

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ЛОГИСТИКИ

А. А. КОРОЛЁВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Исследуются эффекты и экономическая результативность цифровой трансформации логистики. Уточнены основные направления цифровых преобразований в логистике: электронный документооборот, беспилотный транспорт, интернет вещей, 3D-печать. Проанализированы эффекты от каждого из направлений, сформулированы подходы к оценке их экономической эффективности. Приведены примеры успешной цифровой трансформации логистических компаний с оценкой их экономической эффективности.

Ключевые слова: логистика; цифровая трансформация; интернет вещей; дроны; беспилотники; 3D-печать; эффективность логистики.

ECONOMIC EFFECTS OF DIGITAL LOGISTICS

A. A. KOROLEVA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Effects and economic effectiveness of digital transformation of logistics are investigated. The main directions of digital transformations in logistics are specified: electronic document management, pilotless transport, the Internet of things, 3D-printing. Effects of each of the directions are analyzed and also approaches to assessment of their cost efficiency are formulated. Examples of successful digital transformation of the logistic companies with assessment of their cost efficiency are given.

Keywords: logistics; digital transformation; *IoT*; drones; 3D printing; logistics efficiency.

Введение

Сетевая экономика, основанная на географически распределенных производственных процессах, привела к росту до 10 % логистических издержек в конечной стоимости продукта [1; 2]. Цифровая трансформация логистики породила новый термин «цифровая логистика» (логистика 4.0). Цифровая логистика, повысив эффективность и скорость логистических процессов, должна несколько снизить эту долю.

Цифровая логистика – это цифровизация грузоперевозок, которая включает интеллектуальные системы управления и прослеживания грузов на всех этапах перевозок, безлюдные технологии, полную автоматизацию документооборота (электронные товарно-транспортные документы) в обеспечении перевозок внутри страны и в международном сообщении с быстрым таможенным оформлением грузов в трансграничном сообщении. «Сегодня речь идет о цифровых транспортных коридорах, когда параллельно с товаром движется информация, когда все процессы переведены в электронный вид,

Образец цитирования:

Королёва АА. Экономические эффекты цифровой логистики. Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2019;1:68–76.

For citation:

Koroleva AA. Economic effects of digital logistics. Journal of the Belarusian State University. Economics. 2019;1:68–76. Russian.

Автор:

Анна Анатольевна Королёва – кандидат физико-математических наук, доцент, декан экономического факультета.

Author:

Anna A. Koroleva, PhD (physics and mathematics), docent; dean of the faculty of economics.
koroleva@bsu.by

когда движение товаров за счет этого ускоряется», – заявил Д. Г. Шедко, первый заместитель министра связи и информатизации Республики Беларусь. Цифровая железная дорога увеличит пропускную способность на 50 % и вдвое снизит стоимость перевозок [2]. Цифровая логистика – это уберизация грузоперевозок, т. е. соединение клиентов и логистов через цифровую платформу, что существенно сокращает для клиента стоимость перевозок, ускоряя ее реализацию.

Цифровизация пассажироперевозок – это единый электронный билет по оптимальному маршруту с использованием, возможно, нескольких видов транспорта (мультимодальные пассажироперевозки) от двери до двери с гарантированным уровнем комфорта и безопасности.

Цифровой транспорт – это беспилотный транспорт: беспилотные автомобили и поезда, дроны. В статье на основе обобщения ряда работ [3–16] проанализированы и оценены эффекты цифровой трансформации логистики.

Основные эффекты цифровой логистики и цифрового транспорта

Основные направления и эффекты цифровой логистики приведены на рисунке. Рассмотрим их подробнее по основным направлениям цифровой трансформации логистики.

Электронные транспортные накладные. Важнейшие эффекты цифровой логистики уже сегодня дает электронный документооборот. Использование электронной транспортной накладной (*consignment e-note*) с цифровой подписью утверждено еще в 2006 г. на основе Единых правил международных железнодорожных грузоперевозок в странах – членах Международного железнодорожного комитета (CIT); она реализуется в ЕС в рамках проекта *e-rail Freight*, к которому присоединились более 20 железных дорог Европы.

На подготовку бумажной документации и задержку доставки, связанную с ее оформлением, приходится 10–15 % транспортных расходов. При внедрении цифровой логистики на основе юридически признанного электронного документооборота эти расходы и сроки доставки могут быть снижены на 20–40 % [14, с. 144].

