость, заготовка накладной для перевозчика, предварительная информация для таможенных органов). Для подготовки контейнеров к передаче служащие станции Алтынколь командированы на территорию КНР. Это делается, хотя есть риск в получении неточных, неполных сведений при ручном вводе информации и возникают дополнительные эксплуатационные расходы на содержание персонала в размере около 25 млн рублей в год.

Для повышения конкурентоспособности маршрута ЖДПП Забайкальск предложены к реализации мероприятия по уменьшению времени обработки документального и информационного потоков: сокращение номенклатурного перечня товаросопроводительных документов (один вместо трёх), формирование единого информационного пространства (ЕИП) участников ВЭД (рис. 6).

Оптимизация комплекта товаросопроводительных документов по опыту работы на пространстве ЦИМ состоит в замене отдельных документов (инвойс, спецификация, упаковочный лист) на единый — счёт-спецификацию. Объединённый документ должен содержать: а) адрес продавца и покупателя, дату и номер заказа товара, информацию об упаковке и цене товара, стоимости и размере партии, базисные условия поставки товара и порядок расчётов; б) номенклатуру груза, перечень товаров с указанием количества позиций, марки, артикула; в) список позиций груза с указанием номера и веса каждого места.

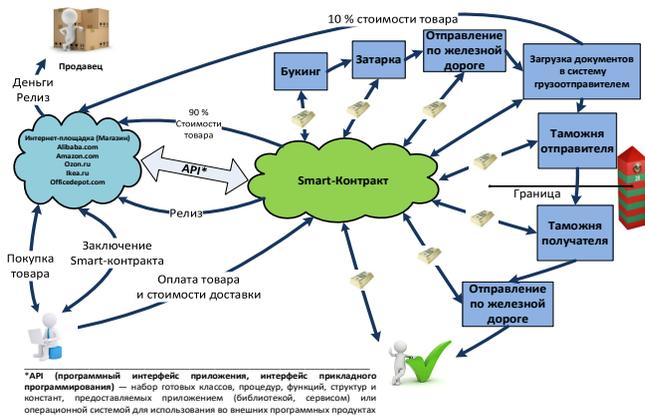
Внедрение счёта-спецификации как единого товаросопроводительного документа упростит процесс формализации, увеличит скорость обработки данных, позволит сократить время пропуска контейнерного поезда на ЖДПП Забайкальск на два часа.

Формирование ЕИП участников ВЭД нацелено на объединение их бизнес-процессов и отдельных элементов при организации товародвижения в рамках всей цепи поставок путем ликвидации дублирования данных и оперативного обмена информацией, повышения гибкости работы системы при изменении параметров внутренней и внешней среды.

В современных условиях просматриваются два варианта организации ЕИП при доставке груза в международном сообщении. Один из них заключается в создании международного удостоверяющего центра, подтверждающего легитимность передаваемой информации от грузоотправителя всем участникам ВЭД.



Рис. 7. Порядок объединения бизнес-процессов участников ВЭД при организации товародвижения в рамках реализации цепи поставок на основе Smart-контракта.



Сейчас электронный обмен данными ОАО «РЖД» при перевозке грузов в международном сообщении осуществляется с железнодорожными администрациями через рекомендованный ООН стандарт UN/EDIFACT. Опыт таких стран, как Россия, Беларусь, Казахстан, Латвия, Литва, Эстония, Украина и прочих, заключается в организации перевозок с использованием электронной подписи, юридическую значимость которой по схеме «доверенной третьей стороны» производит Единый удостоверяющий центр (ОАО «НИИАС»). Между ОАО «РЖД» и корпорацией «КЖД» пока заключено лишь соглашение об электронном обмене данными.

Неполнота состава участников железных дорог и сведений, подлежащих передаче, не дают основания утверждать о наличии действенного механизма обеспечения интероперабельности – беспрепятственного пересечения границ при следовании международного контейнеропотока. Создание ЕИП на основе международного удостоверяющего центра потребует сложной процедуры межгосударственного согласования. Ориентировочный срок реализации проекта оценивается в период не менее пяти лет.

Другим вариантом формирования ЕИП участников ВЭД при международных перевозках является создание программного комплекса на основе технологии распределённых реестров – block chain.

