

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЛОГИСТИКЕ

Шарипов Э.Ж.¹, Ишниязов О.О.¹

*¹ Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хорезми*

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTICS

Sharipov E.J.¹, Ishniyazov O.O.¹

¹ Tashkent University of Information Technologies
named after Muhammad al-Khwarizmi

Аннотация: В статье рассматривается влияние и перспективы применения систем искусственного интеллекта (ИИ) в логистике. Особое внимание уделено адаптивным алгоритмам планирования маршрутов, прогнозированию спроса и оптимизации цепочек поставок. Представлены математические модели применения ИИ в управлении логистическими потоками и описаны примеры внедрения интеллектуальных решений в реальных условиях. Также обсуждаются потенциальные риски и ограничения, связанные с цифровой трансформацией логистики.

Abstract: The article examines the impact and prospects of using artificial intelligence (AI) systems in logistics. Particular attention is paid to adaptive algorithms for route planning, demand forecasting, and supply chain optimization. Mathematical models of using AI in managing logistics flows are presented and examples of implementing intelligent solutions in real conditions are described. Potential risks and limitations associated with the digital transformation of logistics are also discussed.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, логистика, оптимизация маршрутов, цепочка поставок, машинное обучение, предиктивная аналитика, цифровизация, транспорт.

Keywords: Artificial intelligence, logistics, route optimization, supply chain, machine learning, predictive analytics, digitalization, transport.

Введение

Логистика — одна из ключевых отраслей экономики, в которой точность, скорость и эффективность являются критическими параметрами. В условиях глобализации и роста объема данных традиционные методы управления становятся недостаточными. Искусственный интеллект предлагает новые возможности для автоматизации и интеллектуализации логистических процессов. Его применение уже привело к значительным изменениям в

управлении складскими операциями, транспортировке и прогнозировании спроса.

Основные направления применения ИИ в логистике

1. Оптимизация маршрутов.

С помощью алгоритмов машинного обучения и методов графов, ИИ позволяет определять кратчайшие, наименее загруженные или наиболее экономически выгодные маршруты доставки. Например, системы, основанные на нейросетях, могут в реальном времени учитывать пробки, погодные условия и временные окна доставки.

2. Управление складом

ИИ применяется для автоматизации инвентаризации, планирования размещения товаров, а также управления роботизированными системами. Камеры и датчики вкупе с компьютерным зрением позволяют отслеживать перемещение товаров с высокой точностью.

3. Прогнозирование спроса

Используя исторические данные, сезонные тренды и поведенческие паттерны клиентов, ИИ способен предсказывать потребность в тех или иных товарах. Это снижает издержки на хранение и помогает избежать нехватки запасов.

4. Интеллектуальные цепочки поставок

Современные SCM-системы (управление цепочками поставок), интегрированные с ИИ, обеспечивают более высокую гибкость и адаптивность к внешним изменениям: задержкам, колебаниям спроса и кризисным ситуациям.

Математическая модель предиктивной логистики

Пусть:

- $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ — данные о спросе по регионам и времени,
- $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ — возможные маршруты и сроки доставки,
- $C(T)$ — функция затрат на логистику,
- $P(D)$ — функция прогнозируемого спроса на основе модели ИИ (например, LSTM-сети).

Цель — минимизировать суммарные логистические издержки с учётом прогнозов:

$$\min_T C(T) \quad \text{при } D \approx P(D)$$

Таким образом, модель ИИ становится частью системы принятия решений и влияет на стратегию доставки и закупок.

Для более точного описания модели целесообразно ввести дополнительные ограничения:

- Ограничения пропускной способности маршрутов:

$$\sum_i x_{ij} \leq \kappa_j, \quad \forall j \in T$$

где x — объём поставок по маршруту j для региона i , κ_j — максимальная нагрузка маршрута j .

- Баланс спроса и предложения:

$$x_{ij} \geq \hat{d}_i, \quad \forall i \in D$$

где $\hat{d}_i$ — прогнозируемый спрос в регионе i .

Примеры реального внедрения

- **Amazon** применяет ИИ для маршрутизации дронов и роботизированной сортировки заказов.
- **DHL** использует алгоритмы прогнозирования для снижения времени доставки и повышения точности отслеживания посылок.
- **Maersk** интегрировал ИИ для управления морскими перевозками и прогнозирования задержек в портах.

Потенциальные риски

- Зависимость от данных: ошибки в обучающих выборках могут привести к искажению прогноза.
- Проблемы с кибербезопасностью: логистические ИИ-системы становятся потенциальной целью атак.
- Этика и безработица: автоматизация может вытеснять рабочую силу.

Заключение

Цифровая трансформация логистики, основанная на внедрении технологий искусственного интеллекта (ИИ), представляет собой один из наиболее значимых векторов развития современной экономики и бизнес-среды. Использование адаптивных алгоритмов машинного обучения, нейросетевых моделей и аналитических систем позволяет автоматизировать ключевые элементы логистической инфраструктуры — от маршрутизации транспортных потоков до управления запасами и прогнозирования спроса.

ИИ в логистике способствует повышению точности принимаемых решений, снижению затрат, улучшению клиентского сервиса и усилению устойчивости цепочек поставок в условиях неопределённости. Практические примеры внедрения интеллектуальных технологий мировыми лидерами рынка, такими как Amazon, DHL и Maersk, подтверждают эффективность интеграции ИИ в реальные бизнес-процессы.

В то же время широкомасштабное применение ИИ в логистике сопряжено с рядом вызовов. К ним относятся зависимость от качества исходных данных, уязвимость к кибератакам, необходимость в правовом регулировании новых цифровых решений, а также социальные последствия, связанные с вытеснением традиционных профессий. Это обуславливает потребность в ответственном,

этически и стратегически выверенном подходе к цифровизации логистических систем, предполагающем активное участие как бизнеса, так и государства.

Список литературы:

1. Ратнер, А. Ю., & Абрамов, А. А. (2020). *Цифровизация логистики: технологии, тренды, практика*. Москва: Инфра-М.
2. Солодовников, А. А., & Кузнецов, А. В. (2021). Использование методов машинного обучения в логистических системах // *Логистика и управление цепями поставок*. № 6, с. 42–51.
3. Ivanov, D., Tsipoulanis, A., & Schönberger, J. (2019). *Global Supply Chain and Operations Management*. 3rd ed. Cham: Springer.
4. Choi, T.-M., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big Data Analytics in Operations Management // *Production and Operations Management*. Vol. 27(10), pp. 1868–1889.
5. Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management // *Journal of Business Logistics*. Vol. 34(2), pp. 77–84.
6. Zhang, Y., Qian, C., & Hu, J. (2020). Artificial Intelligence in Logistics: A Review and Bibliometric Analysis // *IEEE Access*. Vol. 8, pp. 190403–190417.
7. Baryannis, G., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Predictive analytics and artificial intelligence in supply chain management: Review and implications for the future // *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 137, 106024.
8. Min, H. (2010). Artificial Intelligence in Supply Chain Management: Theory and Applications // *International Journal of Logistics: Research and Applications*. Vol. 13(1), pp. 13–39.
9. Русакович, А. В., & Кравцова, М. Н. (2022). Модели прогнозирования в логистике: подходы и реализация с помощью ИИ // *Современные технологии управления*. № 2, с. 23–34.
10. Киселёв, Е. С. (2021). Методы оптимизации маршрутов в транспортной логистике с использованием нейросетевых алгоритмов // *Вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. Т. 24, № 1, с. 66–74.