Подключенный транспорт

- Полная прозрачность перемещения
- Контроль режима движения
- Повышение утилизации транспорта
- Укрепление дисциплины водителей

Управление автопарком

- Адаптация обслуживания к условиям эксплуатации
- Автоматическая диспетчеризация
- Интеграция с ERP-системами

Автономный транспорт

- Ассистенты помощи водителям
- Беспилотное метро
- Автопилот движения по трассе
- Перспективные системы полной автономности

Обеспечение безопасности

- Идентификация «свой – чужой»
- Предотвращение краж топлива и нецелевого использования транспорта
- Доступность данных для расследования инцидентов

Технологии на основе IoT для логистики

- Спутниковая геолокация
- Мобильный интернет
- «Облачные» вычисления
- FFID

Отслеживание активов

- Контроль местоположения и передвижения товаров
- Мгновенная инвентаризация склада и торгового зала
- Видимость товаров на всем протяжении цепочки поставки

«Умная» инфраструктура

- Централизованное управление
- Мониторинг состояния элементов трубопроводов
- Контроль нагрузки и износа мостов и тоннелей

Автоматизация складов

- Роботы, перемещающие стеллажи с товарами
- Полностью автоматические складские системы
- Перспективные автономные автопогрузчики

Мониторинг активов

- Отслеживание ключевых параметров
- Мгновенное реагирование на изменение состояния
- Доступность данных на всем протяжении цепочки поставки



Цифровой транспорт
Digital transport

Создание цифровых коридоров, ядро которых – единое информационное пространство электронных документов, содержащих сведения о перевозимых грузах, грузоотправителях и грузополучателях, формирует предпосылки к применению технологий больших данных (*Big Data*) и переходу от стратегии конкуренции в транспортном секторе к стратегии сотрудничества и партнерства – основной модели бизнеса в цифровой логистике. Благодаря применению технологии *Big Data* транспортные компании могут лучше управлять трафиком, ежедневно анализируя информацию о транспортных операциях. С помощью правильно структурированных и проанализированных данных можно обнаружить новые неочевидные маршруты и задействовать неиспользованные ресурсы в сложных логистических цепочках. Также аналитика поможет сделать системы транспортировки более гибкими, позволяя оперативно перестраивать маршруты доставки в случае непредвиденных осложнений [3]. Так, по сообщению Р. ван Труайена, генерального директора *Maersk Line*, в Азиатско-Тихоокеанском регионе «98 % всех заказов компании теперь оформляются в цифровом виде, а 50 % заказов *Maersk* и судоходной документации обрабатывается сайтом *my.maerskline.com*, который позволяет осуществлять более 250 000 бизнес-транзакций ежедневно и генерирует 1,5 млн долл. в час» [16].

Результат от использования цифровых технологий оформления перевозочных документов с применением электронной подписи в международном сообщении закладывается на высшем уровне управления компанией, имеет синергетический эффект взаимодействия всех ее элементов, приводит к устранению потерь на всех этапах жизненного цикла оформления взаимоотношений с клиентом (грузоотправителем и грузополучателем).

Возможность трансграничного использования цифровой подписи в электронных перевозочных документах ограничивается следующими факторами:

- различиями в терминологии и правовой базе разных стран;
- многозначностью толкования нормативной базы;
- неоднобразным использованием атрибутов сертификатов;
- проверкой валидности цифровой подписи национальными центрами вместо единого международного центра;
- проблемами долговременного хранения цифровых документов.

Использование электронного документооборота при осуществлении грузовых перевозок создает предпосылки для развития цифровой логистики как инновационной технологии управления информационными потоками в логистической сети на всех иерархических уровнях.

Создание единого информационного пространства с помощью цифровых технологий открывает новые возможности для управления логистическими процессами. Обмен информацией, отслеживание транспортировки грузов, дистанционное управление и контроль над операциями и персоналом, анализ и автоматизация с участием стационарных и мобильных устройств становятся требованием времени в транспортной сфере. Цифровые технологии создают преимущества перед конкурентами в управлении транспортно-логистическими процессами за счет интеграции разных целевых групп грузоотправителей и грузополучателей по всем видам транспорта.

В рамках ЕАЭС ведется также работа по введению системы электронных паспортов транспортных средств (паспорта шасси и паспорта самоходной машины).

Транспортные беспилотники. Крупнейшие транспортно-логистические компании мира прогнозируют, что в ближайшее время появятся новые транспортные беспилотники, которые сыграют ведущую роль в цифровой логистике.

Важнейшее направление цифровой логистики – использование автоматически управляемых (беспилотных) грузовых автомобилей. Согласно прогнозам *BCG (Boston Consulting Group)*, рынок наземной беспилотной техники уже к 2025 г. может составить более 45 млрд долл. США и будет динамично расти. Исследователи из *McKinsey* прогнозируют, что к 2025–2027 гг. каждый третий грузовой автомобиль, выходящий на европейские магистрали, будет беспилотным [8].

Беспилотная система самоуправления такого автомобиля состоит из автоматических систем аварийного торможения, предупреждения о выезде на встречную полосу движения и поддержки постоянной скорости (автопилот), которые с помощью радаров или камер определяют и поддерживают постоянное расстояние до движущегося впереди другого автомобиля. Беспилотные автомобили должны снизить уровень инцидентов на дорогах, т. е. вероятность того, что человек совершит ошибку, будет минимизирована. Подобные разработки избавят людей от необходимости долго сидеть за рулем.