Технология идентификационного block chain позволяет создать базу данных по перевозке контейнеров в зашифрованном виде с использованием средств криптографии по принципу распределённого доступа. Каждая отправка оформляется созданием «цифрового паспорта» – уни-

кальной метки, сопровождающей движение контейнера в рамках всех связанных с ним транзакций. Все записи имеют метки времени. Подлинность операций подтверждается неизменными историческими данными, позволяющими их идентифицировать.

Шаги (этапы) проведения операций с контейнером выполняются в строго заданной последовательности, только после того, как завершены предыдущие. Каждая предыдущая транзакция производится, высвобождая таким образом последующую. Если одна из них не выполнена должным образом, следующая не может быть завершена. Механизм программного выполнения транзакций в block chain регистрах предлагается осуществить на основе Smart contracts [9] (рис. 7).

С помощью программного продукта по технологии block chain разрабатывается специальное приложение, которое позволяет клиенту с мобильного устройства внести данные в систему. При следовании по территории каждой страны на протяжении всего маршрута заказчиками информации (получателями) выступают участники ВЭД. Они получают криптографический ключ и используют сведения в пределах своей компетенции для подготовки перевозочных и товароспроводительных документов. Система наделена алгоритмом распознавания пользователя по подключённым персональным объектам.

Основанием для внедрения технологии block chain является отсутствие единой структуры, модерлирующей (курирующей) все операции. Применима для подтверждения фактов (действий) в ситуации, когда «все всем не доверяют» [10].

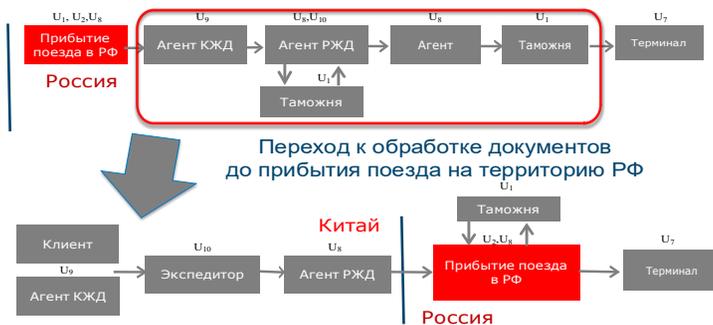


Рис. 8. Порядок обработки перевозочных и товаросопроводительных документов на контейнерный поезд до прибытия на ЖДПП Забайкальск.

Логистика рассматривается как одно из приоритетных применений block chain [11]. Компания МТИ [12] первой в мире запустила публичную block chain систему для контейнерных перевозок. В данный момент в холдинге ОАО «РЖД» занимаются оценкой внедрения технологии распределённого реестра block chain в соответствии с комплексным научно-техническим проектом «Цифровая железная дорога» [13].

Одно из главных достоинств формирования ЕИП на основе программного продукта по технологии block chain заключается в возможности построения работы маршрута в соответствии с парадигмой открытого железнодорожного транспорта [14]. На ЖДПП, в частности, обеспечивается заблаговременная передача, обработка юридически значимой информации в объёме накладной и товаросопроводительных документов с минимальным риском поступления неточных и недостоверных сведений. Обработка перевозочных и товаросопроводительных документов предусмотрена до прибытия поезда. На ЖДПП Забайкальск экономия времени составит 16 часов, общее время пропуска контейнерного поезда в этом случае равно восьми часам (рис. 8).

Основные затраты на реализацию проекта формирования ЕИП участников ВЭД по технологии block chain на транспортном маршруте порт Шанхай (КНР)—ЖДПП Забайкальск (РФ)—станция Дуйсбург (Германия) включают разработку, внедрение и обслуживание глобального программного продукта ЕИП маршрута, а также локальных программных продуктов на каждом ЖДПП. Последние представляют собой уникальную структурно-логическую схему распределения материального, документального, информационного потоков по обработке контейнеропотока в соответствии

с требованиями технологического процесса работы конкретных транспортных объектов.

Экономический эффект проекта главным образом реализуется за счёт дополнительного дохода вследствие переключения контейнеропотока с альтернативных маршрутов (в том числе морских), от брокерской деятельности, экономии от сокращения времени простоя контейнерных поездов на ЖДПП транспортного маршрута.

