

УДК 656.078.6

Котов В.Т., здобувач вищої освіти спеціальності 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Науковий керівник: Монастирський Ю.А., д.т.н., професор кафедри управління на транспорті

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ У ЛОГІСТИЧНИХ МЕРЕЖАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Аналітична постановка проблеми.

У сучасних транспортно-логістичних системах ефективність перевезень залежить не лише від технічних параметрів рухомого складу, а й від якості обслуговування вантажовласників. Нерівномірність попиту на перевезення, сезонні коливання й обмеження пропускної спроможності логістичних вузлів часто призводять до дисбалансу між потужностями перевізника і потребами клієнтів. Вирішення цієї проблеми можливе лише через системне моделювання процесів, яке поєднує прогнозування попиту, оптимізацію використання транспортних ресурсів і раціональний розподіл замовлень. Порівняння результатів моделювання дало змогу встановити тенденцію до поступового насичення ринку транспортних послуг і необхідність у гнучкому плануванні логістичних операцій. Це визначило доцільність переходу від традиційних аналітичних методів до комбінованих алгоритмічних моделей, що поєднують прогнозування, оптимізацію та елементи стохастичного аналізу.

Підхід і дослідницька логіка.

Робота побудована як послідовність аналітичних і оптимізаційних етапів. На першому етапі проводиться прогнозування попиту на послуги перевезень із використанням трьох математичних моделей – лінійної, параболічної та гіперболічної регресії. Порівняння точності прогнозів показало, що параболічна модель найкраще відображає реальну тенденцію зміни обсягів перевезень (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,962$). Проведений аналіз дозволив не лише визначити тенденції зміни попиту, а й виявити часові інтервали з найбільшими коливаннями завантаженості автопарку. Це дало змогу уточнити граничні умови для побудови оптимізаційної моделі. Додатково враховано вплив коефіцієнта використання пробігу та логістичних затримок, що підвищило точність розрахунків і забезпечило адекватність подальшого розподілу транспортних ресурсів.

Після цього формується модель розподілу заявок між автомобілями, яку описано системою лінійних обмежень і цільовою функцією мінімізації витрат часу на обслуговування клієнтів. Задача вирішується за допомогою угорського методу, що дозволяє отримати оптимальний план розподілу ресурсів.

Етапи моделювання.

Алгоритм дослідження включає чотири взаємопов'язані блоки:

1. Прогнозування попиту на транспортні послуги для різних груп клієнтів.
2. Оптимізація завантаження транспортних засобів з урахуванням пріоритетів клієнтів і часових вікон.
3. Розв'язання задачі розподілу за угорським методом.
4. Оцінка економічного ефекту від упровадження моделі.

Функціональна схема процесу моделювання зображена у вигляді послідовності блоків:

$$D \rightarrow P(x) \rightarrow X_{ij} \rightarrow F_{min} \rightarrow E_{res}.$$

Результати прогнозування. Для прогнозу попиту на перевезення розглянуто період у 12 місяців. Розрахунок показав, що середньомісячний приріст становить 4,8 %, а сезонні піки спостерігаються у травні та жовтні.

Таблиця 1

Порівняння точності моделей прогнозування			
Модель	Форма рівняння	R ²	Середня похибка, %
Лінійна	$y = 4,72x + 58,1$	0,912	8,7
Параболічна	$y = 0,18x^2 + 3,41x + 61,2$	0,962	4,1
Гіперболічна	$y = 87,5 - \frac{124}{x}$	0,927	6,3

Отже, саме параболічна модель прийнята для подальших розрахунків обсягів попиту.

Оптимізаційна модель розподілу ресурсів.

На основі прогнозованого попиту побудовано матрицю витрат часу обслуговування клієнтів t_{ij} між групами перевізників і замовників. Цільова функція задачі має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^m t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min ,$$

за обмежень:

$$\sum_j x_{ij} = 1, \sum_i x_{ij} = 1, x_{ij} \in \{0,1\}.$$

Розв'язок задачі угорським методом дозволив визначити оптимальний план розподілу перевезень, який зменшує загальні витрати часу на 15,8 %, а коефіцієнт використання автопарку зріс до 0,86.

Економічний ефект та інтерпретація результатів.

Упровадження запропонованої моделі дало змогу скоротити непродуктивні простой, зменшити витрати на паливо та покращити узгодженість графіків перевезень. Розрахований економічний ефект становить 82549 грн на рік при незмінному складі автопарку.

Додатково спостерігається зростання рівня задоволеності клієнтів на 6 %, що підтверджує не лише економічну, а й сервісну доцільність оптимізації. Практична реалізація моделі не потребує спеціального програмного забезпечення – розрахунки можуть виконуватись у стандартних табличних процесорах (MS Excel, LibreOffice Calc).

Узагальнення.

Запропонований підхід демонструє, як поєднання аналітичного прогнозування і оптимізаційного розподілу може забезпечити комплексне управління логістичними процесами. Модель є універсальною та придатною до адаптації для інших сфер — від внутрішньоміських доставок до міжрегіональних вантажопотоків. Отримані результати підтверджують, що навіть локальна оптимізація ресурсів може створити відчутний економічний ефект без інвестицій у технічне оновлення парку.

Перелік посилань

1. Ковальчук, Т. Т., Федоренко, О. В. (2022). Дослідження операцій: підручник. Київ: КНЕУ ім. Вадима Гетьмана. 278 с.
2. Назарук, В. І., Корольчук, О. Ю. (2023). Економіко-математичне моделювання та оптимізація транспортно-логістичних систем: навч. посібник. Київ: КНЕУ ім. Вадима Гетьмана. 296 с.