

Научная статья
УДК:658.7:656.073
© В. В. Слесарев
DOI: 10.24412/2225-8264-
2025-2-961

Ключевые слова: транзакционные издержки; логистические цепи; сальдовый метод оценки; правовая среда; беспилотные транспортные средства; цифровые технологии

Keywords: transaction costs; logistics chains; balance method of valuation; legal environment; unmanned vehicles; digital technologies

ТРАНСАКЦИОННЫЕ ИЗДЕРЖКИ В ЛОГИСТИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Слесарев В. В.¹

***Аннотация.** В представленной работе рассмотрен потенциал снижения транзакционных издержек в логистике посредством внедрения беспилотных транспортных систем. Излагается состояние проблемы, где транзакционные затраты могут достигать значительной доли в совокупных логистических расходах предприятий. Показано, что беспилотные решения способны существенно снизить операционные и транзакционные издержки за оптимизации информационных потоков и электронного документооборота, однако внедрение таких систем сопряжено с дополнительными инвестициями и правовыми вызовами (ответственность в случае ДТП, регулирование рынка труда и др.). В работе выделены три уровня развития цифровой логистики: начальный, гибридный и экосистемный. Подчеркивается важность учета интересов всех сторон — государства, бизнеса и общества — при определении суммарного эффекта от цифровизации логистической сферы. Делается вывод о необходимости комплексного подхода, включающего технологические, правовые и социально-экономические инструменты.*

¹Слесарев Виталий Владимирович — старший преподаватель кафедры таможенного дела, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (Россия, г. Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А)
E-mail: slesarev.v@unecon.ru.

TRANSACTION COSTS IN LOGISTICS: PROSPECTS FOR REDUCTION WHEN IMPLEMENTING UNMANNED TRANSPORT SYSTEMS

Vitaliy V. Slesarev

Senior Lecturer, Saint-Petersburg State University of Economics

***Abstract.** The presented work considers the potential for reducing transaction costs in logistics through the introduction of unmanned transport systems. The state of the problem is described, where transaction costs can reach a significant share in the total logistics costs of enterprises. It is shown that unmanned solutions can significantly reduce operational and transaction costs for optimizing information flows and electronic document management, but the introduction of such systems is associated with additional investments and legal challenges (liability in case of an accident, regulation of the labor market, etc.). The work identifies three levels of digital logistics development: initial, hybrid and ecosystem. The importance of taking into account the interests of all parties - the state, business and society - when determining the total effect of digitalization of the logistics sector is emphasized. A conclusion is made about the need for an integrated approach, including technological, legal and socio-economic instruments.*

Поступила в редакцию:
11.03.2025

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития мировой экономики наблюдается тенденция к оптимизации производственных процессов, обусловленная процессами глобализации и интенсификацией технологического прогресса. Данная динамика эволюции экономических отношений требует системного анализа факторов, влияющих на повышение эффективности хозяйственной деятельности субъектов экономики в контексте изменения парадигм управления ресурсами и организационных структур.

Одним из важных аспектов, обеспечивающих эффективность экономических процессов, является логистика [1], которая играет существенную роль в обеспечении доставки сырья, полуфабрикатов и готовых товаров, что, в свою очередь, влияет на общую производительность и конкурентоспособность предприятий. Так, в себестоимости товаров и услуг, оказываемых предприятиями, логистическая составляющая может достигать 10–40% (в зависимости от отрасли). В системе обращения товаров и услуг расходы на выполнение ключевых логистических функций могут занимать до 35–48% всех затрат.

Современная логистика, которая охватывает целый ряд процессов управления цепочками поставок, транспортировки, складирования и распределения товаров, а также управления запасами и инвентаризации, при этом сталкивается с рядом проблем. В США, одной из ведущих в мире национальных экономик, расходы на логистику в доле номинального ВВП изменя-

лись с 7,5% в 2020 году до 9,1% в 2022 году (разгар ковид-кризиса) и 8,7% в 2023 году (2,4 трлн долларов США), непропорционально коррелируя с периодами роста и замедления мировой экономики (рис. 1).

В странах ЕС в период 2017–2024 гг. фиксируется устойчивый рост цен на грузовые автоперевозки по спотовым и контрактным тарифам (рис. 2).

Кроме прямых операционных расходов, в логистике также сталкиваются с транзакционными затратами, возникающими при взаимодействии организаций в цепях поставок. По ряду оценок, транзакционные издержки могут достигать 20–30% совокупных логистических расходов, а по некоторым оценкам — до 15% в совокупных затратах фирмы [7]. С учетом того, что доля логистики в структуре экономической деятельности стран может находиться в диапазоне от 10 до 20% от размера ВВП, значение оптимизации именно транзакционных издержек оказывается весьма серьезным.

Развитие цифровизации, наблюдаемое в экономике многих государств, в том числе в России, способствует появлению множества потенциальных инструментов для рационализации логистических процессов. В последние годы особый интерес вызывают беспилотные транспортные системы (БТС) и связанные с ними технологии, которые, по мнению многих специалистов, могут стать катализаторами снижения операционных и транзакционных издержек в перевозках и логистических операциях в целом [17].