Множество известных компаний взялись за создание таких автомобилей. Корпорация *Google* разработала беспилотный автомобиль – *GoogleCar*. Он снабжен видеокамерами; установленными на крыше датчиками распознавания объема, веса, плотности объектов на пути следования авто; радары, находящимися в передней части авто, и еще одним датчиком, зафиксированным на одном из задних колес, определяющим позицию автомобиля на карте. Все это позволяет автомобилю успешно передвигаться

без участия человека [9]. Однако в процессе тестирования был выявлен ряд недостатков автомобилей *Google*: они не могут передвигаться в плохих погодных условиях, не в состоянии распознавать временные сигналы светофора, не могут отличить полицейских от простых пешеходов и т. д. Но разработчики обещают, что к 2020 г. эти недостатки будут устранены.

Компания *Mercedes-Benz* выпустила в 2014 г. беспилотный грузовик *Future Truck 2025*, оснащенный системой автоматического управления *HighwayPilot*, которая с помощью многочисленных датчиков, радаров, камер и активных регуляторов скорости реализует автономное вождение. В условиях плохой погоды или отсутствия дорожной разметки автомобиль просит водителя взять управление на себя, сообщая об этом звуковыми и световыми сигналами. Система полуавтоматического управления *Mercedes* пока не предназначена для работы в пределах города, управлять грузовиком в населенном пункте должен человек [11].

Компания «КАМАЗ» совместно с компанией *Cognitive Technologies* занимается созданием беспилотного автомобиля нового поколения, который будет успешно работать в неблагоприятных условиях: при отсутствии разметки, плохой погоде и т. д. Кроме того, предусматривается возможность обнаружения практически всех препятствий на дороге; также данная система будет в состоянии опознать дорожные знаки и участников движения, направление движения, сигнал светофора и т. п. [12, с. 17].

Беспилотные автомобили создают следующие эффекты:

- отсутствие ограничений, связанных с рабочим временем водителя;
- снижение или полное отсутствие затрат на оплату труда водителей;
- отсутствие приборов и пространства, необходимых для работы водителя, вследствие чего идет снижение массы автомобиля и его габаритов;
- снижение суточных и командировочных затрат;
- уменьшение расходов за счет выбора оптимального маршрута;
- повышение производительности труда;
- снижение затрат на транспортно-экспедиционное обслуживание и другие услуги.

Беспилотные автомобили существенно снизят транспортные затраты. Экономия от использования грузовых беспилотников только за счет оптимизации скорости доставки, фонда оплаты труда, простоев может сэкономить до 500 млрд долл. США по всему миру в течение ближайших 30 лет, а количество ДТП может снизиться на 50–70 %. Основной недостаток – начальная дороговизна данного вида транспорта [13, с. 115].

Беспилотные грузовые самолеты (дроны) не нуждаются в дорогих системах жизнеобеспечения, а исключение человеческого фактора делает их более безопасными. Автономность дронов позволяет в случае необходимости – при наличии форс-мажорных обстоятельств или определенных требованиях клиента – оперативно корректировать курс и время доставки при высокой скорости реагирования на изменения условий заказа.

Использование дронов для доставок товаров уже тестирует *Amazon.com*, а *Walmart*, *DHL* и *Alibaba* объявили о завершении аналогичных проектов. Зарядки для дронов будут размещены на фонарных столбах, вышках сотовой связи.

Быструю доставку товаров с помощью дронов уже реализует один из лидеров мирового логистического рынка *DHL*. Собственный дрон компании *Parcelcopter* с 2016 г. доставляет небольшие ценные или просто остро необходимые грузы, такие как медикаменты или донорская кровь. Мировой лидер электронной торговли компания *Amazon* планирует использовать дроны, чтобы ускорить и удешевить доставку заказов. Для этого *Amazon* реализует программу *Prime Air*, в рамках которой в Великобритании с помощью дронов уже производится доставка покупок весом до 2,3 кг в течение 30 минут после заказа. В провинции Шэнси *Alibaba* приступила к доставке товаров в высокогорные районы с помощью дронов и строит аэропорты для дронов, которые сократят время доставки товара до 24 часов.

Интернет вещей на транспорте. Интернет вещей (*IoT*) создает умные паллеты и контейнеры, что существенно облегчает отслеживание перевозимых грузов или их поиск на складе. Внедрение технологий *IoT* создаст следующие эффекты:

- сокращение затрат на грузоперевозки и задержки в пути;
- повышение прозрачности перевозок и минимизация человеческого фактора;
- оптимизация ремонта и обслуживания техники;
- «уберизация» перевозок (*GoCargo*, *Can Deliver*), которая позволит отказаться от посредников-экспедиторов.