При общих затратах приблизительно в 250 млн рублей срок окупаемости проекта составит менее одного года (таблица 2).

Дополнительные возможности программного продукта по технологии block chain могут быть реализованы благодаря встроенным инструментам бизнес-логики.

На основании автоматического анализа данных исторической информации «паспорта перевозки» в цифровом виде можно произвести оценку качества работы транспортного маршрута. Такая информация будет полезна участникам ВЭД для отслеживания состояния конкурентных преимуществ и принятия решения о необходимости оптимизации своей деятельности, а также потенциальным клиентам (грузовладельцам) — при выборе того или иного направления следования.

Оценка качества работы транспортного маршрута для грузовладельца выражается чаще всего через стоимость перевозки (C), срок доставки (T), приведённую стоимость (C^*). Увеличение срока доставки приводит к замораживанию средств грузовладельца, вложенных как в оплату самого груза, так и в оплату расходов на его транспортировку. Поэтому минимальный, по сравнению с альтернативными маршрутами, срок доставки обеспечивает меньшую приведённую стоимость C^* — оценку стоимости груза и его доставки с учётом фактора времени [15]:



Финансовые результаты формирования ЕИП участников ВЭД по технологии block chain на транспортном маршруте порт Шанхай (КНР)–ЖДПП Забайкальск (РФ)–станция Дуйсбург (Германия)

| Наименование показателя | | Значение, млн руб. |
|--|---|--------------------|
| Затраты на разработку, внедрение, обслуживание | Глобальный программный продукт ЕИП участников ВЭД по технологии block chain на транспортном маршруте | 218 |
| | Локальные программные продукты структурно-логической схемы распределения материального, документального, информационного потоков на ЖДПП транспортного маршрута | 33,6 |
| Доходы и эффекты | Экономия от сокращения простоя контейнерных поездов на ЖДПП транспортного маршрута | 42,7 |
| | Доход ОАО «РЖД» от брокерской деятельности | 30,3 |
| | Недополученный доход ОАО «РЖД» (вследствие переключения части контейнеропотока на альтернативный маршрут) | 421,8 |
| Срок окупаемости, лет | | 0,56 |

$$C^* = (C_g + C)(I + \Delta)^n, \quad (3)$$

где C_g – закупочная стоимость груза; C – стоимость перевозки; $(I + \Delta)^n$ – множитель наращивания процентов по процентной

ставке Δ за n периодов, $\frac{T}{365}$, где T – срок доставки, сут.

Надёжность технических элементов, технологической основы, взаимодействия и работы смежных служб и ведомств при организации движения международного контейнеропотока оказывают влияние на эксплуатационную надёжность транспортного маршрута – вероятность переработки контейнеропотока в размере не менее заданной величины. Показателя, позволяющего комплексно оценить состояние технических, технологических, организационных параметров работы транспортного маршрута, ни раньше, ни теперь не было и нет.

В общей постановке технология работы маршрута предусматривает равномерное обслуживание материального потока. Принято, что m – масса материального потока, которая в зависимости от целей расчёта может измеряться в количестве тонн груза, контейнеров, вагонов, поездов. Полагается величиной постоянной во времени и независимой от особенностей движения. Материальный поток в процессе доставки испытывает воздействие сил $F_{тр}$, препятствующее его перемещению (различная техническая оснащённость транспортной инфраструктуры сопредельных государств, сложность технологической основы взаимодействия участников ВЭД). Для движе-

ния груза по транспортному маршруту требуется, чтобы $F > F_{тр}$.

Модель работы транспортного маршрута представляет собой результаты теоретического построения, основанного на законе классического естествознания – дифференциальном законе движения, описывающего взаимосвязь между приложенной к материальной точке силой и полученном при этом ускорением:

$$F = m \cdot a, \quad (4)$$

где F – сила, реализующая перемещение груза из мест производства в место потребления; m – масса материального потока; a – ускорение – характеристика эксплуатационной надёжности работы транспортного маршрута. Показывает, насколько изменяется скорость обслуживания материального потока по маршруту за единицу времени. При увеличении массы потока снижается эксплуатационная надёжность.