С точки зрения экономики, цифровое преобразование логистической сферы влечет ожидания по сни-

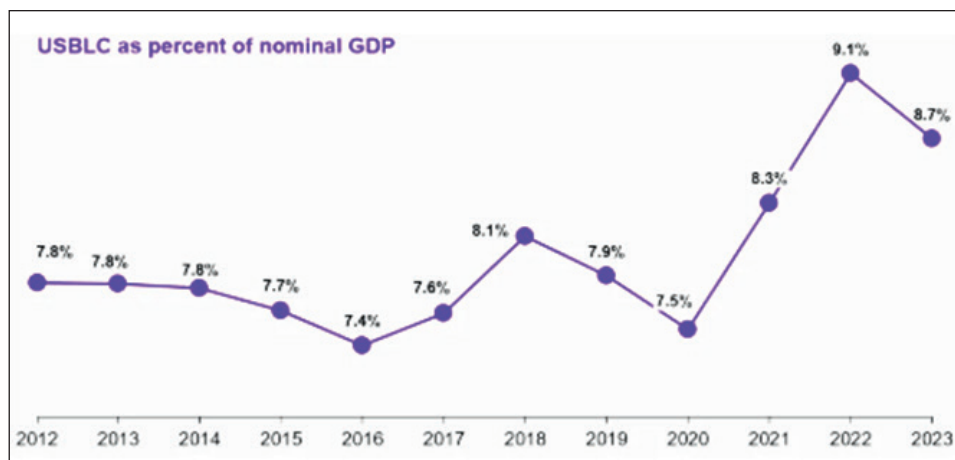
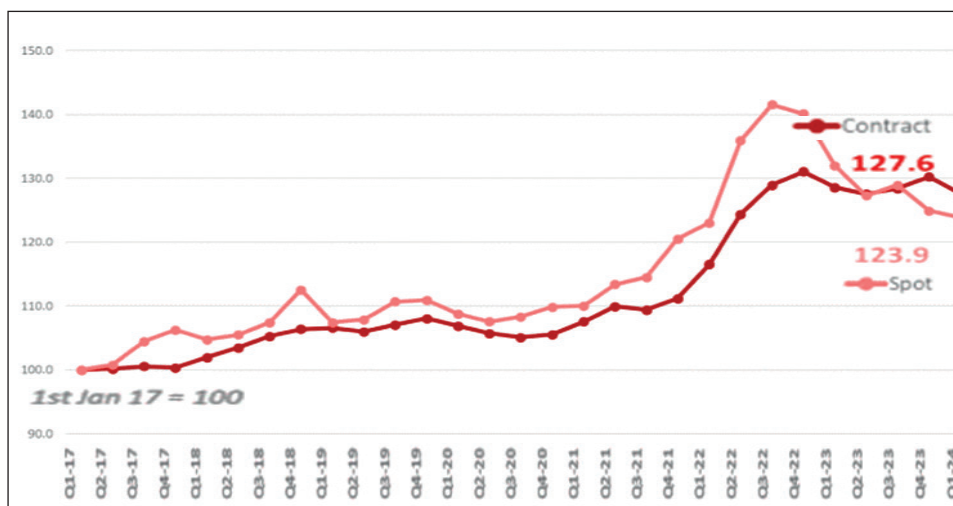


Рис. 1. Динамика доли в структуре ВВП США расходов на логистику (U.S. Business Logistics Costs), 2012–2023

Источник: составлено по данным экспертного обзора [2].

Рис. 2. Индекс тарифов на дорожные перевозки в странах ЕС на спотовом и контрактном рынках, 2017–2024 гг. (от уровня 2017 г.)

Источник: составлено по данным профильной Еврокомиссии [19].



жению транзакционных издержек за счет упрощения и ускорения обмена информацией, перехода к более прозрачным и стандартизированным сделкам, а также благодаря сокращению посреднических операций. Вопросы внедрения БТС (автомобилей, грузовых дронов, автономных роботов — в зависимости от сферы применения) дополняются сложным аспектом обновления юридической базы. Необходимо учитывать соблюдение норм безопасности, страховые аспекты, защиту данных и обеспечения нормативно-правового признания электронных сделок, сопровождающих планирование и реализацию перевозок в автоматическом режиме.

Цель данной работы — изучить потенциал снижения транзакционных издержек в логистике при внедрении БТС, учитывая экономические и правовые аспекты. При этом в фокусе остаются вопросы, связанные с деятельностью различных участников логистических цепей поставок, а также анализ механизмов трансформации деловых процессов за счет цифровизации и роботизации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование основано на теоретических положениях институциональной экономики и логистики, а также на концепциях управления цепями поставок в условиях цифровизации. Использованы труды российских и зарубежных специалистов в смежных областях — от разработки правовых норм применения автоматизированных и БТС до анализа экономической эффективности программ внедрения цифровых платформ и смарт-контрактов в сфере транспортно-экспедиционных услуг.

Теоретическая база исследования:

— институциональная экономика: в рамках этого направления изучены теоретические основы понятия «транзакционные издержки», их классификация, формы проявления и возможности их минимизации через совершенствование правовых институтов и организационных механизмов контроля [1; 7];

— логистика и управление цепями поставок: анализированы исследования, где дается общая характеристика структуры логистических издержек, места и роли транзакционных затрат в формировании затратных статей, рассматриваются механизмы взаимодействия грузоотправителей и грузополучателей, посредников, финансовых организаций и других игроков рынка [15–17];

— цифровая трансформация бизнес-процессов: в ходе разработки гипотез о потенциале снижения издержек учтены модели внедрения интеллектуальных технологий (искусственный интеллект, блокчейн и смарт-контракты), а также потенциальные барьеры, связанные с безопасностью информационных систем.

