

3. ИННОВАТИКА, ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

УДК 656.073:658.7

DOI 10.5281/zenodo.17849924

БЕСПЯТАЯ Марина Николаевна¹¹ ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», ул. Университетская, 24, Донецк, Россия, 283001

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В условиях возрастающей актуальности принципов устойчивого развития в глобальной экономике, промышленные предприятия и транснациональные корпорации подвергают фундаментальной ревизии традиционные модели управления цепями поставок. В данном контексте, искусственный интеллект позиционируется как стратегический инструмент и катализатор оптимизации экологической логистики, предоставляя возможности для существенного совершенствования ключевых процессов, включая транспортировку грузов, управление запасами, предиктивное моделирование потребительского спроса и рационализацию маршрутизации транспортных средств. Интегрированные и управляемые системы на основе передовых алгоритмов искусственного интеллекта демонстрируют значительный потенциал в обеспечении существенного сокращения объема генерируемых отходов производства, снижения потребления невозобновляемых топливных ресурсов и минимизации выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Указанные факторы в совокупности способствуют формированию более устойчивых и экономически эффективных цепей поставок, обладающих повышенной адаптивностью к изменяющимся рыночным условиям и экологическим требованиям. Предлагаемое исследование фокусируется на комплексном анализе роли искусственного интеллекта в контексте устойчивых цепей поставок, охватывая широкий спектр аспектов, включающих области его практического применения, количественную оценку получаемых преимуществ, выявление сопутствующих вызовов и перспектив дальнейшего развития. В рамках исследования осуществлен углубленный анализ существующих научных публикаций, проведены тематические исследования конкретных примеров успешного внедрения искусственного интеллекта в логистические процессы. Предварительные результаты анализа свидетельствуют о том, что применение ориентированных логистических систем на основе искусственного интеллекта обеспечивает значительное повышение эффективности использования доступных ресурсов, снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду посредством сокращения выбросов и отходов, а также оптимизацию процессов принятия управленческих решений на всех уровнях логистической иерархии. На основании проведенного анализа и полученных результатов, исследование позволяет сделать вывод о том, что искусственный интеллект является критически важным фактором, определяющим устойчивое развитие цепей поставок в долгосрочной перспективе. Однако, его эффективное внедрение требует разработки и реализации стратегического плана, предусматривающего целенаправленные инвестиции в развитие соответствующих компетенций, создание необходимой технологической инфраструктуры и гармонизацию разрабатываемых решений с действующими нормативно-правовыми

требованиями в области охраны окружающей среды, что позволит обеспечить достижение долгосрочных экологических и экономических преимуществ для всех заинтересованных сторон.

***Ключевые слова:** устойчивые цепи поставок, искусственный интеллект, экологичная логистика, сокращение углеродного следа, оптимизация на основе искусственного интеллекта, устойчивый транспорт, воздействие на окружающую среду, эффективность логистики, анализ данных, инновации в цепях поставок.*

Введение. В контексте возрастающей глобальной озабоченности экологической устойчивостью, обеспечение устойчивого развития стало критически важной задачей в управлении глобальными цепочками поставок. Логистическая деятельность, как неотъемлемый компонент цепочки поставок, оказывает существенное воздействие на окружающую среду, проявляющееся в эмиссии диоксида углерода и истощении природных ресурсов, обусловленных неэффективностью процессов транспортировки, складирования и управления запасами. Концепция «зеленой логистики» направлена на нивелирование негативных экологических последствий путем внедрения устойчивых практик, ориентированных на повышение операционной эффективности и минимизацию экологического ущерба.

В условиях технологического прогресса, искусственный интеллект позиционируется как перспективное решение для повышения устойчивости цепочек поставок. Системы искусственного интеллекта, обладая способностью к анализу больших данных, позволяют выявлять проблемные зоны и оптимизировать логистические операции в режиме реального времени, что делает их ключевым инструментом в устойчивом управлении цепочками поставок. Применение искусственного интеллекта в «зеленой логистике» охватывает широкий спектр задач, включая интеллектуальную аналитику для прогнозирования спроса, интеллектуальную оптимизацию маршрутов для сокращения потребления топлива, автоматизированное управление складом и интеллектуальный контроль запасов. Внедрение данных инноваций способствует не только повышению эффективности логистических процессов, но и сохранению окружающей среды посредством минимизации отходов и оптимизации энергопотребления. Организации, интегрирующие решения на основе искусственного интеллекта, получают возможность достижения целей устойчивого развития, сохраняя при этом экономическую эффективность и конкурентоспособность на рынке.

Тем не менее, для успешной интеграции искусственного интеллекта в устойчивую логистику необходимо учитывать такие факторы, как развитие технологической инфраструктуры, обеспечение безопасности данных и соблюдение нормативных требований. Исследование посвящено изучению потенциала искусственного интеллекта в повышении устойчивости цепочек поставок, рассмотрению его роли в «зеленой логистике», анализу потенциальных выгод и проблем, а также оценке долгосрочных последствий его внедрения.

В научных и отраслевых исследованиях широко обсуждается роль искусственного интеллекта в обеспечении устойчивости цепочек поставок. Анализ существующей научной литературы выявляет консенсус относительно способности искусственного интеллекта повышать эффективность функционирования цепочек поставок, сокращать объемы генерируемых отходов и оптимизировать логистические операции [1-2]. Ряд исследований подчеркивает, что прогностическая аналитика, основанная на алгоритмах искусственного интеллекта, значительно повышает точность прогнозирования спроса, тем самым минимизируя риски перепроизводства и формирования избыточных запасов, являющихся ключевыми факторами неэффективности цепочек поставок [3-4]. Алгоритмы

машинного обучения, анализируя исторические данные о продажах, сезонные тенденции и внешние факторы, обеспечивают прогнозирование флуктуаций спроса, позволяя предприятиям адаптировать производственные процессы к реальным потребностям рынка [5-7].

Кроме того, исследования подтверждают значимость искусственного интеллекта в оптимизации транспортных маршрутов с целью минимизации потребления топлива и сокращения выбросов загрязняющих веществ. Системы планирования маршрутов на базе искусственного интеллекта, используя данные о дорожном движении в режиме реального времени, метеорологические условия и эксплуатационные характеристики транспортных средств, позволяют определять оптимальные маршруты доставки [8-10]. Данный подход способствует существенному снижению затрат на топливо и сокращению выбросов парниковых газов, поддерживая концепцию экологизации логистики. Отдельные исследования демонстрируют эффективность использования автономных транспортных средств и беспилотных летательных аппаратов в процессе доставки грузов, что снижает зависимость от традиционного транспорта, использующего ископаемое топливо, и вносит вклад в обеспечение устойчивого развития [11-12].