Цифровые технологии в логистике, включающие миниатюрные датчики (*IoT*) и искусственный интеллект, связывают воедино физический и цифровой миры, превращая традиционные линейные цепи поставок в интеллектуальные быстрые сети поставок, базирующиеся на цифровых цепочках поставок (DSC). Последние, работая вместе с технологиями блокчейна и *IoT*, создают основу цифровой ло-

гистики, предоставляя потребителям возможность отслеживать отгрузку в режиме реального времени, просматривать стадии движения груза [4].

PwC подсчитал, что эффект в России от внедрения *IoT* на транспорте до 2025 г. составляет около 0,5 трлн руб.

Компания *CMA CGM*, международный лидер в области контейнерных перевозок, внедрила на борту самого крупного французского судна-контейнеровоза *Bougainville* технологию *Traxens*, позволяющую превратить каждый контейнер в умный объект, подключенный к компьютерной сети судна, что позволило отправителям и получателям грузов, а также сотрудникам страховых компаний иметь постоянный доступ к информации о контейнере: температуре и влажности внутри него, случаях непредусмотренного вскрытия и физического воздействия на груз. Технология *Traxens* востребована и для рефрижераторных перевозок, поскольку предоставляет возможность контроля и удаленного измерения температуры в контейнерах [5].

Компания *DHL* оснащает контейнеры сверхвысокочастотными RFID-метками и встроенными температурными датчиками *Smart Sensor*, благодаря которым клиенты могут отслеживать температурные режимы перевозок и получать предупредительный сигнал в случае их нарушения [6]. Все это обеспечивается спутниковой геолокацией, мобильным интернетом, RFID-метками на каждую единицу товара, интернетом вещей и облачными вычислениями.

Отслеживание товаров, багажа пассажиров в авиации с помощью RFID-меток сократит потери и задержки грузов, также будут сэкономлены средства за счет снижения страховых отсчетов отслеживаемых грузов. Решение IATA об обязательном отслеживании авиабагажа ускорит внедрение RFID-меток в пассажирских авиаперевозках. Российские системы «ЭРА-ГЛОНАСС», «Платон» дают экономический эффект, в том числе и из-за более оперативной медпомощи при авариях.

Наибольшие эффекты от подключенного к *IoT* автотранспорта дают сокращение операционных расходов за счет оптимизации ремонта и обслуживания, повышения прозрачности процессов и минимизации злоупотреблений. Сдерживают внедрение стандартные факторы: недостаточная квалификация менеджмента, отсутствие массовых типовых *IoT*-решений и их относительная дороговизна.

Совершенно новые возможности открывает использование технологии интернета вещей в складском хозяйстве (умные (*smart*) склады). Первая из областей применения *IoT* на складах – умная инвентаризация (*Smart inventory management – SIM*): данные сенсоров и датчиков передаются в систему управления складом (*Warehouse management systems – WMS*), позволяя в интерактивном режиме следить за тем, что именно хранится на складе и в каком количестве, а также исправлять ошибки хранения. Вторая область – контроль за целостностью товаров и других материальных активов. При хранении скоропортящейся продукции, требующей специального температурного режима, система автоматизации зданий (*Building Automation Systems – BAS*) отслеживает колебание температуры на участке склада через сенсоры и при достижении критических значений подает сигнал в систему *WMS*, а та информирует складских работников о сложившейся ситуации. С помощью расположенных на складе и в зоне отгрузки камер можно выявить и нарушение целостности упаковки продукции. Третья область – повышение качества обслуживания клиентов. Датчики в зоне отгрузки могут обеспечить дополнительный контроль за тем, что конкретный груз отправляется нужному клиенту: это предохраняет от ошибок и пересортицы. Также *IoT*-решения позволяют повысить эффективность работы складского оборудования, начиная от погрузчиков и заканчивая лентами транспортеров: они могут быть оснащены датчиками, чтобы определить их оптимальную пропускную способность и скоростной режим. Подобные решения предлагает, например, компания *Swisslog*, одно из них называется *SmartLIFT* [7]. Применение *IoT* в компании *Continental Tire*, оснастившей контейнеры Wi-Fi-сенсорами, позволило интегрировать их в систему управления запасами и с помощью мобильных устройств мгновенно определять их местоположение, что уменьшает затраты на хранение.

Известный удачный пример применения *IoT* в логистике – городская транспортная система Сеула. Система в реальном времени обрабатывает данные, получаемые с GPS, камер наружного наблюдения, и управляет транспортом. Система снизила трафик и повысила удовлетворенность граждан.

Другой пример – система *SmartPort* (умный порт): мониторинг на основе *IoT*-датчиков и управление трафиком транспорта в порту Гамбурга. Система в том числе управляет закрытием мостов для движения судов, железнодорожным и мобильным автодвижением в районе порта.