Для пропуска материального потока транспортный маршрут выполняет работу (А):

$$A = F \cdot S, \quad (5)$$

где S – длина транспортного маршрута, км.

Работа маршрута – величина, характеризующая перемещение массы материального потока с определённым сроком доставки. Технология предусматривает равномерное обслуживание потока, поэтому: $S = \vartheta \cdot T$,

где ϑ – среднесуточная норма пробега, км/сут; T – срок доставки, сут.

$$\text{Тогда } A = F \cdot \vartheta \cdot T. \quad (7)$$

Для оценки качества работы маршрута по перемещению материального потока

**Основные характеристики транспортных маршрутов в направлении
порт Шанхай (КНР)–станция Дуйсбург (Германия)**

| № п/п | Наименование маршрута | Длина маршрута (S), км | Срок доставки (T), сут. | Стоимость доставки (C), тыс. руб. | Приведённая стоимость (C*), тыс. руб. | Мощность маршрута (N) |
|-------|--|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| 1 | п. Шанхай (КНР)–п. Восточный (РФ)–ст. Дуйсбург (Германия) | 16983 | 25 | 429,497 | 1948,06 | 18459 |
| 2 | п. Шанхай (КНР)–ЖДПП Гродеково (РФ)–ст. Дуйсбург (Германия) | 15067 | 24 | 497,352 | 2015,79 | 16422 |
| 3 | п. Шанхай (КНР)–ЖДПП Забайкальск (РФ)–ст. Дуйсбург (Германия) | 12283 | 19 | 437,12 | 1951,26 | 21996 |
| 4 | п. Шанхай (КНР)–ЖДПП Наушки (РФ)–ст. Дуйсбург (Германия) | 11205 | 17 | 369,79 | 1882 | 25555 |
| 5 | п. Шанхай (КНР)–ЖДПП Достык (Казахстан)–ст. Дуйсбург (Германия) | 11418 | 15 | 608,24 | 2120,39 | 38628 |
| 6 | п. Шанхай (КНР)–ЖДПП Алтынколь (Казахстан)–ст. Дуйсбург (Германия) | 11379 | 15 | 599,97 | 2112,07 | 38365 |

введена величина – мощность транспортного маршрута. Для условий моделирования на основании теории подобия и конкретно, приёма обезразмеривания такая мощность – комплексный безразмерный показатель качества работы транспортного маршрута.

$$N = \frac{A}{T} = \frac{F \cdot g \cdot T}{T} = F \cdot g = \frac{m \cdot S}{T^2} \cdot \frac{S}{T} = \frac{m \cdot S^2}{T^3} \cdot (8)$$

Безразмерная комбинация параметра мощности транспортного маршрута фактически определяет характер движения материального потока при заявленном сроке доставки, техническом оснащении и принятой технологии работы при следовании в одном направлении. Если изучаются два разных транспортных маршрута, с разными размерными параметрами, но такими, что значение безразмерных параметров одинаковы, то характер движения материального потока по ним будет качественно одинаков (подобен). Обезразмеривание в данном случае применимо для установления законов подобия и возможности использования моделей из разных областей знания.

Произведена сравнительная оценка работы транспортных маршрутов на примере доставки 40-футового крупнотоннажного контейнера, следующего в составе контейнерного поезда (таблица 3).

Для сравнения стоимостные показатели приведены к единому базису затрат. Средняя банковская ставка по краткосрочным валютным кредитам $\Delta = 15\%$, закупочная стоимость товара в 40-футовом контейнере 1500 тыс. рублей.

По критерию срока доставки приоритетными являются маршруты через ЖДПП Алтынколь, ЖДПП Достык транзитом по территории Казахстана. Значение наименьшей приведённой стоимости отмечается при перевозке с участием транспортной системы Монголии (рис. 9).

Меньшая приведённая стоимость доставки по транспортному маршруту ещё не является гарантией его конкурентоспособности. Отказ технических средств, несоблюдение норм технологии работы, требований государственных органов контроля и надзора могут привести к возникновению заторов, увеличению срока доставки, приведённой стоимости и, как следствие, существенному падению мощности.