Интеллектуальное управление складами представляет собой еще один важный аспект применения искусственного интеллекта в устойчивых цепочках поставок. Использование роботизированных систем и автоматизированного оборудования, управляемого искусственным интеллектом, повышает точность инвентаризации, сокращает количество ошибок, обусловленных человеческим фактором, и оптимизирует использование складских площадей, что приводит к снижению энергопотребления и операционных издержек [13-14].

Несмотря на очевидные преимущества, научная литература указывает на ряд проблем, связанных с внедрением искусственного интеллекта в экологичную логистику. Высокие первоначальные инвестиционные затраты, сложности интеграции, проблемы, связанные с обеспечением конфиденциальности данных, и необходимость адаптации персонала представляют собой значительные препятствия для внедрения искусственного интеллекта [15-16]. Более того, необходимо дальнейшее развитие нормативно-правовой базы и отраслевых стандартов для поддержки устойчивых практик управления цепочками поставок на основе искусственного интеллекта. В связи с этим актуальность приобретает исследование особенностей и проблем использования искусственного интеллекта для «зеленой логистики».

Материалы и методы. В этом исследовании используется исследовательский подход, который включает в себя обширный обзор научной литературы и тематических исследований, чтобы понять текущее применение искусственного интеллекта в «зеленой» логистике и стоящие перед ним задачи. Дополнительные данные собраны из рецензируемых журналов по управлению цепочками поставок и официальных документов по устойчивому развитию. В исследовании рассматриваются реальные примеры компаний, использующих искусственный интеллект для устойчивой логистики. В исследовании обобщены эти результаты, чтобы представить всесторонний анализ роли искусственного интеллекта в повышении устойчивости цепочки поставок.

Результаты. Использование искусственного интеллекта открывает значительные перспективы для трансформации логистических операций в направлении большей экологической устойчивости. В контексте «зеленой» логистики, искусственный интеллект проявляет себя как мощный инструмент оптимизации, позволяющий минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и повысить эффективность использования ресурсов на различных этапах цепочки поставок. Первым из ключевых направлений является оптимизация маршрутов и планирование перевозок. Искусственный интеллект, анализируя огромные массивы данных, включающие информацию о трафике, погодных

условиях, загруженности дорог, характеристиках транспортных средств и временных окнах доставки, способен разрабатывать оптимальные маршруты, минимизирующие потребление топлива и сокращающие выбросы [17, с. 5-7]. При этом учитываются ограничения по выбросам в определенных зонах, таких как городские районы с низким уровнем выбросов. Кроме того, искусственный интеллект способствует консолидации грузов, сокращая общее количество перевозок.

Вторым важным направлением является прогнозирование спроса и управление запасами. Точные прогнозы спроса, обеспечиваемые искусственным интеллектом, позволяют снижать объемы избыточных запасов, сокращать необходимость в срочных доставках, которые обычно более затратны и оказывают большее негативное воздействие на окружающую среду, а также минимизировать отходы [18]. Оптимизация уровня запасов в различных точках цепочки поставок помогает снизить затраты на хранение и транспортировку.

Эффективное управление парком транспортных средств также является областью, где искусственный интеллект демонстрирует значительный потенциал. Он способен оптимизировать использование транспортных средств, выбирая наиболее подходящие (с точки зрения эффективности и экологических показателей) для выполнения конкретных задач. Прогнозирование технического обслуживания позволяет предотвращать поломки, которые могут приводить к неэффективному использованию топлива и увеличению выбросов [19]. Анализ данных телеметрии позволяет выявлять возможности для улучшения стиля вождения, например, снижение резких ускорений и торможений, что способствует снижению потребления топлива.

Автоматизация складских операций, управляемых искусственным интеллектом, обеспечивает оптимизацию процессов перемещения товаров, снижение потребления энергии и минимизацию отходов [15]. Использование роботов и дронов для выполнения различных задач на складе повышает эффективность и снижает затраты энергии.

Наконец, искусственный интеллект играет важную роль в мониторинге и отчетности по экологическим показателям. Он может собирать и анализировать данные о выбросах, потреблении энергии и других экологических показателях на протяжении всей цепочки поставок [8]. Это позволяет компаниям отслеживать свой прогресс в достижении экологических целей, выявлять области для улучшения и предоставлять отчеты заинтересованным сторонам, демонстрируя свою приверженность принципам устойчивого развития.

Следовательно, искусственный интеллект предоставляет широкий спектр возможностей для трансформации логистики в направлении большей экологической устойчивости, способствуя снижению негативного воздействия на окружающую среду и повышению эффективности использования ресурсов.

Внедрение искусственного интеллекта в «зеленую» логистику, несмотря на его значительный потенциал, сопряжено с рядом существенных проблем. Одной из ключевых сложностей является доступность и качество данных, поскольку для эффективной работы искусственного интеллекта требуются большие объемы релевантной и достоверной информации [20]. Недостаток данных, их неполнота или неточность могут существенно снизить эффективность применяемых алгоритмов, нивелируя ожидаемые преимущества. Особую важность приобретает интеграция данных из различных источников, включая транспортные компании, склады, поставщиков, а также информацию о погодных условиях и дорожном трафике.

Другая серьезная проблема – высокая стоимость внедрения решений на основе искусственного интеллекта, требующая значительных инвестиций в программное обеспечение, специализированное оборудование и обучение персонала. Необходимо

учитывать не только прямые затраты, но и стоимость интеграции искусственного интеллекта с существующими информационными системами, что может оказаться сложной и дорогостоящей задачей.

Сложность разработки и внедрения искусственного интеллекта также представляет собой серьезное препятствие, поскольку требует наличия специальных знаний и опыта в области машинного обучения и анализа данных. Важно учитывать специфику конкретной цепочки поставок и адаптировать алгоритмы искусственного интеллекта к ее уникальным потребностям, что требует индивидуального подхода и глубокого понимания логистических процессов [15]. Кроме того, внедрение искусственного интеллекта может столкнуться с сопротивлением изменениям со стороны сотрудников, поскольку предполагает пересмотр существующих процессов и изменение рабочих мест. Успешное внедрение искусственного интеллекта требует проведения тщательного обучения персонала и создания корпоративной культуры, поддерживающей инновации и готовность к изменениям.

Наконец, важным аспектом является соблюдение этических принципов и обеспечение прозрачности алгоритмов искусственного интеллекта. Необходимо четко понимать, как искусственный интеллект принимает решения, и избегать предвзятости в алгоритмах, которая может привести к дискриминационным или несправедливым результатам. В целом, успешное внедрение искусственного интеллекта в «зеленую» логистику требует комплексного подхода, учитывающего как технические, так и организационные, экономические и этические аспекты.

