

АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО РЫНКА ГРУЗОПЕРЕВОЗОК С УЧЕТОМ МАРШРУТОВ, ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗКИ, ПОЛИТИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ И УГРОЗ

Вуйкович А.Д.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Артамонов А.А.¹

¹НИЯУ «МИФИ

Anastasia.Vuykovich@yandex.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР «Адаптивная модель международного транспортно-логистического рынка грузоперевозок с учетом маршрутов, объемов перевозки, политических и экономических рисков и угроз».

Введение

Международный транспортно-логистический рынок грузоперевозок представляет собой динамическую систему, функционирующую под воздействием политических, экономических, инфраструктурных и климатических факторов. В условиях глобализации и трансформации международных транспортных коридоров особую актуальность приобретает задача обеспечения адаптивности логистических процессов. Геополитическая нестабильность существенно повышает уровень неопределенности и снижает эффективность традиционных методов планирования маршрутов [1]. В связи с этим возрастает потребность в разработке адаптивных моделей международных транспортных систем, способных учитывать влияние внешних факторов и оперативно корректировать маршруты с использованием цифровых технологий и методов искусственного интеллекта (далее – ИИ).

Основная часть

Международная транспортно-логистическая система рассматривается как графовая структура, в которой узлы соответствуют объектам инфраструктуры, а ребра – транспортным маршрутам и связям между ними. Такое представление позволяет формализовать маршруты перевозок, учитывать мультимодальность и динамически изменяющиеся параметры сети [2]. Каждому ребру графа сопоставляется набор определенных характеристик [3]. Риски формализуются на основе политических, экономических, инфраструктурных и климатических факторов, и учитываются в модели наряду с традиционными логистическими параметрами. Для количественной оценки рисков используется вероятностный подход, при котором каждому типу риска присваивается коэффициент, отражающий его вероятность и степень влияния на функционирование маршрута [4]. Итоговый вес ребра графа формируется с учетом совокупного влияния временных, стоимостных и риск-ориентированных показателей [5]. Адаптивность модели обеспечивается за счет использования потоковых данных, поступающих из открытых источников [6]. Эти данные позволяют оперативно фиксировать изменения внешней среды. Методы ИИ применяются для анализа и интерпретации потоковых данных, выявления закономерностей и прогнозирования вероятности возникновения рисков ситуаций на отдельных участках транспортной сети [7]. В частности, ИИ используется для обновления коэффициентов риска и динамического пересчета параметров графа. При выявлении рисков ситуации адаптивная модель выполняет перестроение маршрута, выбирая альтернативный путь с минимальным совокупным весом по критериям безопасности, времени и экономической целесообразности [8]. Таким образом, оптимальный маршрут не фиксируется заранее, а

пересчитывается в реальном времени с учетом актуального состояния транспортной сети и внешних факторов.

Выводы

Международную транспортно-логистическую систему целесообразно представлять в виде графа, параметры которого изменяются под воздействием внешних факторов. Обосновано применение вероятностной оценки рисков с присвоением коэффициентов, позволяющих количественно учитывать неопределенность и опасности при выборе транспортных маршрутов. Использование ИИ и анализа потоковых данных обеспечивает оперативное выявление рискованных ситуаций и автоматическое обновление параметров модели. Реализация механизмов динамического пересчета маршрутов позволяет адаптивной модели перестраивать транспортные пути в сторону более безопасных, быстрых и экономически эффективных вариантов, повышая надежность международных грузоперевозок. Предложенный подход создает основу для формирования информационно-аналитической системы, ориентированной на поддержку принятия решений в сфере международной логистики в условиях высокой неопределенности и глобальной нестабильности.

Литература

1. Ezaki T., Imura N., Nishinari K. Towards understanding network topology and robustness of logistics systems // *Communications in Transportation Research*. 2022. Vol. 2.
2. Ferrari C., Santagata M. Vulnerability and robustness of interdependent transport networks in north-western Italy // *European Transport Research Review*. 2023. Vol. 15, no. 6. P. 1–21.
3. Archetti C., Peirano L., Speranza M. G. Optimization in multimodal freight transportation problems: A survey // *European Journal of Operational Research*. 2022. Vol. 299, no. 1. P. 1–20.
4. Song L., Yu L., Li S. Route optimization of hazardous freight transportation in a rail-truck transportation network considering road traffic restriction // *Journal of Cleaner Production*. 2023. Vol. 423.
5. Koohathongsumrit N., Chankham W., Meethom W. Multimodal transport route selection: An integrated fuzzy hierarchy risk assessment and multiple criteria decision-making approach // *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2024. Vol. 28.
6. Cao Y., Xin X., Jarumaneeroj P., Li H., Feng Y., Wang J., Wang X., Pyne R., Yang Z. Data-driven resilience analysis of the global container shipping network against two cascading failures // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2025. Vol. 193. 103857 p.
7. Abdulrashid I., Zanjirani Farahani R., Mammadov S., Khalafalla M., Chiang W. C. Explainable artificial intelligence in transport logistics: Risk analysis for road accidents // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2024. Vol. 186. 103563 p.
8. Zheng C., Shen Y., Ma J., Gui L., Zhang C. Robust optimization of transport organization for China Railway Express // *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, no. 1. 137 p.