В работе использовался комплекс подходов:

1) общенаучные методы (анализ, синтез, индукция, дедукция): позволили выявить направления влияния цифровизации на систему логистических издержек и выделить те аспекты, которые непосредственно влияют на транзакционную составляющую;

2) метод декомпозиции логистических процессов: применялся с целью структурировать и класси-

фицировать компоненты логистических операций (от поиска и проверки контрагентов до заключения договоров и оформления всей необходимой документации);

3) системный подход: использовался при рассмотрении логистических цепей как целостных структур, объединяющих грузоотправителей, грузополучателей, транспортные компании, финансовые и страховые организации, а также встраивающихся в них ИТ сервисы;

4) сравнительный анализ моделей цифровизации: был задействован, чтобы соотнести различные уровни внедрения БТС и «умных контрактов» с потенциальным снижением транзакционных затрат;

5) правовой анализ: включал исследование нормативной регламентации использования автономных транспортных средств, цифровых платформ, электронного документооборота и механизма страхования рисков, возникающих при автоматизации перевозки грузов.

Таким образом, междисциплинарный характер работы позволил рассмотреть проблему транзакционных издержек не только с позиции экономической эффективности, но и с учетом правовых факторов, влияющих на принятие решений во внешне- и внутрифирменных логистических процессах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Осуществляемая глобальная цифровая трансформация увеличивает неопределенность для компаний, действующих в традиционной парадигме сложившихся ранее экономических взаимоотношений [6], но при этом же предоставляет цифровой инструментарий по оптимизации и сокращения расходов в производственных и бизнес-процессах.

Классическое определение транзакционных издержек было предложено экономистом Рональдом Коузом («Природа фирмы», 1937) — это затраты, связанные с использованием рыночного механизма. Это включает в себя расходы на поиск информации, ведение переговоров, заключение контрактов, мониторинг их выполнения и урегулирование споров.

Позже этот концепт был развит Дугласом Нортом, который определил транзакционные издержки как издержки обмена, возникающие в процессе взаимодействия между экономическими агентами, что близко к сути логистики в общем. Норт отмечал, что в персонализированном обмене транзакционные издержки минимальны или отсутствуют, что также близко к сути логистики в современных высокоавтоматизированных формах.

Российские исследователи рассматривают транзакционные издержки в контексте специфики российского рынка, учитывая особенности транспортной инфраструктуры, нормативное регулирование и экономические условия [13; 19].

В логистической сфере транзакционные издержки связаны с процессами управления материальными потоками, информационными и финансовыми ресурсами. Они охватывают затраты на организацию и сопровождение операций, связанных с перемещением товаров и услуг от производителя до потребителя.

Цифровизация систем и средств транспорта и

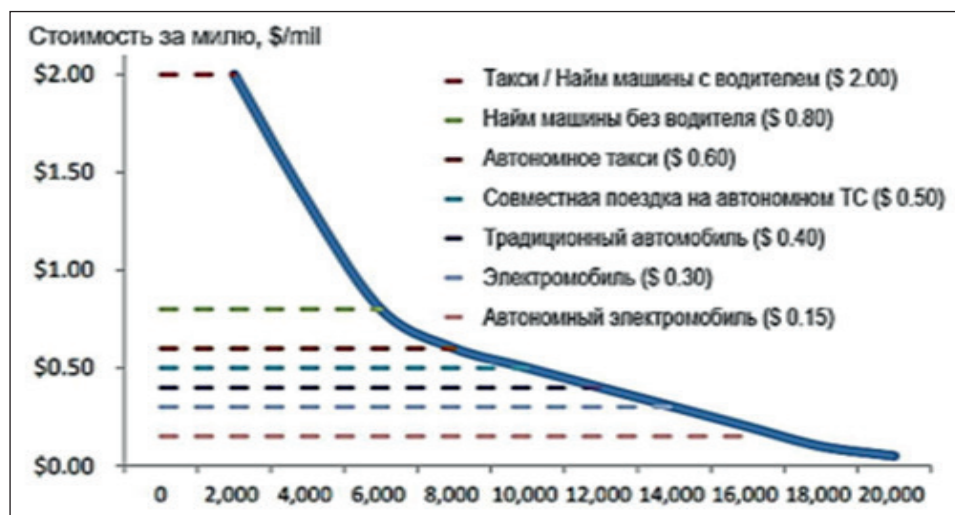
транспортной инфраструктуры позволяет снизить другой существенный аспект логистических издержек в виде снижения аварийности вследствие негативного проявления субъективизма человеческого фактора, что является причиной 80% дорожно-транспортных происшествий со всеми вытекающими юридическими и экономическими последствиями.