Рассмотрим примеры применения искусственного интеллекта в логистике и представим их характеристику по критериям: традиционные методы, алгоритмы, источник данных для анализа, механизмы.

1. *Прогнозирование спроса: алгоритмы машинного обучения для точного планирования.* В таблице 1 представлена характеристика применения алгоритмов машинного обучения для прогнозирования спроса в логистических системах.

Таблица 1. Характеристика применения алгоритмов машинного обучения для прогнозирования спроса в логистических системах*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	ориентированы на статистические модели, обладающие ограниченной способностью к учету сложных и нелинейных взаимосвязей в данных
Алгоритмы машинного обучения	позволяют анализировать большие объемы разнородных данных, обеспечивая высокую точность прогнозирования. Ключевые алгоритмы: временные ряды (ARIMA, Prophet), регрессионные модели (Random Forest, Gradient Boosting)
Анализируемые данные	<ul style="list-style-type: none"> - исторические данные о продажах (динамика продаж по продуктам, регионам, периодам); - маркетинговые данные (информация о рекламных кампаниях и акциях); - макроэкономические показатели (инфляция, курсы валют); - метеорологические данные (влияние погодных условий на спрос); - данные из социальных сетей (анализ настроений и трендов)
Механизм функционирования	алгоритмы машинного обучения обучаются на массивах данных, выявляя скрытые закономерности и зависимости, позволяющие осуществлять прогнозирование с повышенной точностью. Модели способны обнаруживать корреляции между спросом и факторами, такими как дни недели, время года, маркетинговые кампании.

**Источник: составлено на основе [1; 3; 5]*

Современные системы прогнозирования спроса претерпевают трансформацию, обусловленную внедрением алгоритмов машинного обучения. В отличие от традиционных статистических методов, характеризующихся ограниченностью в учете

сложных и нелинейных зависимостей, алгоритмы машинного обучения демонстрируют высокую эффективность благодаря способности обрабатывать значительные объемы гетерогенных данных. Ключевые алгоритмы, такие как модели временных рядов и регрессионные модели, анализируют исторические данные о продажах, маркетинговую информацию, макроэкономические показатели, метеорологические данные и сведения из социальных сетей. В процессе обучения алгоритмы машинного обучения выявляют закономерности и зависимости, что позволяет прогнозировать спрос с повышенной точностью, обнаруживая корреляции между спросом и различными факторами. Примером практической реализации является использование машинного обучения крупными ритейлерами для прогнозирования спроса на продукты питания, что оптимизирует закупки, распределение товаров, предотвращает дефицит и снижает затраты на хранение [21]. Внедрение алгоритмов машинного обучения обеспечивает сокращение затрат на хранение за счет оптимизации уровня запасов, улучшение уровня обслуживания клиентов и оптимизацию планирования производства.

2. *Оптимизация маршрутов и транспортных потоков: искусственный интеллект для «умной» доставки.* В таблице 2 представлена характеристика применения алгоритмов машинного обучения для прогнозирования спроса в логистических системах.

Таблица 2. Характеристика применения искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов и транспортных потоков в «умной» доставке*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	традиционные системы планирования маршрутов используют простые алгоритмы, не учитывающие динамические факторы: дорожные пробки, метеорологические условия, изменения в расписании доставки.
Алгоритмы оптимизации	использование алгоритмов оптимизации, в частности: генетических алгоритмов и алгоритмов муравьиной колонии.
Анализируемые данные	- данные о трафике: информация о загруженности дорог (GPS-навигаторы, другие источники); - данные о погоде: метеорологические условия и их влияние на скорость движения; - данные о местоположении транспортных средств: текущее положение транспортных средств (GPS-трекеры); - данные о заказах: время доставки, местоположение клиентов, приоритет заказов.
Механизм функционирования	алгоритмы генерируют и оценивают множество потенциальных маршрутов на основе заданных критериев (время доставки, стоимость топлива, пройденное расстояние). Выбирается наиболее оптимальный маршрут, соответствующий ограничениям. Возможна динамическая корректировка маршрута в реальном времени при изменении внешних условий.

*Источники: составлено на основе [4; 9; 11]

Современные логистические системы, ориентированные на «умную» доставку, активно внедряют решения на основе искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов и транспортных потоков. В отличие от традиционных систем, использующих статичные алгоритмы, алгоритмы искусственного интеллекта, такие как генетические алгоритмы и алгоритмы муравьиной колонии, анализируют динамические факторы, включая данные о трафике, погоде, местоположении транспортных средств и заказах. Механизм функционирования искусственного интеллекта заключается в генерации и оценке множества потенциальных маршрутов на основе заданных критериев с возможностью динамической корректировки в реальном времени. Практическое применение алгоритмов искусственного интеллекта позволяет логистическим компаниям сократить время доставки, снизить затраты на топливо, минимизировать транспортные

расходы и внести вклад в экологическую устойчивость за счет уменьшения выбросов углекислого газа [1].

3. *Автоматизация складских операций.* В таблице 3 представлена характеристика применения роботизированных систем и искусственного интеллекта в складских операциях.

Таблица 3. Характеристика применения роботизированных систем и искусственного интеллекта в складских операциях*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	складские операции, традиционно выполняемые вручную, характеризуются значительными трудозатратами и подверженностью ошибкам
Алгоритмы искусственного интеллекта	искусственный интеллект, в частности робототехника и компьютерное зрение, обеспечивает автоматизацию ключевых складских процессов
Анализируемые операции	<ul style="list-style-type: none"> - приемка и размещение товаров: автоматическое распознавание продукции, сканирование штрих-кодов и размещение на складских позициях с использованием компьютерного зрения; - комплектация заказов: автономная навигация роботов по складу для сбора компонентов заказов; - упаковка и отгрузка: автоматизированные процессы упаковки и подготовки товаров к отправке; - инвентаризация: проведение автоматической инвентаризации с применением компьютерного зрения и сенсорных технологий
Механизм функционирования	роботы с интегрированным искусственным интеллектом используют комплекс сенсоров (камеры, лазерные сканеры, датчики приближения) для восприятия окружающей среды и принятия решений. Алгоритмы машинного обучения применяются для обучения роботов распознаванию объектов, навигации и эффективному выполнению задач

*Источник: составлено на основе [2; 8; 12; 15]

Автоматизация складских операций на основе роботизированных систем и искусственного интеллекта становится неотъемлемым элементом современной логистики. В отличие от традиционных складских операций, характеризующихся значительными трудозатратами и высокой вероятностью ошибок, применение искусственного интеллекта, в частности робототехники и компьютерного зрения, позволяет автоматизировать ключевые процессы, такие как приемка и размещение товаров, комплектация заказов, упаковка и отгрузка, а также инвентаризация. Роботы, оснащенные комплексом сенсоров и обученные с использованием алгоритмов машинного обучения, обеспечивают эффективное распознавание объектов, навигацию и выполнение задач. Практическим примером является активное использование роботизированных систем компанией Amazon, что привело к существенному повышению производительности и сокращению операционных расходов [22]. Внедрение автоматизации обеспечивает повышение производительности, снижение операционных затрат, улучшение точности складских операций и совершенствование условий труда для персонала. Перспективы развития автоматизации складских операций связаны с дальнейшим совершенствованием технологий искусственного интеллекта и их более широким внедрением в логистической отрасли.