3D-печать на логистических складах. Трехмерная 3D-печать открывает перспективы создания цифровых складов, где будут храниться уже не предметы, а их виртуальные модели. Заказы будут выполняться на таком складе непосредственно производителем и доставляться потребителю на дом. Одним из первых будет затронут сектор производства запасных частей, электронную модель которых можно будет в очень короткое время загрузить из онлайн-библиотеки в аппарат 3D-печати, изготовить и затем поставить со склада заказчика. В 2013 г. американская компания *United Parcel Service*, специа-

лизирующаяся на экспресс-доставке и логистике, начала тестирование принтера *Stratasys UPrint SE Plus*, который можно использовать для производства запчастей, функциональных прототипов, реквизита, архитектурных моделей, крепежей для камер, осветительных приборов и кабелей [5].

Сторонники развития 3D-печати на логистических складах традиционно выделяют четыре эффекта новой технологии: увеличение скорости производства при одновременном сокращении издержек, клиентоориентированность, уход компаний от аутсорсинга, снижение влияния на окружающую среду из-за сокращения количества грузовиков на улицах.

Экономические последствия массового внедрения технологии 3D-печати для логистической отрасли значительны. Стратегия 3D-производства на заказ может существенно повлиять на отношения производителей и продавцов, которые в некоторых секторах либо вообще перестанут существовать, либо станут складами производителей, не имеющими собственного товарного запаса. Изготовление продукции по индивидуальным заказам непосредственно на месте, недалеко от потребителя, повлечет за собой снижение складских запасов и транзитных издержек. Например, производство товаров, которые ранее изготавливались на китайском рынке, может быть перемещено к потребителям, живущим в Северной Америке или Европе, что значительно уменьшит объемы судоходства и авиаперевозок.

Таким образом, 3D-печать может заметно изменить логистику: вместо грузовых перевозок деталей будет нужно перевозить, но уже в меньшем объеме, материалы для 3D-принтеров, а это уменьшит использование складов. Крупнейшим новым сектором станет хранение и перемещение сырья для 3D-печати.

Роботизация складов. Еще один перспективный тренд цифровой логистики – роботизация товарных складов. Например, на складах *Amazon* уже трудится более 30 тыс. роботов-грузчиков *Kiva*, которые полностью автоматизировали процесс хранения, комплектования и упаковки. С их помощью компания сократила операционные расходы на 20 %. Когда проект *Kiva* будет распространен на все 110 центров компании, то она снизит издержки на 800 млн долл. США [7].

Компания *Walmart* планирует использовать внутри логистических центров дроны, которые будут перемещаться по пространству склада, делая 30 фотокадров в секунду. Эта информация будет использоваться для инвентаризации огромных складов, которую с помощью летающих роботов можно провести за один день, а ранее на такой процесс «вручную» ушло бы около месяца [7].

Ключевая роль в цифровой трансформации логистики отводится носимым устройствам. Отслеживание, дистанционное управление, анализ и автоматизация с помощью носимых устройств поменяют правила игры во всей транспортной сфере. По прогнозам компании *Cisco*, к 2020 г. в мире будет насчитываться 50 млрд подключенных к сети устройств *IoT*, из них 83 % – носимая электроника [9, р. 4].

Краткие рекомендации по внедрению цифровой логистики в Беларуси. Транзит – один из ключевых факторов роста белорусской экономики. Страна постепенно становится звеном в торговле ЕС с ЕАЭС, а также ЕС и Китая благодаря китайскому проекту «Новый шелковый путь». Свидетельство этому – рост белорусского экспорта грузовых транспортных услуг (см. таблицу). Поэтому главное для Беларуси и других стран ЕАЭС – создать евроазиатский цифровой транспортный коридор между Китаем и ЕС. Цифровой транспортный коридор – это информационная поддержка перевозок на основе безбумажного документооборота с включением транспортных и таможенных документов. Цифровизация и стандартизация могут существенно улучшить экономическую эффективность этого коридора.

Экспорт белорусских грузовых транспортных услуг, млн долл. США

Export of Belarusian freight transport services, in USD million

Вид услуги	Год											
	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Экспорт грузовых транспортных услуг	302	457,5	1133,1	2580,4	3061	3082,1	3214	344,1	2451	2403,7	2857,8	3208,0
в том числе:												
грузовых железнодорожных	94	138,7	401,5	645,9	775,0	851,3	918,8	807,2	611,7	585	761,7	916,6
грузовых автомобильных	56	114,6	288	618,6	869,6	988,7	1099	1091,7	854	902,6	1126,1	1306,1
грузовых воздушных	16	8,7	13,1	19,1	24,3	26,0	27,6	50,1	42,8	43,1	33,6	45,9
грузовых морских	–	–	4,7	453,3	473,0	314,7	233,8	310	224,9	210	286,6	320,6
трубопроводных	88	195,2	425,3	833,6	907,2	882,7	919,7	866,8	696,6	620,5	649,8	618,8

Источник: Платежный баланс Республики Беларусь (www.nbrb.by).

