

АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

¹Инюшина Виктория Ивановна

²Золотухин Захар Евгеньевич

³Тунгусова Елена Владимировна

¹Бакалавр

²Бакалавр

³Кандидат экономических наук, доцент

ФБГОУ ВО «Владивостокский государственный университет»

Россия, Владивосток.

E-mail: yaarhouse@yandex.ru; Тел.: +79005004519

ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014

В статье рассматриваются возможности и перспективы применения автоматизации и роботизации в сфере транспортной логистики. Анализируются современные технологические решения, такие как беспилотные транспортные средства, автоматизированные складские комплексы, системы управления транспортом (TMS) и роботизированные системы погрузки-разгрузки. На основе проведенного анализа делается вывод о неизбежности дальнейшей автоматизации и роботизации транспортной логистики, а также о необходимости комплексного подхода к внедрению новых технологий для достижения максимального экономического и социального эффекта.

Ключевые слова: транспортная логистика, автоматизация, роботизация, технологии, искусственный интеллект.

The article discusses the possibilities and prospects of using automation and robotics in the field of transport logistics. Modern technological solutions such as unmanned vehicles, automated warehouse complexes, transport management systems (TMS) and robotic loading and unloading systems are analyzed. Based on the analysis, it is concluded that further automation and robotization of transport logistics is inevitable, as well as the need for an integrated approach to the introduction of new technologies to achieve maximum economic and social impact.

Keywords: transport logistics, automation, robotics, technology, artificial intelligence

В эпоху глобализации и стремительного развития технологий, транспортная логистика становится ключевым фактором конкурентоспособности бизнеса. Современный рынок требует не только оперативной доставки товаров, но и минимизации издержек, повышения прозрачности и эффективности логистических процессов. В этих условиях, традиционные методы управления транспортными потоками оказываются все менее эффективными, открывая широкие перспективы для внедрения передовых технологий, таких как автоматизация и роботизация.

Актуальность исследования определяется необходимостью комплексного анализа потенциала автоматизации и роботизации в сфере транспортной логистики, а также выявления ключевых факторов, определяющих успешность их внедрения.

Целью данной научной работы является исследование влияния автоматизации и роботизации на процессы транспортной логистики, определение перспективных направлений развития и выработка практических рекомендаций по эффективному внедрению инновационных технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Проанализировать современные технологические решения в области автоматизации и роботизации транспортной логистики.
- Оценить экономическую эффективность и потенциальные выгоды от внедрения автоматизированных систем.
- Выявить основные проблемы и барьеры, препятствующие широкому распространению автоматизации и роботизации в отрасли.
- Разработать рекомендации по оптимизации процессов внедрения и адаптации автоматизированных и роботизированных систем в транспортной логистике.
- Определить перспективы развития и направления дальнейших исследований в данной области.

Результаты исследования будут полезны для специалистов в области логистики, руководителей транспортных компаний, разработчиков программного обеспечения и оборудования, а также для представителей органов государственной власти, занимающихся регулированием транспортной отрасли.

Основные технологии автоматизации и роботизации в логистике

Беспилотные транспортные средства (авто, дроны, поезда).

Внедрение беспилотных транспортных средств в транспортную логистику обещает кардинально изменить отрасль, открывая новые возможности для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества обслуживания. Преимущества различных видов беспилотных транспортных средств:

1. Беспилотные автомобили (грузовики, фургоны):

Снижение затрат: Экономия на заработной плате водителей, топливе (за счет оптимизации маршрутов и стиля вождения), страховых выплатах.

Повышение эффективности: круглосуточная работа, оптимизированные маршруты, сокращение времени доставки.

Улучшение безопасности: снижение количества ДТП и связанных с ними затрат.

Снижение нагрузки на дорожную инфраструктуру: Возможность формирования автоколонн, занимающих меньше места на дороге.