4. *Управление логистическими рисками.* В таблице 4 представлена характеристика применения искусственного интеллекта для управления логистическими рисками и обеспечения непрерывности поставок.

Современные подходы к управлению логистическими рисками трансформируются благодаря внедрению искусственного интеллекта. В отличие от традиционных, реактивных методов, использование алгоритмов машинного обучения позволяет перейти

к проактивному управлению рисками, прогнозируя и предотвращая логистические сбои. Алгоритмы машинного обучения анализируют большие объемы данных из различных источников, включая метеорологические данные, информацию о трафике, новостные ленты, данные о поставщиках и транспортных средствах. Механизм функционирования искусственного интеллекта заключается в выявлении закономерностей, позволяющих прогнозировать вероятность возникновения рисков. Практическим примером является использование машинного обучения транспортными компаниями для прогнозирования задержек поставок и принятия мер для смягчения последствий [10]. Внедрение искусственного интеллекта обеспечивает снижение финансовых потерь, повышение надежности цепей поставок и улучшение репутации компаний.

Таблица 4. Характеристика применения искусственного интеллекта для управления логистическими рисками и обеспечения непрерывности поставок*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	логистические цепочки подвержены разнообразным рискам: задержки поставок (погодные условия), поломки транспортных средств, забастовки, политическая нестабильность, стихийные бедствия. Традиционные методы управления рисками носят преимущественно реактивный характер.
Алгоритмы машинного обучения	алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать большие объемы данных из различных источников для прогнозирования и предотвращения логистических рисков, переходя к проактивному управлению.
Анализируемые данные	<ul style="list-style-type: none"> - данные о погоде: прогнозы погоды (спутниковые данные, метеорологические станции); - данные о трафике: информация о загруженности дорог, авариях и других событиях; - новости и социальные сети: информация о политических событиях, забастовках, стихийных бедствиях; - данные о поставщиках: финансовое состояние, производственные мощности, надежность; - данные о транспортных средствах: техническое состояние, история обслуживания и ремонта.
Механизм функционирования	алгоритмы обучаются на данных, выявляя закономерности, позволяющие прогнозировать вероятность возникновения различных рисков. Например, модель может определять повышение вероятности задержки поставок в период снегопадов или политической нестабильности

**Источник: составлено на основе [2; 3; 15]*

5. *Прогнозирование технического обслуживания транспортных средств.* В таблице 5 представлена характеристика применения искусственного интеллекта для прогнозирования технического обслуживания транспортных средств.

Современные подходы к техническому обслуживанию транспортных средств все больше ориентируются на использование искусственного интеллекта для предиктивного обслуживания. В отличие от традиционных методов, основанных на регулярных проверках и заменах, искусственный интеллект, в частности алгоритмы машинного обучения, анализируют данные с датчиков, установленных на транспортных средствах. Алгоритмы искусственного интеллекта обрабатывают информацию о температуре двигателя, давлении масла, уровне вибрации, историю обслуживания и условиях эксплуатации, выявляя закономерности, позволяющие прогнозировать вероятность возникновения поломок. Использование искусственного интеллекта позволяет логистическим компаниям планировать техническое обслуживание в оптимальное время, предотвращать серьезные поломки, снижать затраты на ремонт и обслуживание, повышать надежность транспортных средств и минимизировать время простоя [17].

Таблица 5. Характеристика применения искусственного интеллекта для прогнозирования технического обслуживания транспортных средств*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	незапланированные поломки транспортных средств приводят к задержкам в доставке и финансовым потерям. Традиционные методы технического обслуживания (регулярные проверки и замены) не всегда эффективны в предотвращении поломок.
Алгоритмы машинного обучения	алгоритмы машинного обучения анализируют данные с датчиков, установленных на транспортных средствах, для прогнозирования поломок и определения оптимального времени для проведения технического обслуживания.
Анализируемые данные	- данные с датчиков: температура двигателя, давление масла, уровень вибрации и другие параметры; - история обслуживания и ремонта: информация о прошлых ремонтах, заменах деталей; - данные об условиях эксплуатации: стиль вождения, дорожные условия, погодные условия.
Механизм функционирования	алгоритмы машинного обучения обучаются на данных, выявляя закономерности, позволяющие прогнозировать вероятность возникновения поломок. Например, обнаружение увеличения вероятности поломки двигателя при превышении температуры определенного порога.

*Источник: составлено на основе [10; 17]

6. *Обработка естественного языка в логистике.* В таблице 6 представлена характеристика применения обработки естественного языка для оптимизации коммуникации и повышения качества сервиса в логистике.

Таблица 6. Характеристика применения обработки естественного языка для оптимизации коммуникации и повышения качества сервиса в логистике*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	незапланированные поломки транспортных средств приводят к задержкам в доставке и финансовым потерям. Традиционные методы технического обслуживания (регулярные проверки и замены) не всегда эффективны в предотвращении поломок.
Алгоритмы машинного обучения	алгоритмы машинного обучения анализируют данные с датчиков, установленных на транспортных средствах, для прогнозирования поломок и определения оптимального времени для проведения технического обслуживания.
Анализируемые данные	- данные с датчиков: температура двигателя, давление масла, уровень вибрации и другие параметры; - история обслуживания и ремонта: информация о прошлых ремонтах, заменах деталей; - данные об условиях эксплуатации: стиль вождения, дорожные условия, погодные условия.
Механизм функционирования	алгоритмы машинного обучения обучаются на данных, выявляя закономерности, позволяющие прогнозировать вероятность возникновения поломок. Например, обнаружение увеличения вероятности поломки двигателя при превышении температуры определенного порога

*Источник: составлено на основе [15; 17; 23]

Современные логистические системы стремятся к оптимизации коммуникации и повышению качества сервиса за счет внедрения обработки естественного языка. В отличие от традиционных методов, характеризующихся трудоемкостью и не всегда обеспечивающих своевременную и точную передачу информации, обработка естественного языка позволяет автоматизировать различные аспекты коммуникации. Области применения обработки естественного языка включают использование чат-ботов

для автоматического предоставления ответов клиентам, анализ обратной связи для улучшения качества обслуживания, автоматический перевод для облегчения коммуникации с иностранными партнерами и автоматическую обработку документов. Алгоритмы обработки естественного языка используют методы машинного обучения и лингвистического анализа для понимания и обработки текста. Практическим примером является использование чат-ботов логистическими компаниями для автоматического предоставления информации о статусе заказа [23]. Внедрение обработки естественного языка обеспечивает улучшение обслуживания клиентов, повышение эффективности работы службы поддержки, улучшение коммуникации с партнерами и автоматизацию документооборота.