В России с 2016 г. происходит постепенное создание соответствующих правовых оснований беспилотных перевозок, что позволило России стать одной из лидирующих стран в апробации БТС в грузоперевозках [13]. Так, фактически осуществляется апробация высокоавтоматизированных транспортных средств в междугородних грузовых перевозках между логистическими хабами Шушары и Химки на расстоянии 679 км (автотрасса М-11 «Санкт-Петербург — Москва»). Доказанным результатом эффективности БТС в грузоперевозках можно считать существенное снижение расходов на ГСМ на 20%, увеличение скорости доставки грузов на 30%. По итогам успешной апробации принято решение по расширению деятельности на трассы М-1 «Беларусь» и М-4 «Дон» с планами доведения сети беспилотных грузоперевозок автотранспортом до 19,5 тыс км российских дорог к 2030-у году. Это открывает перспективу цифровизации автодорожных и мультимодальных сообщений в международных транспортных коридорах «Запад — Восток» (Европа — Россия — Китай) и «Север — Юг» (Санкт-Петербург — Чехбехар — Мумбаи) с очевидным увеличением эффективности и производительности логистических процессов [8].

Цифровизация транспортно-логистической сферы представляет собой комплексный процесс, требующий интеграции современных технологических решений на всех уровнях хозяйственной деятельности. В данном контексте особую значимость приобретает создание соответствующей инфраструктурной базы, включая внедрение «умных» дорог и программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих функционирование интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [9]. Эти системы с использованием искусственного интеллекта [16] становятся ключевым элементом цифровой логистики, позволяя оптимизировать как организационные процессы, так и непосредственную эксплуатацию транспортных средств.

Рис. 3. Сравнение расходов на милю пробега разных вариантов по дальности для автономных и традиционных автомобилей, 2020

Источник: данные отчета компании-производителя беспилотного автомобиля [11].



Осуществляемая цифровая трансформация транспорта соответственно влияет и на развитие новых возможностей логистических операторов [13]. Автоматизация транспортных перевозок, являющихся основой деятельности логистики как таковой, влияет на расширение потенциала и операторов логистической деятельности. В ранних работах автора рассмотрена деятельность логистических операторов 5PL, предлагающих на основе современных цифровых технологий полный комплекс интегрированных услуг по доставке грузов [12].

В среднесрочной перспективе можно ожидать дальнейшего развития экспериментальных зон, где движутся колонны беспилотных грузовиков, работают автономные складские системы и активно задействованы авиа- и наземные дроны «последней мили». Правовые эксперименты (так называемые «регуляторные песочницы» [13]) позволят сформировать четкие стандарты и алгоритмы, снижающие транзакционные расходы через электронные платформы.

Влияние БТС на транзакционные издержки

Транзакционные издержки традиционно отождествляют с расходами на организацию и сопровождение взаимовыгодных сделок. Согласно ряду исследований, существенное увеличение общих логистических затрат сопровождается возрастанием транзакционных издержек, и обратный процесс — рост транзакционных издержек зачастую ведет к дальнейшему росту совокупных издержек на обеспечение логистики.

Внедрение БТС является значимым фактором в развитии транспортно-логистической сферы. Так, ввод системы полного автопилота в гражданской авиации, уже частично использующегося 100 лет в практике эксплуатации, позволит дополнительно снизить стоимость перевозок на 10%. Потребитель логистических услуг имеет выбор между традиционным и БТС, которые на определенной дальности автоперевозок являются более экономически выгодными, чем традиционная система управления «водитель — машина» [13].

Внедрение автономных транспортных средств в логистические цепи поставок способно влиять на многие аспекты взаимодействия контрагентов. Прежде всего, снижается роль некоторых посредников (например, во-

дательских и сервисных бригад, участвующих в планировании маршрута и непосредственной перевозке грузов). При корректном правовом и организационном оформлении, а также надлежащем контроле со стороны регуляторов, БТС могут дать следующие преимущества.

1. Сокращение времени принятия решений — автономные транспортные средства обрабатывают данные в режиме реального времени, выбирая оптимальные маршруты, следуя безопасным и регламентированным трассам, что снижает затраты на уточнение деталей перевозки, дополнительную координацию при непредвиденных ситуациях (пробки, ремонты дорог и др.).

2. Упрощение юридического оформления — оцифровка большинства процессов (например, использование электронных накладных, электронных платежных систем, смарт-контрактов) приводит к сокращению «бумажного» документооборота, минимизации рисков оппортунизма, гарантируя автоматический учет исполнения обязательств и предоставляя проверяемую историю всех сделок.

3. Автоматизация процессов планирования и управления улучшить координацию между участниками рынка.

3. Снижение рисков морального износа и негативного проявления субъективизма человеческого фактора — автономные решения, особенно на стадии зрелого внедрения, уменьшают вероятность ошибок, которые могут быть вызваны человеческим фактором.

4. Уменьшение посреднических операций в информационном потоке — сокращается число транзакций сторонних провайдеров, операторов колл-центров и т.п., что отражается на общей структуре снижения транзакционных издержек.

Несмотря на перспективу снижения издержек, ряд факторов продолжает оказывать существенное воздействие на динамику транзакционных расходов (табл. 1).

Цифровая трансформация логистических процессов в форме внедрения БТС может существенно нивелировать негативное влияние ряда перечисленных факторов.

Однако одновременно возрастают требования к капитальным вложениям в инфраструктуру и разработку нормативных актов, регламентирующих применение БТС.

Модели развития цифровой логистики при внедрении БТС

В литературе выделяют несколько уровней цифровой трансформации бизнеса, снижающей транзакционные издержки [3]. Данный подход применим для использования в сфере транспортной и складской логистики, где особую роль начинают играть БТС.