Цифровой евроазиатский коридор должен сопровождать грузы с электронной документацией в целях ускорения их прохождения на белорусско-польской и казахско-китайской границах. Цифровой коридор должен быть увязан с цифровыми логистическими системами транспортных компаний. Уже сегодня белорусская таможня принимает электронные декларации заранее, что ускоряет прохождение груза. Успешный проект реализован и по внедрению системы видеоконтроля в пункте пропуска «Новая Гута», что было отмечено ЕС в рамках «Восточного партнерства».

В принятой в конце 2017 г. правительством Концепции развития логистической системы Республики Беларусь до 2030 г. в области цифровизации сформулированы следующие задачи:

- переход на электронные технологии документооборота по устойчивым цепям товародвижения;
- формирование единой цифровой платформы логистических систем на основе интеграции взаимодействия с международными информационными системами;
- унификация стандартов информационного обмена данными между участниками логистической системы;
- использование электронных форм товаросопроводительных и коммерческих документов при международных перевозках различными видами транспорта;
- развитие системы электронной биржевой торговли в сфере оказания логистических услуг.

В рамках цифровой повестки ЕАЭС для распространения на автомобильном, железнодорожном и авиационном транспорте ЕАЭС реализуются проекты «Цифровая дорога» и «Цифровой транспорт».

В сфере В2С необходимо упрощение системы интернет-бронирования, включая планирование маршрута и приобретение билетов, в том числе с помощью мобильных приложений. Лучший пример для подражания – приложение *Deutsche Bahn Navigator*, которое позволяет детально спланировать маршрут, включая проезд от дома до железнодорожного вокзала, поиск и оплату парковки автомобиля у вокзала. Железнодорожные перевозки в Беларуси имеют пока ограниченные цифровые каналы взаимодействия между перевозчиками, грузоотправителями и пассажирами.

Необходимо на основе больших данных в облаках создать также системы прогнозирования спроса на пассажирские и грузоперевозки, что увеличит доходы и снизит стоимость перевозок.

Целесообразно расширить подключение к грузоперевозкам посредством онлайн-каналов малого и среднего бизнеса. Лучшие образцы – мультимодальные системы *Cargoclix.com*, *DBSehenker*, *Cargomatic*, *UPS*, *MyDHL*, *Xeneta*, *Inttra*, упрощающие процесс приобретения логистических услуг для юрлиц.

Экономическая эффективность цифровой логистики

Экономическая эффективность логистических систем в значительной степени связана с применяемыми в ней цифровыми технологиями, которые позволяют воплощать новые логистические решения и оптимизировать технологический процесс, улучшая экономические показатели деятельности за счет реализации ранее недоступных процедур. Таким образом, цифровые технологии служат источником дополнительной прибыли при организации внутригосударственных и международных перевозок. По данным исследования, проведенного РвС в 2016 г., «...90 % транспортно-логистических компаний мира считают, что ключевым трансформационным фактором в отрасли в ближайшие пять лет станут системы обработки и анализа данных; 50 % компаний «признают, что самой серьезной организационной проблемой является отсутствие “культуры использования цифровых технологий”» [14, р. 7].

Высокий уровень требований к эффективности управления перевозками определяет потребность в высоком уровне цифровизации операционной деятельности участников транспортного рынка, их взаимодействия. В связи с этим цифровые технологии неотвратимо перемещаются из разряда вспомогательных средств в класс основных, позволяя существенно снизить затраты на организацию и осуществление перевозок, повысить качество транспортно-логистических услуг, производительность труда работников транспортных предприятий, повысить конкурентоспособность компании [15].

Логистические процессы всегда сопровождались информационными потоками, несущими информацию о перемещении груза, транспортных средств и т. д. Однако только цифровая логистика и цифровой транспорт создали новую стадию ИКТ-внедрения. Интеграция в логистику систем геопозиционирования, позволяющих контролировать местонахождение транспортных средств и систем радиочастотного кодирования (RFID) грузов, а также внедрение умных контрактов создают новую цифровую логистику (например, умные контейнеры позволяют отслеживать не только нахождение груза, но и его состояние, информацию о климатических угрозах для него). Технологии интернета вещей (*IoT*) на основе данных, полученных от сенсоров, позволяют вовремя перегрузить контейнеры и выбрать оптимальные маршруты перевозок.

Выделим наиболее перспективные направления цифровизации транспорта, которые создают экономические выгоды цифровой логистики:

- контроль местоположения товаров, видимость товаров на всем протяжении цепочек поставок и в итоге – полная прозрачность перемещения;
- предотвращение краж топлива, нецелевого использования транспорта и доступность данных для расследования инцидентов;
- автоматическая диспетчеризация и интеграция с ERP-системами;
- мгновенная инвентаризация логистических складов, товарных залов или контейнеров;
- полностью автоматические складские системы, оборудованные роботами и автономными автопогрузчиками;
- мгновенное реагирование на изменение логистического состояния;
- ассистенты водителя и автопилоты движения по трассе и в перспективе – полная автономность транспорта.