Один из главных факторов, негативно сказывающихся на конкурентоспособности маршрутов по территории РФ с участием Транссибирской магистрали (ТСМ) – нестабильность сроков доставки груза [3]. Так, например, изменение показателей маршрута по ТСМ через ЖДПП Забайкальск при неблагоприятном варианте (срок доставки на двое суток больше нормативного) влечёт



Рис. 9. Характеристики работы транспортных маршрутов.

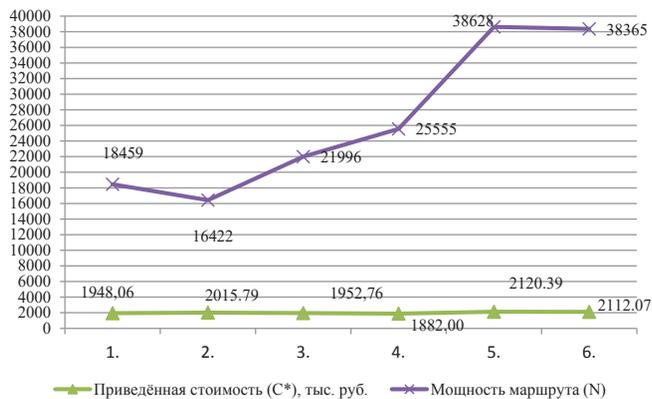


Таблица 4

Сравнение значений основных характеристик маршрута через ЖДПП Забайкальск при различных значениях срока доставки

| Срок доставки, сут. | Приведённая стоимость (С*), тыс. руб. | Мощность маршрута (N) |
|--|---------------------------------------|-----------------------|
| 19 Нормативный | 1951,26 | 21996 |
| 17 Желательный (на основе технологии block chain) | 1949,77 | 30709 |
| 21 Неблагоприятный (больше нормативного на двое суток) | 1952,76 | 16291 |

увеличение приведённой стоимости на 1 %. Незначительно, особенно если у грузовладельца невелик объём партии груза к отправлению. Однако мощность маршрута при этом падает на 26 %, что негативно сказывается на его эксплуатационной надёжности (таблица 4).

Формирование ЕИП участников ВЭД на основе программного комплекса по технологии block chain позволяет сократить срок доставки на всем протяжении транспортного маршрута. В направлении по ТСМ через ЖДПП Забайкальск – как минимум на двое суток. В этом случае происходит рост мощности маршрута на 28 %. Увеличивается эксплуатационная надёжность (рис. 10).

Полученные данные свидетельствуют об увеличении конкурентных преимуществ транспортного маршрута по территории РФ через ЖДПП Забайкальск в большей степени за счёт роста качества обслуживания. В этом случае грузовладельцы выигрывают в возможности беспрепятственного обслуживания контейнеропотока, организации собственной равномерной работы с учётом ритмичности доставки, экономии страховых

запасов оборотных средств на грузы, находящиеся на складе и в пути следования.

ВЫВОДЫ

В целом реализация проекта по формированию ЕИП участников ВЭД на основе технологии block chain позволяет снизить удельное сопротивление на перемещение груза, повысить качество использования трудовых, финансовых, информационных ресурсов, увеличить эффективность привлечения инвестиций, преодолеть административные барьеры и ускорить работу в выгодном формате, создать благоприятную конъюнктуру на рынке транспортных услуг.

При наличии осязаемых преимуществ использования технологии block chain следует, однако, понимать, что на законодательном уровне пока нет единых требований к участникам глобальной публичной сети данных, отсутствует реальная ответственность за загрузку заведомо ложных сведений, недостаточно понимание экономического эффекта от внедрения для действующих бизнес-процессов, существуют проблемы безопасности и конфликтности



Рис. 10. Сравнительные графики основных характеристик маршрута по ТСМ через ЖДПП Забайкальск при негарантированном сроке доставки.

с точки зрения конкурентной борьбы, а в случае возникновения спорных ситуаций — определения меры ответственности участников. На первоначальных этапах возможна частичная неудовлетворённость функциональностью из-за отсутствия стандартизации.

ИСТОЧНИКИ

1. Плавская Е. Объём внешней торговли Китая по итогам 2017 года составил 4,11 трлн долларов. Известия. 12.01.2018. [Электронный ресурс]: <https://www.google.ru/amp/s/iz.ru/export/google/amp/694494>. Доступ 04.04.2018.