1. Начальный (локальный) уровень внедрения автономных систем

Использование отдельных беспилотных решений (например, роботизированных погрузчиков на складах или самоуправляемых внутрицеховых транспортных средств), при этом общая схема функционирования цепей поставок остается преимущественно традиционной.

Цифровизация присутствует фрагментарно и дополнительно сопровождается «бумажным» документооборотом для юридической валидации сделок.

2. Гибридная модель

Расширяется применение беспилотных перевозок на отдельные маршруты (с заранее тестируемой инфраструктурой).

Во всех смежных процессах (документооборот, расчеты, контроль юридических обязательств) активно используются электронные формы контрактов, электронные платежи и смарт-контракты [16].

При этом сохраняется возможность дублирования ряда процессов в бумажном виде в силу правовых требований или консерватизма отдельных участников.

3. Экосистемная интеграция

БТС (грузовики, дроны, автопоезда) функционируют в рамках единой цифровой экосистемы, которая объединяет всех участников логистической цепи: поставщиков, клиентов, страховщиков, таможенные и надзорные органы [5].

Юридические взаимоотношения полностью переходят в электронную систему (смарт-контракты при-

Таблица 1

Факторы, влияющие на уровень транзакционных расходов в сфере логистики

Фактор	Направление влияния	Причина появления
Неопределенность внешней среды (макро- микроуровень)	Прямое	Постоянный мониторинг конкурентов, правовой базы, технологических стандартов. При отсутствии доверительного климата затраты возрастают.
Уровень доверия участников логистической цепи	Обратное	При высоком доверии снижаются затраты на контроль, проверку.
Количество участников цепи поставок	Прямое	Каждый дополнительный участник генерирует новые договоры, механизмы контроля оплаты и исполнения обязательств.
Сложность контрактных отношений	Прямое	Гибкие и многосложные контракты требуют больших усилий на согласование условий, увеличивают юридические и координационные издержки.
Уровень стандартизации услуг и процессов	Обратное	Чем выше стандартизация, тем проще интеграция смарт контракта, автоматизация учета и контроля выполнения обязательств.
Степень (уровень) цифровизации	Обратное	Автоматизация процессов, цифровой документооборот и внедрение ИТ-систем сокращают ручные операции и риск отказа/ошибки.

Источник: сост. автором на основе обзора ряда материалов и экспертных интервью.

знаются полноценным инструментом оформления сделок).

Возможна автоматическая оплата по итогам доставки, электронная фиксация транзакций и претензий, мгновенная интеграция с контрольно-надзорными службами.

На самом высоком уровне создается среда, в которой многие традиционные посредники могут утратить традиционные границы значимости. Так, экспедиторы могут быть частично заменены «умной» платформой, которая осуществляет координацию, выбор условий сделки, а также правовой и бухгалтерский контроль [15]. Финансовые операции (включая страховые выплаты, проверку качества товара при получении) могут проходить посредством встроенных в платформу цифровых инструментов, что минимизирует дублирование функций.

В ранних работах автора рассмотрены уровни автоматизации транспортных систем в информационно-техническом аспекте, которые могут быть реализованы на каждом из вышеописанных стадий интеграции БТС в сфере логистики исходя из готовности транспортной инфраструктуры и участвующих экономических контрагентов.

Признание смарт-контрактов в арбитражном суде, регулирование страховых аспектов, обеспечение правовой защиты данных — все эти моменты требуют тщательно продуманных институциональных решений.

Систематизация транзакционных издержек по этапам логистических операций

Выделим основные этапы взаимодействия участников цепей поставок и опишем потенциальный вклад БТС (наряду с другими цифровыми решениями на их базе) в снижение транзакционных издержек (табл. 2).

Наиболее существенная экономия достигается там,

ных издержек, однако следует учитывать и возможные затраты:

— инвестиции в инфраструктуру: дороги, оснащенные средствами навигации, ИТС управления дорожным движением, центры обработки данных, системы связи V2X (vehicle-to-everything);

— затраты на обеспечение безопасности: технологическая надежность датчиков, обновление и лицензирование программного обеспечения, качественное шифрование (для предотвращения взлома);

— страховые и правовые аспекты: при широком применении беспилотных автомобилей, авиатакси или грузовых дронов встает вопрос о правовой ответственности за ДТП, технические сбои, ущерб третьим лицам и прочие ситуационные риски. В некоторых юрисдикциях уже ведется обсуждение механизма распределенной ответственности между производителем, оператором, перевозчиком и собственником БТС;

— влияние на рынок труда: падение спроса на широкий сегмент профессий (водители, логисты-координаторы), что может вызвать социальное напряжение. Положительный эффект может наблюдаться в смежных ИТ сферах и инженерии (разработке, обслуживании и тестировании БТС), однако это не всегда компенсирует сокращение рабочих мест.

Кроме того, в России и мире неоднократно проявлены случаи антиконкурентных практик вследствие монополизации цифровых платформ, участвующих в функционировании транспортно-логистической сферы, что может негативно влиять как непосредственно на участников, так и смежных сферах деятельности [18].