Улучшение условий труда: перевод водителей на более квалифицированную и менее напряженную работу (например, диспетчеры, техники по обслуживанию БТС).

2. Беспилотные дроны (квадрокоптеры, мультикоптеры):

Ускорение доставки: особенно актуально для доставки небольших грузов в труднодоступные районы или в условиях городской пробки. Возможность доставки грузов в удаленные места, куда сложно добраться наземным транспортом.

Новые возможности для экспресс-доставки: доставка медикаментов, срочных документов, запчастей и других грузов, требующих немедленной доставки. Значительное сокращение времени доставки по сравнению с традиционными методами, особенно в городских условиях.

Мониторинг и инспекция: использование дронов для инспекции инфраструктуры (дорог, мостов, линий электропередач), а также для мониторинга складов и транспортных средств.

Гибкость и маневренность: дроны могут легко обходить препятствия и адаптироваться к меняющимся условиям.

Улучшение безопасности: снижение риска ДТП и краж грузов.

3. Беспилотные поезда (грузовые и пассажирские):

Оптимизация грузовых перевозок: Повышение эффективности использования железнодорожной инфраструктуры, снижение заторов на железных дорогах, увеличение пропускной способности (за счет более быстрого оборота поездов)

Оптимизация затрат на управление и техобслуживание. Более экономичная и эффективная работа, чем при управлении людьми, экономия электроэнергии, экономия на заработной плате машинистов, топливе (за счет оптимизации режима движения), обслуживании.

Повышение безопасности пассажирских перевозок: Автоматизация управления поездом и контроля за движением снижает риск аварий и человеческих жертв.

Улучшение графика движения: Более точное соблюдение расписания, сокращение времени в пути.

Роботизированные склады (AMR, AGV, системы сортировки).

В современной логистике, характеризующейся растущими объемами заказов и жесткими требованиями к скорости и точности обработки, роботизированные склады становятся ключевым элементом обеспечения конкурентоспособности. Интеграция автономных мобильных роботов (AMR), автоматизированных управляемых тележек (AGV) и передовых систем сортировки трансформирует традиционные складские операции, выводя эффективность и гибкость на принципиально новый уровень.

1. Автоматизированные управляемые тележки (AGV - Automated Guided Vehicles):

Описание: AGV – это беспилотные транспортные средства, перемещающиеся по складу по заранее определенным маршрутам. Их движение контролируется с помощью магнитной ленты, оптических датчиков или лазерной навигации. [1]

Применение: AGV применяются для транспортировки паллет, контейнеров и других грузов между различными зонами склада: зоной приемки, зоной хранения, зоной комплектации и зоной отгрузки.

Преимущества:

Высокая эффективность: AGV позволяют автоматизировать рутинные операции транспортировки, снижая потребность в ручном труде и увеличивая скорость перемещения грузов.

Повышение безопасности: AGV оснащены датчиками и системами безопасности, предотвращающими столкновения с людьми и другими объектами.

Снижение затрат: AGV позволяют снизить затраты на заработную плату, электроэнергию и техническое обслуживание.

Ограничения:

Ограниченная гибкость: AGV не могут самостоятельно изменять маршрут движения, что ограничивает их применение в условиях динамично меняющихся складских операций.

Необходимость в специализированной инфраструктуре: AGV требуют создания специализированной инфраструктуры, такой как магнитные ленты или оптические датчики.

2. Автономные мобильные роботы (AMR - Autonomous Mobile Robots):

Описание: AMR – это более продвинутые беспилотные транспортные средства, способные самостоятельно ориентироваться в пространстве и принимать решения на основе данных, полученных от датчиков и камер. Они используют алгоритмы SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) для построения карты склада и планирования маршрута.

Применение: AMR применяются для тех же целей, что и AGV, но обладают большей гибкостью и адаптивностью. Они могут использоваться для комплектации заказов, инвентаризации и других складских операций.

Преимущества:

Высокая гибкость: AMR могут самостоятельно изменять маршрут движения, адаптируясь к меняющимся условиям склада.