Цифровая логистика сокращает временные, трудовые, финансовые потери, связанные с поиском данных для формирования оптимальных логистических схем на основе эффективного моделирования горизонтальных производственно-экономических и торгово-экономических связей между различными организациями. Развитие цифровой логистики в организации перевозок позволяет оптимизировать процесс транспортировки, существенно сократить затраты на его планирование и обеспечение.

Заключение

Итак, классифицируем экономические эффекты цифровой трансформации транспорта.

1. **Технологические эффекты.** Цифровая трансформация логистики повышает уровень прогрессивности применяемых технологий. За счет улучшения качества осуществления технологических процессов логистического бизнеса сокращается время обслуживания (в силу ускорения процессов обработки и передачи информации) и скорость доставки грузов.

2. **Эффекты, повышающие конкурентоспособность.** Цифровая трансформация улучшает конкурентные возможности и увеличивает долю логистической компании на рынке. В результате увеличивается клиентская база за счет роста удовлетворенности качеством обслуживания, которое происходит благодаря сокращению времени ожидания при оформлении документов, скорости и качеству доставки грузов.

3. **Коммерческие эффекты.** Благодаря цифровизации логистики происходит увеличение объема перевозок, появляются новые ИТ-услуги, повышается производительность, экономятся расходы, в результате происходит прирост доходов от дополнительных перевозок, появляются дополнительные доходы при оказании ИТ-услуг, экономятся логистические затраты.

4. **Социально-экономические эффекты.** Совершенствуется организационная структура компании; улучшаются условия труда; повышается качество и производительность труда, качество обработки, передачи и хранения информации; сокращается количество бумажных документов и объем информации, численность персонала, особенно управленческих работников (за счет повышения производительности труда); сокращается время доступа к информации, принимаемые решения в управлении перевозками становятся более оперативными.

Библиографические ссылки

1. Ковалев ММ, Головенчик ГТ. *Цифровая экономика – шанс для Беларуси*. Минск: Издательский центр БГУ; 2018. 327 с.
2. Ковалев ММ, Королёва АА, Дутина АА. *Транспортная логистика в Беларуси: состояние, перспективы*. Минск: Издательский центр БГУ; 2017. 327 с.
3. Цифровизация контейнерных перевозок. Влияние современных технологий на логистику [Интернет; процитировано 24 апреля 2018 г.]. Доступно по: transweek.ru/18/Digitization_of_container_shipments.pdf.
4. Куприяновский ВП, Синягов СА, Климов АА, Петров АВ, Намиот ДЕ. Цифровые цепи поставок и технологии на базе блокчейн в совместной экономике. *International Journal of Open Information Technologies*. 2017;5(8):80–95.
5. Ларин ОВ, Куприяновский ВП. Вопросы трансформации рынка транспортно-логистических услуг в условиях цифровизации экономики. *International Journal of Open Information Technologies*. 2018;6(3):95–100.
6. Какие технологии в логистике используют Amazon, DHL, Alibaba и другие гиганты [Интернет; процитировано 26 января 2018 г.]. Доступно по: <http://www.logists.by/library/view/kakie-tehnologii-v-logistike>.
7. «Умные склады»: как сенсоры, роботы и дроны меняют логистику [Интернет; процитировано 25 января 2018 г.]. Доступно по: <https://iot.ru/riteyl/umnye-sklady-kak-sensory-roboty-i-drony-menyayut-logistiku>.
8. Глобальный институт McKinsey. Прорывные технологии, которые изменят мир [Интернет; процитировано 25 января 2018 г.]. Доступно по: docplayer.ru/78221978.

9. Юзаева АГ, Кукарцев ВВ. Беспилотные автомобили: опасности и перспективы развития. Актуальные проблемы авиации и космонавтики. *Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики; 11–15 апреля 2016 г.; Красноярск, Россия. Том 2.* Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет; 2016. с. 120–122.
10. Афанасьев ИД, Борисова ВВ. *Цифровая логистика.* Санкт-Петербург: Питер; 2019. 272 с.
11. Силкина ГЮ, Щербактова ВВ. *Современные бренды цифровизации логистики.* Санкт-Петербург: Политех-Пресс; 2019. 256 с.
12. Халыфиев АА, Халыфиев РА. Беспилотные грузовые автомобили. *Научный журнал.* 2016;9(10):17–19.
13. Новикова ТВ, Янусов ДГ. Повышение эффективности функционирования логистической системы на основе внедрения автономного транспорта в практику применения. В: Пилипчук ИН, редактор. *Новая наука: стратегии и векторы развития. Международное научное периодическое издание по материалам Международной научно-практической конференции; 19 января 2016 г.; Ижевск, Россия. Часть 1.* Стерлитамак: РИЦАМИ; 2016. с. 114–116.
14. Shifting patterns the future of the logistics industry [Internet; cited 2018 February 15]. PwC. Available from: <https://www.pwc.com/transport>.
15. Лёвин БА, Ефимова ОВ. Цифровая логистика и электронный обмен данными в грузовых перевозках. *Мир транспорта.* 2017;15(2):142–149.
16. King M. Carriers ‘best placed to control digital shipping’, claims Maersk [Internet; cited 2018 January 27]. Available from: <https://www.lloydsloadinglist.com/freight-directory/news/Carriers-‘best-placed-to-control-digital-shipping’-claims-Maersk/68197.htm#.WGpZcLZ953k>.