С позиции теории «общего эффекта», когда суммарные выгоды всех участников (бизнеса, государства, потребителей) превышают совокупные издержки, проект можно признать экономически прибыльным. Но при

Таблица 2

Эффекты БТС в сфере логистики по снижению транзакционных издержек, %

Логистические операции	Механизм снижения транзакционных издержек	Снижение издержек
Транспортировка грузов	Минимизация человеческого участия в координации процессов	15–20%
Складирование и хранение	Беспилотные складские роботы упрощают управление запасами и исключают ошибки в работе с товарами	10–15%
Обработка заказов	Уменьшает количество взаимодействий между людьми и системами	12–18%
Таможенное оформление	Автоматизация документооборота сокращает время согласования контрактов	8–12%
Мониторинг и контроль	Снижение постоянного человеческого наблюдения за логистическими потоками	10–15%
Оптимизация маршрутов	Минимизация затрат на переговоры и корректировку планов в реальном времени	12–18%
Обратная логистика	Упрощение процессов возврата товаров и взаимодействия с клиентами.	10–12%

Источник: сост. автором на основе обзора ряда материалов и экспертных интервью.

где удастся исключить ручной труд при повторяющихся процедурах согласования, верификации и контроля. Внедрение БТС резко ускоряет типовые операции, снимает часть транзакций, связанных с человеческим фактором.

Обсуждение

Экономические и правовые эффекты от внедрения БТС

Развитие беспилотного транспорта представляется особенно перспективным для снижения транзакцион-

ном какие-то акторы могут оказаться в проигрыше (например, отдельные профессиональные группы, чьи компетенции утратят актуальность). Это накладывает дополнительные юридические и социально-экономические условия на принятие решений о масштабном внедрении БТС.

Интегральная оценка эффектов внедрения БТС

Как уже упоминалось в литературе [3], при оценке мероприятий по цифровой трансформации логистики

полезно использовать сальдовый метод (балансовый подход), когда положительные эффекты (сокращение времени, экономия на труде, снижение брака, исключение посредников и т.д.) сопоставляются с отрицательными эффектами (инвестиции в системы, необходимость переподготовки персонала, расходы на поддержку новых технологий, возможные социальные затраты и т.п.).

Схематично эту идею можно отразить так:

$$\text{Эффект} = \Sigma (\text{положительные эффекты}) - \Sigma (\text{отрицательные эффекты}) \quad (1).$$

Если полученное значение оказывается положительным и достаточно существенным, можно говорить о целесообразности внедрения новаций. Но важно помнить о временном лаге: инвестиции осуществляются, как правило, «здесь и сейчас», а выгоды могут проявиться в течение длительного периода. В случае БТС это особенно актуально, так как внедрение требует больших изначальных затрат на подготовку инфраструктуры и правовых механизмов. Это требует применения дополнительных экономических подходов и теорий, например подход жизненного цикла на примере транспортных систем [9] позволяет выделить наиболее оптимальные этапы фазы эксплуатации, и применять модели шеринг-экономики, не связанные с непосредственным владением транспортными средствами.

Учет интересов государства и общества

Для компаний, которые поддерживаются государством (например, крупные холдинги, работающие под эгидой министерств или федеральных агентств), оценка внедрения БТС влияет не только на их собственную экономическую эффективность, но и на благосостояние населения (безопасность на дорогах, уровень занятости, экологическая обстановка) [13].

Однако одновременно могут вырасти издержки на социальные программы, если потребуются масштабная переподготовка высвобождающихся работников (водителей, операторов). С экономико-правовой точки зрения возникает потребность в балансе интересов разных субъектов.

Обобщая возможные ограничения и риски, можно определить некоторые выделенные аспекты.

1. Правовой вакуум. Вопросы признания автономного транспорта полноценным субъектом дорожного движения, установление прав и обязанностей логистических операторов и перевозчиков, распределение ответственности — все это требует полноценной правотворческой работы, которая в ряде стран еще не завершена.

2. Технические сложности. Для успешного функционирования БТС нужны высокоэффективные алгоритмы машинного зрения, работа при сложных погодных условиях (снег, туман, гололед), а значит, будет оставаться определенный риск аварийных ситуаций.

Существующие проблемы несовершенства и не-

определенности в торгово-экономических, логистических и производственных отношениях требуют системного подхода к их решению, поскольку оказывают негативное влияние как на отраслевом, так на национальном и международном уровне [14]. Таким образом, для обеспечения устойчивого развития экономической системы необходима последовательная адаптация существующих механизмов под современные требования цифровизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Беспилотные транспортные системы представляют собой не только технологическую инновацию, но и фундаментальный институциональный вызов. Их распространение требует осторожного, но решительного подхода со стороны бизнеса и государства. При благоприятном стечении факторов именно эти системы могут стать одним из ключевых инструментов снижения логистических расходов и продвижения российской (и мировой) экономики на более высокий уровень конкурентоспособности.

Снижение транзакционных издержек в логистике в условиях цифровизации способно принести существенный эффект, особенно при широком внедрении БТС. При проработанной правовой базе и при поддержке государства и общества выгоды от подобной модернизации будут ощутимы на разных уровнях:

— для бизнеса: сокращение расходов на координацию и контроль операций, повышение прозрачности сделок, снижение рисков человеческого фактора, ускорение согласования документов и контрактов.

— для государства: рост прозрачности рынка перевозок, снижение аварийности, оптимизация транспортных потоков и, как следствие, повышение конкурентоспособности инфраструктуры.