Простота внедрения: AMR не требуют создания специализированной инфраструктуры, что значительно упрощает и ускоряет процесс внедрения.

Масштабируемость: AMR можно легко добавлять или удалять из системы, в зависимости от текущих потребностей.

Ограничения:

Более высокая стоимость: AMR обычно стоят дороже, чем AGV.

Сложность интеграции с существующими системами: Интеграция AMR с существующими системами управления складом (WMS) может быть сложной и требовать дополнительных усилий.

3. Системы сортировки:

Описание: Автоматизированные системы сортировки предназначены для быстрого и точного распределения товаров по различным направлениям: по заказам, по зонам хранения, по пунктам назначения.

Типы систем сортировки:

Конвейерные системы сортировки: используют конвейеры с различными типами сортировочных механизмов (толкатели, отводчики, ролики).

Системы сортировки с наклонными лотками: товары перемещаются по конвейеру в лотках, которые наклоняются для сброса товара в нужном направлении.

Системы сортировки с поперечным движением тележек: тележки перемещаются по конвейеру и сбрасывают товары в нужном направлении.

Преимущества:

Высокая скорость сортировки: системы сортировки позволяют обрабатывать большие объемы товаров за короткое время.

Высокая точность сортировки: автоматизированные системы сортировки обеспечивают высокую точность распределения товаров, снижая вероятность ошибок и задержек.

Снижение затрат: системы сортировки позволяют снизить затраты на ручной труд и уменьшить количество ошибок при сортировке.

Ограничения:

Высокая стоимость внедрения: системы сортировки требуют значительных инвестиций в оборудование и программное обеспечение.

Ограниченная гибкость: системы сортировки могут быть сложными в перенастройке для работы с новыми типами товаров.

Влияние роботизированных складов на логистику:

Повышение эффективности: роботизированные склады позволяют значительно повысить эффективность складских операций за счет автоматизации рутинных задач, сокращения времени обработки заказов и повышения точности работы.

Снижение затрат: автоматизация позволяет снизить затраты на заработную плату, электроэнергию, техническое обслуживание и страхование.

Улучшение условий труда: Автоматизация позволяет снизить нагрузку на работников склада и повысить безопасность их труда.

Повышение гибкости: роботизированные склады могут быстро адаптироваться к меняющимся потребностям рынка и требованиям клиентов.

Улучшение качества обслуживания: роботизированные склады позволяют обеспечить более быструю и точную доставку заказов, повышая удовлетворенность клиентов.

Искусственный интеллект и машинное обучение для оптимизации маршрутов.

ИИ и МО предоставляют мощные инструменты для решения задач оптимизации маршрутов, позволяя:

Учитывать динамические факторы: алгоритмы МО способны анализировать большие объемы данных о трафике, погодных условиях, дорожных работах и других факторах, влияющих на время доставки, и корректировать маршруты в реальном времени.

Прогнозировать спрос: МО позволяет прогнозировать спрос на различные товары в разных районах, что позволяет оптимизировать распределение транспортных средств и запасов.

Оптимизировать загрузку транспортных средств: алгоритмы ИИ могут определять оптимальный порядок загрузки товаров в транспортные средства, чтобы минимизировать время разгрузки и обеспечить безопасность груза.

Оптимизировать выбор транспортного средства: ИИ может выбирать наиболее подходящий тип транспортного средства для каждого заказа, учитывая размеры груза, расстояние доставки и другие факторы. [5]

Автоматически генерировать маршруты: ИИ может автоматически генерировать оптимальные маршруты для каждого транспортного средства, учитывая все ограничения и цели оптимизации.

Примеры успешного применения искусственного интеллекта:

- Amazon: роботы-комплектовщики на складах.
- Tesla и Waymo: беспилотные грузовики.
- DHL: дроны для доставки в труднодоступные регионы.
- Российские примеры (Яндекс, Сберлогистика).