7. *Развитие автономных транспортных средств.* В таблице 7 представлена характеристика применения автономных транспортных средств для оптимизации логистических операций.

Таблица 7. Характеристика применения автономных транспортных средств для оптимизации логистических операций*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	разработка и внедрение автономных транспортных средств (включая автомобили, грузовики, дроны) представляют собой одно из наиболее перспективных направлений развития современной логистики. Функционирование автономных транспортных средств основано на интеграции передовых технологий искусственного интеллекта, таких как компьютерное зрение, машинное обучение и алгоритмы планирования.
Применяемые технологии искусственного интеллекта	<ul style="list-style-type: none"> - компьютерное зрение: используется для интерпретации и распознавания элементов дорожной инфраструктуры (дорожные знаки, светофоры) и объектов окружающей среды (пешеходы, другие транспортные средства); - машинное обучение: применяется для обучения алгоритмов управления транспортным средством и принятия решений в сложных или нестандартных ситуациях; - планирование: ответственно за формирование и исполнение маршрутов движения, а также за управление операциями транспортного средства согласно заданному плану.
Механизм функционирования	автономные транспортные средства оснащены комплексом сенсорных систем (камеры, радары, лидары) для всестороннего восприятия окружающей среды. Алгоритмы искусственного интеллекта обрабатывают полученные сенсорные данные, осуществляя анализ и принятие решений относительно управления транспортным средством (например, экстренное торможение, перестроение в другой ряд для объезда препятствий).

*Источник: составлено на основе [12; 17; 22; 24]

Перспективы развития современной логистики связаны с разработкой и внедрением автономных транспортных средств, функционирование которых основано на интеграции передовых технологий искусственного интеллекта. Ключевыми технологиями являются компьютерное зрение, машинное обучение и алгоритмы планирования, обеспечивающие интерпретацию окружающей среды, обучение алгоритмов управления и формирование маршрутов движения. Автономные транспортные средства оснащены комплексом сенсорных систем для всестороннего восприятия окружающей среды, а алгоритмы искусственного интеллекта осуществляют анализ и принятие решений относительно управления транспортным средством. Компании-лидеры отрасли активно ведут разработку и тестирование автономных грузовых транспортных средств, что в перспективе позволит снизить операционные затраты, повысить безопасность дорожного движения, увеличить скорость доставки и сократить выбросы углекислого газа [24].

8. *Оптимизация цепей поставок.* В таблице 8 представлена характеристика интеграции искусственного интеллекта для оптимизации цепей поставок.

Таблица 8. Характеристика интеграции искусственного интеллекта для оптимизации цепей поставок*

Характеристика	Описание
Традиционные методы прогнозирования	цепь поставок представляет собой сложную сетевую структуру, объединяющую поставщиков сырья, производителей, дистрибьюторов, ритейлеров и других участников, требующую эффективной координации и сотрудничества.
Алгоритмы машинного обучения	алгоритмы машинного обучения и оптимизации, интегрированные в систему управления цепями поставок, позволяют оптимизировать ключевые аспекты операционной деятельности.
Области применения	<ul style="list-style-type: none"> - планирование производства: прогнозирование спроса и планирование объемов производства на основе алгоритмов машинного обучения для минимизации затрат на хранение запасов и предотвращения дефицита; - управление запасами: определение оптимального уровня запасов на различных этапах цепи поставок для минимизации затрат на хранение и обеспечения высокого уровня обслуживания клиентов (алгоритмы оптимизации); - выбор поставщиков: анализ данных о поставщиках и выбор наиболее надежных и экономически выгодных партнеров (алгоритмы машинного обучения); - управление транспортировкой: планирование маршрутов транспортировки и выбор наиболее эффективных способов доставки грузов (алгоритмы оптимизации).
Механизм функционирования	алгоритмы искусственного интеллекта интегрируют данные из различных источников (поставщики, производители, дистрибьюторы, ритейлеры) и используют их для моделирования и оптимизации операций. Создание математической модели цепи поставок и применение методов оптимизации для определения оптимальных значений параметров (объемы производства, уровни запасов, маршруты транспортировки).

*Источники: составлено на основе [11; 12; 25-26]

Современные стратегии управления цепями поставок предусматривают интеграцию искусственного интеллекта для достижения операционной гармонии. Искусственный интеллект, в частности алгоритмы машинного обучения и оптимизации, позволяет оптимизировать ключевые аспекты операционной деятельности, включая планирование производства, управление запасами, выбор поставщиков и управление транспортировкой. Механизм функционирования искусственного интеллекта заключается в интеграции данных из различных источников и использовании их для моделирования и оптимизации цепи поставок. Использование искусственного интеллекта позволяет снизить операционные затраты, повысить операционную эффективность, улучшить гибкость и адаптивность и повысить устойчивость к рискам [27].

Обсуждение результатов. Несмотря на огромный потенциал, который искусственный интеллект несет для оптимизации логистических процессов и повышения их экологической устойчивости, на пути его широкого распространения, особенно среди малых и средних предприятий, стоят существенные препятствия. Преодоление этих вызовов требует комплексного подхода, который включает в себя финансовую поддержку, обеспечение надежной защиты данных, повышение квалификации персонала и создание современной нормативно-правовой базы.