— для конечных потребителей: более стабильные цены на логистические услуги, потенциальное улучшение качества обслуживания, ускорение поставок.

Однако процесс интеграции беспилотной техники и смарт-контрактов сопровождается и потенциальным увеличением ряда косвенных издержек, связанных с необходимостью крупных инвестиций и разработки нормативных основ функционирования автономного транспорта.

Таким образом, для эффективного снижения транзакционных затрат за счет автоматизации (роботизации) логистических процессов важно не только внедрить современные технологии, но и обеспечить комплекс мероприятий по юридическому сопровождению сделок, по развитию нужной инфраструктуры и по согласованию интересов всех сторон. Транзакционные издержки могут снижаться лишь постольку, поскольку цифровые инструменты работают в согласованной и безопасной среде, а беспилотный транспорт получает официальное признание и поддержку на рынках грузовых и пассажирских перевозок.

Список источников

1. Бадюкин О. В., Плетнева Н. Г. Потенциал снижения транспортно-логистических затрат в цепях поставок в условиях цифровизации // Вестник гражданских инженеров. 2023. № 6(101). С. 125–137.

2. Борисова В. В., Садовский В. С. Сервисная логистика в цифровом формате // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2022. № 4(80). С. 10–15.
3. Бочкарев А. А., Добронравин Е. Р. Проблемы оценки цепей поставок в условиях «цифровой трансформации» экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12, № 2-1. С. 166–179.
4. Власов Ю. Н., Николаев С. В. Цифровые технологии транспортно-логистических услуг как механизм устойчивого развития региональной и отраслевой экономики // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2023. № 4(66). С. 58–63.
5. Гвилия Н. А., Сун Ч. Факторы принятия решения о целесообразности участия в транспортно-логистической экосистеме // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2024. № 2(146). С. 105–110.
6. Добкин А. С., Мордовец В. А. Стратегии развития промышленного предприятия в условиях нарастающей неопределенности и активизации цифровой трансформации // Теория и практика управления предпринимательскими структурами в современных условиях: материалы II Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 16–17 февраля 2023 г.). СПб: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2023. С. 189–193.
7. Коврижных О. Е., Нечаева П. А. Анализ транзакционных издержек в логистике и методики их информационного отражения для автомобилестроительных предприятий // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 2(44). С. 186–201.
8. Малевич Ю. В., Ксенофонтова Е. М., Пластуняк И. А. Развитие транспортной системы ЕАЭС: системный подход // Транспорт Российской Федерации. 2021. № 4 (95). С. 7–10.
9. Николаев С. В. Жизненный цикл развития цифровых технологий при технико-экономическом анализе интеграции искусственного интеллекта в интеллектуальные транспортные системы // Интеллектуальные транспортные системы: материалы III Международной научно-практической конференции (Москва, 30 мая 2024 г.). М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2024. С. 287–294.
10. Силкина Г. Ю., Щербаков В. В. Инновационная динамика логистики: от цифровых преобразований к интеллектуальным решениям. СПб: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. 228 с.
11. Слесарев В. В. Государственная политика регулирования беспилотного транспорта — транспортно-логистическая сфера в новых технологических и правовых аспектах // Журнал правовых и экономических исследований. 2024. № 2. С. 251–260.
12. Слесарев В. В., Кот Д. В. 5-PL провайдер как интегратор беспилотных транспортных коридоров: перспективы и возможности // Логистика: современные тенденции развития: материалы XXIII Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 04–05 апреля 2024 г.). СПб: Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2024. С. 203–209.
13. Смирнова Е. А., Нос В. А. Методы принятия решений в транспортной логистике с учетом закона распределения вероятностей // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2019. № 3(67). С. 35–42.
14. Сутугин А. А., Елкина О. С. Управление организацией в контексте международного бизнеса: систематизация факторов неопределенности и инструменты их оценки // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2024. № 5 (108). С. 130–146.
15. Шульженко Т. Г. Перспективы интеллектуализации управления логистическими процессами // Логистика и управление цепями поставок: сборник научных трудов. Вып. 6 (19). СПб: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. С. 185–191.
16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025613930 Российская Федерация. Система поддержки принятия решений с компонентами и методами искусственного интеллекта для сокращения ручных рутинных операций на 80% в интеллектуальной деятельности человека в логистической сфере с приоритетом теории, подходов и принципов логистики при взаимодействии с информационно-технологическими устройствами в единой когнитивной экосистеме «человек / машина» с участием беспилотных транспортных средств: заявл. 12.12.2024 : опубл. 18.02.2025.
17. U.S. Business Logistics Costs Reach All-Time High // SupplyChainBrain, 2023. Keller International Publishing Corp. URL: <https://www.supplychainbrain.com/articles/37503-business-logistics-costs-in-the-us-reach-an-all-time-high> (дата обращения: 06.03.2025).
18. Kosheleva T. N., Mordovets V. A., Kuchieva N. Yu., Vardanyan E. O. Interaction Between the State and Business as a Management Process of Ensuring Sustainable Development // Finance, Economics, and Industry for Sustainable Development (ESG 2023): Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Sustainable Development (St. Petersburg, October 19–20 2023). Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2024. P. 601–608.
19. European road freight rates Q1 2024: Both spot and contract rates fall // International Road Transport Union. URL: <https://www.iru.org/news-resources/newsroom/european-road-freight-rates-q1-2024-both-spot-and-contract-rates-fall> (дата обращения: 06.03.2025).