Блокчейн для отслеживания грузов.

Блокчейн — это децентрализованная система хранения и передачи информации, при которой данные шифруются и объединяются в блоки, а затем сохраняются на компьютерах множества пользователей сети.

Проблемы традиционного отслеживания грузов:

Традиционные системы отслеживания грузов, основанные на централизованных базах данных и ручном вводе информации, обладают рядом недостатков:

Непрозрачность: отсутствие единой платформы для обмена информацией между всеми участниками цепочки поставок приводит к низкой прозрачности и затрудняет отслеживание грузов в режиме реального времени.

Ненадежность: централизованные базы данных уязвимы для взлома и фальсификации информации.

Неэффективность: ручной ввод информации требует больших затрат времени и увеличивает вероятность ошибок.

Высокая стоимость: использование нескольких систем отслеживания грузов увеличивает затраты на программное обеспечение и техническую поддержку.

Преимущества блокчейна для отслеживания грузов:

Прозрачность: все участники цепочки поставок имеют доступ к одной и той же информации о грузе, которая хранится в блокчейне. Информация о перемещении груза, изменении его состояния и передаче ответственности фиксируется в виде транзакций, которые добавляются в блокчейн и становятся неизменяемыми.

Безопасность: блокчейн использует криптографические методы для защиты информации от несанкционированного доступа и изменений. Каждая транзакция подписывается цифровой подписью участника цепочки поставок, что гарантирует ее подлинность.

Надежность: блокчейн – это децентрализованная система, в которой данные хранятся на множестве компьютеров. Это делает ее устойчивой к сбоям и атакам.

Эффективность: Автоматизация процессов ввода и обмена информацией позволяет снизить затраты времени и уменьшить вероятность ошибок.

Доверие: блокчейн обеспечивает доверие между участниками цепочки поставок, так как все они имеют доступ к одной и той же проверенной информации. [2]

Как блокчейн работает в логистике:

Регистрация груза: при отправке груза, его информация (наименование, количество, характеристики, условия хранения) регистрируется в блокчейне в виде транзакции.

Отслеживание перемещения: на каждом этапе перемещения груза (приемка, отгрузка, транспортировка, хранение) данные фиксируются в блокчейне. Информация может поступать от различных устройств, таких как GPS-трекеры, RFID-метки, датчики температуры и влажности.

Проверка подлинности: каждый участник цепочки поставок может проверить подлинность информации о грузе, используя блокчейн. Это позволяет убедиться в том, что груз не был подменен или поврежден.

Автоматизация расчетов: блокчейн может использоваться для автоматизации расчетов между участниками цепочки поставок. Например, оплата за транспортировку может быть автоматически произведена после подтверждения факта доставки груза.

Управление рисками: блокчейн позволяет оперативно выявлять и реагировать на риски, связанные с доставкой грузов, такие как задержки, повреждения или кражи.

Примеры применения блокчейна в логистике:

Отслеживание происхождения продуктов питания: блокчейн позволяет отследить весь путь продукта от фермы до прилавка магазина, гарантируя его подлинность и качество.

Отслеживание фармацевтической продукции: блокчейн позволяет предотвратить фальсификацию лекарственных препаратов и гарантировать их безопасность.

Управление цепочками поставок в автомобильной промышленности: блокчейн позволяет отследить движение комплектующих от поставщиков до сборочного конвейера, обеспечивая прозрачность и эффективность производства.

Международная торговля: блокчейн упрощает и ускоряет процессы международной торговли, обеспечивая прозрачность и безопасность транзакций.

Недостатки внедрения инновационных систем в транспортную логистику

Высокая стоимость: разработка, внедрение и поддержка ИИ-систем требует значительных инвестиций.

Сложность интеграции: интеграция с существующими системами может быть сложной и требовать перестройки процессов.

Нехватка квалифицированных специалистов: требуются эксперты для разработки, внедрения и обслуживания ИИ-систем.

