

УДК 656.078.6

Бовін Д.П., здобувач вищої освіти спеціальності 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Науковий керівник: Таран І.О., д.т.н., професор кафедри управління на транспорті (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Цифрова трансформація економіки створює нові виклики для транспортно-логістичної галузі, яка є основою міжнародної торгівлі та промислової кооперації. В умовах глобальних коливань попиту, енергетичної нестабільності та постійних змін регуляторного середовища підприємства повинні забезпечувати стабільність перевезень при мінімальних витратах. Традиційні методи планування маршрутів і управління перевезеннями вже не відповідають динаміці сучасного ринку, оскільки не враховують стохастичний характер попиту, сезонні зміни, затримки на митниці та варіативність транспортних витрат. У цих умовах актуальним стає створення інтелектуальних моделей управління логістичними процесами, які поєднують аналітичні методи, алгоритми оптимізації, машинне навчання та цифрову симуляцію (digital twin).

Сучасні підходи вимагають комплексного бачення – не лише мінімізації витрат, а й адаптації логістичних мереж до змін у режимі реального часу. Це дозволяє підвищити ефективність використання автопарку, скоротити порожні пробіги, покращити прогнозування часу доставки та підвищити рівень обслуговування клієнтів.

Метою роботи є розроблення інтелектуальної моделі управління транспортно-логістичними процесами, що дозволяє оптимізувати параметри перевезень, скоротити непродуктивні простой та забезпечити адаптивність логістичної системи до змін зовнішнього середовища.

Об'єктом дослідження є транспортно-логістична система підприємства, яке виконує міжнародні автомобільні перевезення тарно-штучних вантажів.

Предметом дослідження виступають методи економіко-математичного моделювання та цифрового аналізу, які забезпечують прогнозування, оптимізацію та управління логістичними параметрами у багатофакторному середовищі.

Методологічною основою дослідження є поєднання системного аналізу, економіко-математичного моделювання, стохастичного прогнозування та методів штучного інтелекту.

Запропонована модель включає три взаємопов'язані блоки:

1. Аналітичний блок – оцінювання факторів впливу на ефективність перевезень (довжина маршруту, коефіцієнт використання пробігу, паливна витрата, час у наряді).

2. Прогнозний блок – передбачення попиту на транспортні послуги за допомогою моделей часових рядів і машинного навчання.

3. Оптимізаційний блок – розрахунок оптимального плану перевезень з урахуванням обмежень часу, ресурсів і фінансових витрат.

Ефективність транспортно-логістичної системи оцінювалась на основі співвідношення отриманого доходу та сукупних витрат за формулою:

$$E = \frac{P_r - (C_f + C_m + C_p + C_d)}{P_r},$$

де E – коефіцієнт ефективності логістичної системи; P_r – дохід від перевезення (грн); C_f – витрати на паливо; C_m – витрати на технічне обслуговування; C_p – оплата праці водіїв; C_d – додаткові експлуатаційні витрати (митні, стоянкові, адміністративні).

Для дослідження ефективності моделі розглянуто три сценарії організації перевезень (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльні показники ефективності логістичних моделей

| Показник | Сценарій 1 (традиційний) | Сценарій 2 (оптимізований) | Сценарій 3 (інтелектуальний) |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Кількість водіїв | 1 | 2 | 2 |
| Планування маршрутів | вручну | аналітична модель | AI-алгоритм |
| Тривалість рейсу, год | 52 | 36 | 33 |
| Собівартість, грн/т·км | 2,78 | 2,55 | 2,42 |
| Рентабельність, % | 10,5 | 15,9 | 17,3 |
| Ефективність (E) | 0,31 | 0,39 | 0,43 |

Результати показали, що впровадження інтелектуальної моделі забезпечує зростання загальної ефективності на 12% у порівнянні з базовою схемою; зменшення собівартості перевезення на 13%; скорочення часу доставки на 37%; збільшення рентабельності до 17,3%; підвищення коефіцієнта використання пробігу з 0,78 до 0,87.

Порівняльний аналіз сценаріїв засвідчив, що ключову роль у підвищенні ефективності відіграють автоматизоване планування маршрутів, гнучке управління екіпажами та прогнозне завантаження транспортних засобів.

Крім того, інтелектуальна система дозволяє адаптивно реагувати на зміни вартості пального, курсів валют і митних затримок, коригуючи параметри маршрутів у реальному часі. Наприклад, при збільшенні вартості дизельного пального на 10 % алгоритм автоматично скорочує порожній пробіг і об'єднує короткі маршрути, мінімізуючи вплив зростання витрат до рівня 2,8%.

Використання інтелектуального моделювання в транспортно-логістичній сфері забезпечує можливість: зменшити непродуктивні простой транспортних засобів до 15%; оптимізувати структуру автопарку залежно від сезонності попиту; підвищити точність прогнозування часу доставки на 8-10%; забезпечити гнучке реагування на зміну ринкових умов без участі оператора; інтегрувати систему в ERP- та CRM-платформи підприємства для комплексного управління потоками даних.

Практичні випробування моделі на прикладі перевезень вантажу з України до Польщі показали, що цифрове планування дозволяє знизити собівартість рейсу на 6-8 %, а прибутковість – підвищити на 10-12 %. Це підтверджує доцільність впровадження таких моделей навіть у підприємствах середнього масштабу.

Висновки:

1. Запропонована інтелектуальна модель транспортно-логістичної системи поєднує аналітичні, прогнозні та оптимізаційні елементи, що дозволяє підвищити ефективність управління перевезеннями.

2. Використання алгоритмів машинного навчання забезпечує адаптивність до змін зовнішнього середовища та підвищує точність прийняття рішень.

3. Практична реалізація моделі дозволяє скоротити собівартість перевезень, зменшити час обороту рухомого складу та підвищити рентабельність без збільшення ресурсів.

4. Упровадження інтелектуального моделювання є перспективним напрямом розвитку сучасної логістики, орієнтованої на ефективність, сталий розвиток і цифрову інтеграцію.

Перелік посилань

1. Моделювання в транспортних технологіях. (2022). Частина I : монографія / за ред. А. В. Сохацького. Дніпро: УМСФ. 182 с.