Reference

1. Badokin O. V., Pletneva N. G. Potential for reducing transport and logistics costs in supply chains in the context of digitalization. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov = Bulletin of civil engineers*. 2023; 6 (101): 125–137. (In Russ.).
2. Borisova V. V., Sadovsky V. S. Service logistics in digital format. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKH) = Bulletin of the Rostov State University of Economics (RINH)*. 2022; 4 (80): 10–15. (In Russ.).
3. Bochkarev A. A., Dobronravina E. R. Problems of assessing supply chains in the context of the «digital transformation» of the economy. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economy: yesterday, today, tomorrow*. 2022; Vol. 12, 2-1: 166–179. (In Russ.).
4. Vlasov Yu. N., Nikolaev S. V. Digital technologies of transport and logistics services as a mechanism for sustainable development of regional and sectoral economies. *Tekhniko-tekhnologicheskiye problemy servisa = Technical and technological problems of service*. 2023; 4(66): 58–63. (In Russ.).
5. Gviliya N. A., Sun C. Factors in making a decision on the feasibility of participation in the transport and logistics ecosystem. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = News of the Saint Petersburg State University of Economics*. 2024; 2(146): 105–110. (In Russ.).
6. Dobkin A. S., Mordovets V. A. Development strategies of an industrial enterprise in the context of increasing uncertainty and intensification of digital transformation // Theory and practice of managing entrepreneurial structures in modern conditions: Proceedings of the II International scientific and practical conference (St. Petersburg, February 16–17, 2023). SPb: St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, 2023. Pp. 189–193.
7. Kovrizhnykh O. E., Nechaeva P. A. Analysis of transaction costs in logistics and methods of their information reflection for automotive enterprises. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz = Economic and social changes: facts, trends, forecast*. 2016; 2(44): 186–201. (In Russ.).
8. Malevich Yu. V., Ksenofontova E. M., Plastunyak I. A. Development of the EAEU transport system: a systems approach. *Transport Rossijskoj Federacii = Transport of the Russian Federation*. 2021; 4 (95): 7–10. (In Russ.).
9. Nikolaev S. V. Life cycle of digital technology development in the technical and economic analysis of the integration of artificial intelligence into intelligent transport systems // Intelligent transport systems: materials of the III International scientific and practical conference (Moscow, May 30, 2024). Moscow: Russian University of Transport (MIIT), 2024. Pp. 287–294.
10. Silkina G. Yu., Shcherbakov V. V. Innovative dynamics of logistics: from digital transformations to intelligent solutions. SPb: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2024. 228 p.
11. Slesarev V. V. State policy for regulating unmanned transport — transport and logistics sphere in new technological and legal aspects. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy = Journal of legal and economic research*. 2024; 2: 251–260. (In Russ.).
12. Slesarev V. V., Kot D. V. 5-PL provider as an integrator of unmanned transport corridors: prospects and opportunities // Logistics: modern development trends: materials of the XXIII International scientific and practical conference (St. Petersburg, April 4–5, 2024). SPb: Admiral S. O. Makarov State University of Maritime and River Fleet, 2024. Pp. 203–209.
13. Smirnova E. A., Nos V. A. Methods of decision-making in transport logistics taking into account the probability distribution law. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKH) = Bulletin of the Rostov State University of Economics (RINH)*. 2019; 3 (67): 35–42. (In Russ.).
14. Sutugin A. A., Elkina O. S. Organization management in the context of international business: systematization of uncertainty factors and tools for their assessment. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava = Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2024; 5 (108): 130–146. (In Russ.).
15. Shulzhenko T. G. Prospects for Intellectualizing Logistics Process Management // Logistics and Supply Chain Management: Collection of Scientific Papers. Iss. 6 (19). SPb: St. Petersburg State University of Economics, 2022. Pp. 185–191.
16. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2025613930 Russian Federation. Decision Support System with Artificial Intelligence Components and Methods to Reduce Manual Routine Operations by 80% in Human Intellectual Activity in the Logistics Sphere with Priority to Theory, Approaches, and Principles of Logistics When Interacting with Information Technology Devices in a Unified Human/Machine Cognitive Ecosystem with the Participation of Unmanned Vehicles: appl. 12/12/2024 : publ. 02/18/2025.
17. U.S. Business Logistics Costs Reach All-Time High // SupplyChainBrain, 2023. Keller International Publishing Corp. URL: <https://www.supplychainbrain.com/articles/37503-business-logistics-costs-in-the-us-reach-an-all-time-high>.
18. Kosheleva T. N., Mordovets V. A., Kuchieva N. Yu., Vardanyan E. O. Interaction Between the State and Business as a Management Process of Ensuring Sustainable Development // Finance, Economics, and Industry for Sustainable Development (ESG 2023): Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Sustainable Development (St. Petersburg, October 19–20 2023). Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2024. Pp. 601–608.
19. European road freight rates Q1 2024: Both spot and contract rates fall // International Road Transport Union. URL: <https://www.iru.org/news-resources/newsroom/european-road-freight-rates-q1-2024-both-spot-and-contract-rates-fall>.