Риск ошибок, сбоев и поломок: ИИ может допускать ошибки, особенно в нештатных ситуациях, что может приводить к убыткам.

Полностью автономный транспорт: более широкое внедрение беспилотных грузовиков, судов, самолетов и дронов для перевозок на разных расстояниях.

Интеллектуальные транспортные системы (ITS): Масштабное развертывание адаптивных светофоров, систем управления трафиком в реальном времени и интеллектуальных парковочных систем.

Использование интернет вещей (IoT): Устройства, оснащенные сенсорами, могут собирать и передавать данные о состоянии товаров (температура, влажность и т.д.) в режиме реального времени. Это позволяет отслеживать активы и оптимизировать условия хранения, прогнозировать спрос на ассортимент. Например, датчики и RFID-метки.[3]

Роботизированные склады и распределительные центры: Полная автоматизация процессов складирования, сортировки, комплектации и погрузки/разгрузки с использованием роботов и автоматизированных систем.

Подземные и вертикальные логистические системы: Строительство подземных туннелей и многоэтажных складов для оптимизации использования городского пространства.

"Умные" порты и терминалы: автоматизация операций в портах и терминалах, включая погрузку/разгрузку контейнеров, перемещение грузов и управление транспортом.[4]

Использование ИИ и машинного обучения: Применение алгоритмов для прогнозирования спроса, оптимизации маршрутов, управления запасами и предотвращения сбоев.

Интеграция с блокчейном: использование блокчейна для отслеживания грузов, управления документацией и обеспечения прозрачности цепей поставок.

Ожидаемые результаты:

Повышение эффективности: снижение затрат, сокращение времени доставки, оптимизация использования ресурсов.

Улучшение безопасности: снижение аварийности, улучшение условий труда.

Повышение устойчивости: сокращение выбросов вредных веществ, использование альтернативных видов топлива.

Повышение гибкости и адаптивности: возможность быстро реагировать на изменения спроса и рыночные условия.

Персонализация логистических услуг: предложение индивидуальных решений для разных клиентов.

Проведенное исследование подтверждает, что автоматизация и роботизация являются ключевыми факторами повышения эффективности и конкурентоспособности в транспортной логистике. Внедрение этих технологий позволяет оптимизировать процессы, снизить затраты и улучшить качество обслуживания. Тем не менее, важно учитывать, что автоматизация и роботизация – это трудоёмкий процесс. Существуют значительные вызовы, связанные с высокой стоимостью внедрения, необходимостью интеграции с существующими системами, вопросами кибербезопасности и потенциальным сокращением рабочих мест. Для успешной реализации потенциала автоматизации и роботизации необходим комплексный подход, включающий не только технологические решения, но и разработку нормативно-правовой базы, программ переквалификации персонала и мер по обеспечению кибербезопасности. Только в этом случае можно будет максимизировать выгоды и минимизировать риски, связанные с внедрением этих инноваций."

1. [Электронный ресурс] URL: <https://nissa-eng.ru/stati/amr-protiv-agv-7-kljuchevyh-otlichij-o-kotoryh-dolzny-znat-predprinimateli>.

2. [Электронный ресурс] URL: <https://academy.binance.com/ru/articles/what-is-blockchain-and-how-does-it-work>.

3. [Электронный ресурс] URL: <https://companies.rbc.ru/news/LTMIgrS5XN/kak-smart-tehnologii-primenyayutsya-v-skladskoj-logistike>.

4. [Электронный ресурс] URL: <https://apni.ru/article/883-rol-iskusstvennogo-intellekta-v-protsesse-avto>.

5. [Электронный ресурс] URL: <https://logistics.by/blog/transportnaya-logistika-optimizaciya-putej-dostavki-innovacionnye-tehnologii-i-upravlenie-logisticheskimi-protsessami-dlya-effektivnogo-perevozki-gruzov>.