Одним из основных барьеров являются высокие затраты на внедрение решений на основе искусственного интеллекта. Инвестиции включают не только приобретение необходимого программного обеспечения и оборудования, но и расходы на интеграцию с

существующими системами, настройку, обучение сотрудников и техническую поддержку. Разработка и внедрение специализированных решений на основе искусственного интеллекта, адаптированных под уникальные потребности компании, может оказаться непомерно дорогостоящим для малого и среднего бизнеса. Например, внедрение системы оптимизации маршрутов может потребовать установки GPS-трекеров на все транспортные средства, оплаты лицензий на программное обеспечение и обучения водителей работе с новой системой. Автоматизация складских операций с использованием роботов потребует значительных инвестиций в роботизированное оборудование, систему управления складом с поддержкой искусственного интеллекта и интеграцию с существующими системами управления предприятием. Высокие затраты становятся серьезным препятствием для малого и среднего бизнеса, которые часто имеют ограниченные финансовые ресурсы и не могут себе позволить масштабные инвестиции в новые технологии, даже если они обещают значительную экономию и экологические выгоды в долгосрочной перспективе.

Другой серьезной проблемой является обеспечение безопасности данных. Системы искусственного интеллекта в логистике оперируют с большими объемами данных, включая конфиденциальную информацию о клиентах, поставщиках, маршрутах доставки, запасах и других аспектах деятельности компании. Хранение, обработка и передача этих данных создают значительные риски, связанные с киберугрозами, такими как взломы, утечки данных, кража интеллектуальной собственности и нарушение конфиденциальности. Например, кибератака на систему управления цепями поставок может привести к утечке информации о контрактах с поставщиками, ценах и других коммерческих тайнах. Взлом системы управления складом может позволить злоумышленникам изменить данные о запасах или направить поставки по ложным адресам. Утечка или компрометация данных может нанести серьезный ущерб репутации компании, привести к финансовым потерям, юридическим последствиям и потере конкурентных преимуществ. Компании, работающие в секторах с повышенными требованиями к безопасности данных, могут столкнуться с особыми трудностями при внедрении искусственного интеллекта.

Немаловажным фактором, сдерживающим широкое внедрение искусственного интеллекта в логистике, является отсутствие четкой нормативно-правовой базы. Неопределенность в законодательном регулировании создает риски для предприятий и замедляет внедрение новых технологий. Для стимулирования инноваций необходима разработка четких руководящих принципов, охватывающих различные аспекты использования искусственного интеллекта, включая этику использования данных, ответственность за его действия, экологические требования и стандарты безопасности. В частности, необходимо разработать правила использования автономных транспортных средств, регулирующие вопросы безопасности дорожного движения, ответственности за дорожно-транспортные происшествия и страхования. Также требуется разработка правил использования данных, собранных с помощью систем искусственного интеллекта, чтобы защитить права потребителей на конфиденциальность и предотвратить дискриминацию. Отсутствие нормативно-правовой поддержки может создать серьезные препятствия для инноваций и замедлить внедрение искусственного интеллекта в логистике.

Для решения перечисленных проблем необходимы скоординированные усилия со стороны правительств, бизнеса, научных организаций и образовательных учреждений. Только при наличии комплексного подхода можно в полной мере реализовать потенциал искусственного интеллекта для создания экологичной и эффективной логистики.

Заключение. Таким образом, искусственный интеллект выступает в качестве катализатора трансформации парадигмы управления устойчивыми цепями поставок,

предлагая инновационные подходы к оптимизации экологически ориентированной логистики. Посредством интенсификации процессов транспортировки, повышения точности прогнозирования спроса и рационализации управления складскими комплексами, искусственный интеллект обеспечивает значительное сокращение объемов генерируемых отходов, снижение потребления топливно-энергетических ресурсов и минимизацию выбросов диоксида углерода. Интеграция логистических систем, функционирующих на базе технологий искусственного интеллекта, обуславливает достижение экономической эффективности, повышение операционной результативности и снижение негативного воздействия на окружающую среду, что коррелирует с глобальными целями устойчивого развития. Несмотря на существенный потенциал искусственного интеллекта, для максимизации преимуществ, связанных с его внедрением, необходимо преодолеть ряд вызовов, включая высокие первоначальные инвестиционные затраты, риски, ассоциирующиеся с обеспечением безопасности данных, и необходимость адаптации персонала к новым технологическим решениям. В этой связи, представляется необходимым разработка стратегических планов внедрения искусственного интеллекта, предусматривающих интеграцию данной технологии с существующими бизнес-процессами в цепях поставок и обеспечение соответствия регуляторным требованиям. Государственным институтам отводится важная роль в стимулировании внедрения искусственного интеллекта посредством формирования благоприятной нормативно-правовой среды и предоставления экономических стимулов. В контексте дальнейших исследований представляется целесообразным изучение перспективных технологий искусственного интеллекта, таких как интеграция блокчейна, квантовые вычисления и продвинутые модели машинного обучения, с целью дальнейшего повышения устойчивости цепей поставок. По мере прогрессивного развития искусственного интеллекта его роль в «зеленой» логистике будет неуклонно возрастать, обуславливая наступление новой эры интеллектуального и устойчивого управления цепями поставок.

Список литературы

1. Хорошилова, Т.Н. Роль искусственного интеллекта в логистике: эффективность, вызовы и решения / Т.Н. Хорошилова // *Universum* [Электронный ресурс]. – 2024. – №11 (128). – URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18548> (дата обращения: 18.07.2025).
2. AI in logistics & supply chains [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dhl.com/global-en/delivered/innovation/ai-in-logistics.html> (дата обращения: 18.07.2025).
3. Bateh, D. Machine Impact in Supply Chain Management / D. Bateh // *The International Journal of Business Management and Technology*. – 2019. – № 3 (3). – P. 13–18.
4. Almuet, M.Z. Intelligent Agent Framework For Knowledge Acquisition In Supply Chain Management / M.Z. Almuet, F. Zawaideh // *International Journal of Scientific & Technology Research*. – 2019. – № 8 (9). – P. 1984–1994.
5. Рогулин, Р.С. Использование методов анализа данных и машинного обучения для прогнозирования и планирования спроса при управлении цепочками поставок / Р.С. Рогулин // *Теоретическая экономика*. – 2023. – № 8. – С.35–53.
6. Carbonneau, R. Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting / R. Carbonneau, K. Laframboise, R. Vahidov // *European Journal of Operational Research*. – 2008. – № 184 (3). – P. 1140–1154.
7. Thomassey, S. A short and mean-term automatic forecasting system – application to textile logistics / S. Thomassey, M. Happiette, J.M. Castelain // *European Journal of Operational Research*. – 2005. – № 161 (1). – P. 275–284.