2. Сервис решает всё. Информационное агентство РЖД-Партнёр.ру. 27.02.2018. [Электронный ресурс]: <http://www.rzd-partner.ru/logistics/interview/servis-reshaet-vse/>. Доступ 04.04.2018.

3. Паршина Р. Н. Логистика транссибирских контейнерных перевозок. — М.: ВНИТИ РАН, 2008. — 420 с.

4. Сопоставление соответствующих правовых положений ЦИМ и СМГС. Организация Объединённых Наций. Экономический и Социальный Совет. Европейская экономическая комиссия. Комитет по внутреннему транспорту. Рабочая группа по железнодорожному транспорту. Группа экспертов по единому железнодорожному праву. [Электронный ресурс]: <http://www.unec.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2013/sc2/ECE-TRANS-SC2-GEURL-2013-09r.pdf>. Доступ 10.04.2018.

5. Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) (с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 июля 2018 года). [Электронный ресурс]: http://www.osjd.org/doco/public/ru?STRUCTURE_ID=5038&layer_id=4581&referLayerId=4621&id=1071&print=0. Доступ 01.04.2018.

6. Апатцев В. И., Лёвин С. Б., Николашин В. М. и др. Логистические транспортно-грузовые системы: Учебник / Под ред. В. М. Николашина. — М.: Академия, 2003. — 304 с.

7. Banshchikova A. Estimate of expected integral commercial effect of the project for the modernization passes import cargo between China-Russia // Science,

Technology and Higher Education [Text]: materials of the II international research and practice conference, Vol. II, Westwood, April 17th, 2013 / Publishing office Accent Graphics communications — Westwood-Canada. — 2013. — Pp. 93–101.

8. Сабеков С. Около 2 миллионов контейнеров пройдёт транзитом через Казахстан к 2020 году. Международное информационное агентство Kazinform. 27.03.2018 г. [Электронный ресурс]: http://lenta.inform.kz/ru/okolo-2-mln-konteynerov-proydet-tranzitom-chez-kazahstan-k-2020-godu_a3200209.

9. Christidis K., Devetsikotis M. Blockchain and smart contracts for internet of things // IEEE Access. — 2016. — Т. 4. — Pp. 2292–2303.

10. Namiot D., Pokusaev O., Kupriyanovsky V., Akimov A. Blockchain applications for transport industry // International Journal of Open Information Technologies. — ISSN: 2307–8162. — Vol. 5. — No. 12. — 2017. — Pp. 130–134.

11. Kupriyanovsky V. [et al]. Digital supply chains and blockchain-based technologies in a shared economy // International Journal of Open Information Technologies. — 2017. — Т. 5. — No. 8. — Pp. 80–95.

12. Blockchain in Transport Industry (Shipping containers) <http://steemit.com/technology/@jacor/blockchain-in-transport-industry-shipping-containers> Retrieved: Oct, 2017.

13. Лапидус Б. М., Мишарин А. С., Махутов Н. А., Фомин В. М., Зайцев А. А., Мачерет Д. А. О научной платформе стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2050 года // Бюллетень Объединённого учёного совета ОАО «РЖД». — 2017. — № 2. — С. 1–20.

14. Клепфиш Б. Р. Информационный подход к применению приёма обезразмеривания при изучении компьютерного моделирования // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 8–2. — С. 368–372. [Электронный ресурс]: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=27964>. Доступ 11.04.2018.

15. Российская логистика осваивает систему блокчейн. Информационное агентство РЖД-Партнёр.ру. 23.03.2018. [Электронный ресурс]: <http://www.rzd-partner.ru/logistics/comments/rossiyskaya-logistika-osvaivaet-sistemu-blokcheyn/>. Доступ 06.04.2018.

16. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики: Учеб. пособие. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2007. — 448 с.

Координаты авторов: **Банщикова А. А.** – Annabanshchikova@bk.ru, **Кудрявцев К. В.** – KudriavtcevKV@trcont.ru, **Ковалёв А. Ю.** – KovalevAIU@trcont.ru.

Статья поступила в редакцию 13.04.2018, принята к публикации 17.06.2018.