References

1. Kovalev MM, Golovenchik GG. *Tsifrovaya ekonomika – shans dlya Belarusi* [Digital economy is a chance for Belarus]. Minsk: Publishing Center of the Belarusian State University; 2018. 327 p. Russian.
2. Kovalev MM, Koroleva AA, Dutina AA. *Transportnaya logistika v Belarusi: sostoyanie, perspektivy* [Transport logistics in Belarus: state, prospects]. Minsk: Publishing Center of the Belarusian State University; 2017. 327 p. Russian.
3. Digitalization of container transportation. Influence of modern technologies on logistics [Internet; cited 2018 April 24]. Available from: transweek.ru/18/Digitization_of_container_shipments.pdf.
4. Kupriyanovsky VP, Sinyagov SA, Klimov AA, Petrov AV, Namiot DE. Digital supply chains and blockchain-based technologies in a shared economy. *International Journal of Open Information Technologies.* 2017;5(8):80–95. Russian.
5. Larin OV, Kupriyanovsky VP. On transformation of the market of transport and logistics services in the context of the digitalization of the economy. *International Journal of Open Information Technologies.* 2018;6(3):95–100. Russian.
6. What technologies in logistics use Amazon, DHL, Alibaba and other giants [Internet; cited 2018 January 26]. Available from: <http://www.logists.by/library/view/kakie-tehnologii-v-logistike>. Russian.
7. «Clever warehouses»: such as sensors, robots and drones change logistics [Internet; cited 2018 January 25]. Available from: <https://iot.ru/riteyl/umnye-sklady-kak-sensory-roboty-i-drony-menyayut-logistiku>. Russian.
8. McKinsey Global Institute. Breakthrough technologies which will change the world [Internet; cited 2018 January 25]. Available from: docplayer.ru/78221978.
9. Yuzaeva AG, Kukartsev VV. [Unmanned cars: the risk and prospects] *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики. Materialy XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi Dnyu kosmonavтики; 11–15 aprelya 2016 g.; Krasnoyarsk, Rossiya. Tom 2.* [Current problems of aircraft and astronautics]. Krasnoyarsk: Reshetnev Siberian State University of science and technology; 2016. p. 120–122. Russian.
10. Afanasiev ID, Borisova VV. *Tsifrovaya logistika* [Digital logistics]. Saint Petersburg: Peter; 2019. 272 p. Russian.
11. Silkina GYu, Shcherbakova VV. *Sovremennye brendy tsifrovizatsii logistiki* [Modern brands of digitalization of logistics]. Saint Petersburg: Polytech Press; 2019. 256 p. Russian.
12. Khalyafiev AA, Khalyafiev RA. [Self-driving cars]. *Scientific Journal.* 2016;9(10):17–19. Russian.
13. Novikova TV, Janusov DG. [Improving the efficiency of the logistics system based on the introduction of autonomous transport in the practice of application]. In: Pilipchuk IN, editor. *Novaya nauka: strategii i vektory razvitiya. Mezhdunarodnoe nauchnoe periodicheskoe izdanie po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 19 yanvarya 2016 g.; Izhevsk, Rossiya. Chast' 1.* [New science: strategies and vectors of development. International scientific periodical edition to the materials of International scientific conference; 2016 January 19; Izhevsk, Russia. Part 1]. 2016. с. 114–116. Russian.
14. Shifting patterns the future of the logistics industry [Internet; cited 2018 February 15]. PwC. Available from: <https://www.pwc.com/transport>.
15. Lyovin BA, Efimova OV. Digital logistics and electronic data exchange in freight transportation. *World of transport and transportation.* 2017;15(2):142–149. Russian.
16. King M. Carriers ‘best placed to control digital shipping’, claims Maersk [Internet; cited 2018 January 27]. Available from: <https://www.lloydsloadinglist.com/freight-directory/news/Carriers-‘best-placed-to-control-digital-shipping’-claims-Maersk/68197.htm#.WGpZcLZ953k>.

Статья поступила в редакцию 24.10.2018.
Received by editorial board 24.10.2018.