8. Дерябина, Л.В. Складская логистика: способы управления и оптимизации / Л.В. Дерябина, В.В. Скитецкая // Вопросы устойчивого развития общества. – 2022. – № 4. – С. 365–371.
9. Исакова, А.Ф. Применение искусственного интеллекта / А.Ф. Исакова // Вестник современных исследований. – 2018. – № 9.3. – С. 261–262.
10. Каменков, А.Л. Применение больших данных для анализа пассажиропотока на скоростных магистралях Российской Федерации / А.Л. Каменков // Транспортные системы и технологии. – 2020. – № 2. – С. 106–115.
11. Шиболденков, В.А. Обзор применения технологии летательных дронов в производственных целях (на примере наукоёмкой промышленности) / В.А. Шиболденков, М.Е. Куликова, П.П. Савченко // Московский экономический журнал. – 2023. – № 3. – С. 102–119.
12. Cerna, I. The unmanned aerial vehicles in international trade and their regulation / I. Cerna // Actual Problems of Economics and Law. – 2016. – Vol. 10. – No. 3. – P. 83–91.
13. Смирнов, Е. Опыт Северстали по внедрению автоматизированных решений на складе горячекатаных рулонов / Е. Смирнов // Металлургия и технологии. – 2020. – № 27(5). – С. 89–97.
14. Лебедев, В. Инновационные решения для металлургических предприятий: опыт Северстали / В. Лебедев // Промышленная логистика. – 2020. – № 18(4). – С. 67–78.
15. Беспятая, М.Н. ИТ-решения в логистических стратегиях цепочек поставок / М.Н. Беспятая // Инновационные маркетингово-логистические стратегемы формирования социально-экономических систем: монография / Т.В. Ибрагимхалилова, Н.В. Агаркова, Л.В. Балабанова [и др.]. – Донецк: ДонГУ, 2022. – С. 248–257.
16. Стратегическое планирование развития экономики в условиях цифровизации: инструменты, способы, методы: монография / А.В. Половян, К.И. Синицына; под ред. д-ра экон. наук А.В. Половяна. – Москва: Магистр: ИНФРА-М, 2023. – 304 с. – ISBN: 978-5-9776-0549-6.
17. Колокутский, А. Искусственный интеллект в транспортной логистике: оптимизация маршрутов и снижение затрат / А. Колокутский // Евразийский научный журнал. Технические науки. – 2024. – С. 4–8.
18. И для более интеллектуального управления запасами в розничной торговле [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/ai-for-smarter-retail-inventory-management> (дата обращения: 18.07.2025).
19. Предиктивное техническое обслуживание: что это такое и как работает [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.vibray.ru/post/15/> (дата обращения: 18.07.2025).
20. Загорная, Т.О. Модель перехода логистической системы предприятия к цифровому варианту: барьеры, форматы, результативность / Т.О. Загорная, Л.Ш. Морозова, С.А. Медведков // Новое в экономической кибернетике. – 2021. – № 3. – С. 18–31.
21. Камилов, М.М. Процесс моделирования спроса на товары с использованием алгоритмов машинного обучения / М.М. Камилов, М.Х. Худайбердиев, О.С. Алимжанова // Потомки Аль-Фаргани. – 2024. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 249–255.
22. Wingfield, N. The Robots of Amazon [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nytimes.com/2017/09/10/technology/amazon-robots-workers.html?searchResultPosition=2> (дата обращения: 18.07.2025).
23. Chatbots in logistics & transportation: benefits & use cases [Электронный ресурс]. – URL: <https://acropolium.com/blog/chatbots-in-logistics/> (дата обращения: 18.07.2025).
24. Без водителя: как роботы на дорогах экономят деньги бизнеса [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.ru/spetsproekt/519545-bez-voditela-kak-roboty-na->

[dorogah-ekonomat-den-gi-biznesa?erid=F7NfYUJCUneLu1tTJAbH&ysclid=md8pgnr6ml848615881](https://doi.org/10.26907/2542-0409.2025.3.1807-1825) (дата обращения: 18.07.2025).

25. Комаров, К.Л. Цифровизация как ключевой механизм современных технологий в организационных структурах транспортного производства / К.Л. Комаров // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2 (45). – С. 24-29.

26. Чуланова, О.Л. Концепция интеграции технологий искусственного интеллекта в работу с персоналом в цифровой парадигме / О.Л. Чуланова // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2020. – Т. 9. – № 2. – С. 5–9.

27. Антонов-Дружинин, П.В. Способы применения искусственного интеллекта при управлении операционной эффективностью предприятий / П.В. Антонов-Дружинин, М.А. Суржигов // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2024. – № 4(31). – С. 32–42.

Беспятая Марина Николаевна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры маркетинга и логистики, ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Донецк, Россия
E-mail: marinad-28@mail.ru
ORCID: 0009-0009-2511-4139
AuthorID: 1135175

Поступила в редакцию 05.08.2025 г.

UDC 656.073:658.7

DOI 10.5281/zenodo.17849924

BESPYATAYA Marina¹

¹ Donetsk State University, Universitetskaya str., 24, Donetsk, Russia, 283001

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF LOGISTICS PROCESSES

With the increasing relevance of the principles of sustainable development in the global economy, industrial enterprises and multinational corporations are fundamentally revising traditional supply chain management models. In this context, artificial intelligence is positioned as a strategic tool and catalyst for optimizing environmental logistics, providing opportunities for significant improvements in key processes, including cargo transportation, inventory management, predictive modeling of consumer demand, and rationalization of vehicle routing. Integrated and managed systems based on advanced artificial intelligence algorithms demonstrate significant potential in ensuring a significant reduction in the volume of production waste generated, reducing consumption of non-renewable fuel resources and minimizing emissions of pollutants into the environment. These factors together contribute to the formation of more sustainable and cost-effective supply chains with increased adaptability to changing market conditions and environmental requirements. The proposed study focuses on a comprehensive analysis of the role of artificial intelligence in the context of sustainable supply chains, covering a wide range of aspects, including areas of its practical application, quantification of the benefits obtained, identification of related challenges and prospects for further development. As part of the research, an in-depth analysis of existing scientific publications will be carried out, case studies of specific examples of successful implementation of artificial intelligence in logistics processes will be conducted. The preliminary results of the analysis indicate that the use of focused logistics systems based on artificial intelligence provides a significant increase in the efficiency of using available resources, reducing anthropogenic pressure on the environment by reducing emissions and waste, as well as optimizing management decision-making processes at all levels of the logistics hierarchy. Based on the analysis and the results obtained, the study allows us to conclude that artificial intelligence is a critically important factor determining the sustainable development of supply chains in the long term. However, its effective implementation requires the development and implementation of a strategic plan that provides for targeted investments in the development of relevant competencies, the creation of the necessary technological infrastructure and the harmonization of developed solutions with current regulatory requirements in the field of environmental protection, which will ensure the achievement of long-term environmental and economic benefits for all stakeholders.

Key words: *sustainable supply chains, artificial intelligence, eco-friendly logistics, carbon footprint reduction, optimization based on artificial intelligence, sustainable transport, environmental impact, logistics efficiency, data analysis, supply chain innovation.*

References

1. Khoroshilova, T.N. (2024) [The role of artificial intelligence in logistics: efficiency, challenges and solutions]. *Universum*. Retrieved from: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18548> (date of application: 18.07.2025). (In Russian).
2. Global (2021). *AI in logistics & supply chains*. Retrieved from:

<https://www.dhl.com/global-en/delivered/innovation/ai-in-logistics.html>.

3. Bateh, D. (2019) Machine Impact in Supply Chain Management. *The International Journal of Business Management and Technology*. 3(3), 13–18.
4. Almuiet, M.Z., Zawaideh F. (2019) Intelligent Agent Framework For Knowledge Acquisition In Supply Chain Management. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 8 (9), 1984–1994.
5. Rogulin, R.S. (2023) [Using methods of data analysis and machine learning for forecasting and planning demand in supply chain management]. *Teoreticheskaya ekonomika = Theoretical economics*. 8, 35–53. (In Russian).
6. Carbonneau, R., Laframboise K., Vahidov R. (2008) Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. *European Journal of Operational Research*. 184 (3), 1140–1154.
7. Thomassey, S., Happiette M., Castelain J.M. (2005) A short and mean-term automatic forecasting system – application to textile logistics. *European Journal of Operational Research*. 161 (1), 275–284.
8. Deryabina, L.V., Skitetskaya V.V. (2022) [Warehouse logistics: methods of management and optimization]. *Voprosy ustojchivogo razvitiya obshchestva = Issues of sustainable development of society*. 4, 365–371. (In Russian).
9. Iskhakova, A.F. (2018) [Application of artificial intelligence]. *Vestnik sovremennykh issledovanij = Bulletin of Modern Research*. 9.3, 261–262. (In Russian).
10. Kamen'kov, A.L. (2020) [The use of big data to analyze passenger traffic on high-speed highways of the Russian Federation]. *Transportnye sistemy i tekhnologii = Transport systems and technologies*. 2, 106–115. (In Russian).
11. Shiboldenkov V.A., Kulikova M.E., Savchenko P.P. (2023) [Review of the use of flying drone technology for industrial purposes (using the example of the high-tech industry)]. *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal = Moscow Economic Journal*. 3, 102–119. (In Russian).
12. Cerna, I. (2016) The unauthorized aerial vehicles in international trade and their regulation. *Actual Problems of Economics and Law*. 10 (3), 83–91.
13. Smirnov, E. (2020) [Severstal's experience in the implementation of automated solutions in the warehouse of hot-rolled coils]. *Metallurgiya i tekhnologii = Metallurgy and Technology*. 27(5), 89–97. (In Russian).
14. Lebedev, V. (2020) [Innovative solutions for metallurgical enterprises: the experience of Severstal]. *Promyshlennaya logistika = Industrial logistics*. 18(4), 67–78. (In Russian).
15. Bespiataya, M.N. (2022) *IT solutions in logistics supply chain strategies* In: Innovative marketing and logistics stratagems of the formation of socio-economic systems: a monograph. Donetsk: DonNU. (In Russian).
16. Polovyan, A.V. (2023) *Strategic planning of economic development in the context of digitalization: tools, methods, methods* In: A.V. Polovyan, K.I. Sinitsyna. Moscow: Magister: INFRA-M, 304 p. ISBN: 978-5-9776-0549-6. (In Russian).
17. Kolokutsky, A.(2024) [Artificial intelligence in transport logistics: route optimization and cost reduction]. *Evrazijskij nauchnyj zhurnal. Tekhnicheskie nauki = Eurasian Scientific Journal. Technical sciences*. 4–8. (In Russian).
18. Ultralytics (2024). *And for more intelligent inventory management in retail trade*. Retrieved from: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/ai-for-smarter-retail-inventory-management>. (date of application: 18.07.2025). (In Russian).
19. Vibray (2024). *Predictive maintenance: what it is and how it works*. Retrieved from: <https://blog.vibray.ru/post/15/>. (date of application: 18.07.2025). (In Russian).
20. Zagornaya T.O., Morozova L.S., Medvedkov S.A. (2021) [The model of transition of the logistics system of the enterprise to the digital version: barriers, formats, effectiveness]. *Novoe v ekonomicheskoy kibernetike = New in economic cybernetics*. 3, 18–31. (In Russian).

21. Kamilov, M.M., Khudaiberdiev, M.H., Alimzhanova O.S. (2024) [The process of modeling demand for goods using machine learning algorithms]. *Potomki Al'-Fargani = Descendants of Al-Farghani*. 1 (2), 249–255. (In Russian).
22. Wingfield, N. (2017) *The Robots of Amazon*. Retrieved from: <https://www.nytimes.com/2017/09/10/technology/amazon-robots-workers.html?searchResultPosition=2> (date of application: 18.07.2025).
23. Acropolium (2023) *Chatbots in logistics & transportation: benefits & use cases*. Retrieved from: <https://acropolium.com/blog/chatbots-in-logistics/> (date of application: 18.07.2025).
24. Forbes (2024) *Without a driver: how robots on the roads save business money*. Retrieved from: <https://www.forbes.ru/spetsproekt/519545-bez-voditela-kak-roboty-na-dorogah-ekonomat-den-gi-biznesa?erid=F7NfYUJCUnLu1tTJAbH&ysclid=md8pgnr6ml848615881> (date of application: 18.07.2025). (In Russian).
25. Komarov, K.L. (2018) [Digitalization as a key mechanism of modern technologies in organizational structures of transport production]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya = Bulletin of the Siberian State University of Railway Communications*. 2 (45), 24–29. (In Russian).
26. Chulanova, O.L. (2020) [The concept of integrating artificial intelligence technologies into work with personnel in the digital paradigm]. *Upravlenie personalom i intellektual'nymi resursami v Rossii = Personnel and intellectual resources management in Russia*. 9 (2), 5–9. (In Russian).
27. Antonov–Druzhinin, P.V., Surzhikov, M.A. (2024) [Methods of using artificial intelligence in managing the operational efficiency of enterprises]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINH) = Bulletin of the Rostov State University of Economics (RINH)*. 4(31), 32–42. (In Russian).

Bespyataya Marina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Marketing and Logistics Department, Donetsk State University, Donetsk, Russia
E-mail: marinad-28@mail.ru
ORCID: 0009-0009-2511-4139
AuthorID: 1135175

Received 05.08.2025