

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Ареф'єв О. О.

Науковий керівник – проф. Шостак І. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ,
м. Харків, Україна

e-mail: oleksii.arefiev@nure.ua

This work explores the significance of mathematical models in enhancing efficiency and decision-making in transport logistics. By employing models like linear programming, logistics operations can achieve cost reductions and service improvements. The discussion also covers the challenges of model development and the potential integration of advanced technologies such as AI and machine learning. Ultimately, the work underscores the indispensable role of mathematical models in transforming transport logistics into a more adaptive, efficient, and customer-focused field.

Логістика є значним гравцем у світі бізнесу, який підтримує глобальну економіку. Вона охоплює низку різних сфер, які допомагають компаніям працювати ефективно. Стосовно транспортної логістики – є важливою складовою глобальної економіки, що сприяє руху товарів від виробників до споживачів. Вона охоплює всі процеси, пов'язані з плануванням, реалізацією та контролем транспортування і зберігання товарів. З постійним розширенням глобальної торгівлі проблематика ефективності систем транспортної логістики стала першочерговим завданням як для бізнесу, так і для економіки.

Одним з головних елементів логістики є математичні моделі – інформаційні моделі, у яких залежності між властивостями об'єкта та його зв'язками з іншими об'єктами описуються математичними формулами, функціями, рівняннями, нерівностями тощо. У сфері логістики вони варіюються від простих лінійних моделей до більш складних.

Застосування математичних моделей у транспортній логістиці значно вплинуло на спосіб планування та виконання логістичних операцій. Ці моделі допомагають оптимізувати планування маршрутів, складські операції, управління запасами та загальну ефективність ланцюга поставок. Наприклад, моделі задач маршрутизації транспортних засобів (VRP) допомагають визначити найбільш економічно ефективні маршрути для роботи автопарку, враховуючи такі фактори, як місткість транспортного засобу, часові вікна доставки та місцезнаходження клієнта. Так само моделі управління запасами використовуються для визначення оптимальних рівнів запасів, які мінімізують витрати, але при цьому задовольняють попит. Іншим прикладом є проектування мережі ланцюгів поставок, де математичні моделі допомагають у прийнятті рішень щодо

розташування та потужності складів і розподільчих центрів, щоб мінімізувати логістичні витрати, забезпечуючи при цьому своєчасну доставку товарів. Тобто йдеться про мінімізацію витрат та збільшення прибутку.

Однією з найпоширеніших і найвпливовіших математичних моделей зокрема у сфері транспортній логістиці є модель лінійного програмування (ЛП). Задача ЛП є оптимізація лінійної цільової функції, що підлягає деяким обмеженням.

Моделі ЛП використовуються для оптимального розподілу ресурсів, наприклад, для визначення найбільш економічно ефективного розподілу товарів від декількох постачальників до декількох споживачів. Транспортні задачі зосереджені на пошуку найдешевшого способу розподілу товару від декількох постачальників до декількох споживачів, задовольняючи при цьому обмеження на попит і пропозицію. Ця модель особливо корисна в логістиці для оптимізації маршрутів і графіків перевезень, тим самим знижуючи транспортні витрати і покращуючи рівень обслуговування.

Окреме місце у задачах лінійного програмування займає симплекс-метод – це широко використовуваний алгоритм у лінійному програмуванні для розв'язання оптимізаційних задач, де метою є максимізація або мінімізація лінійної функції при лінійних обмеженнях. Розроблений Джорджем Данцигом у 1947 році, цей метод систематично досліджує вершини багатогранника для знаходження оптимального значення цільової функції. Не дивлячись на те, що його принцип є доволі простим, симплекс-метод є потужним інструментом, здатним вирішувати складні проблеми з багатьма змінними та обмеженнями. Метод перебирає допустимі розв'язки в межах обмежень, поки не знайде розв'язок, який є оптимальним та задовольняє обмеження. Цей метод застосовується в різних галузях, таких як: економіка, інженерія та логістика, що доказує свою універсальність та ефективність у розв'язанні задач лінійної оптимізації.

Існує також транспортний симплекс-метод – це спеціалізований метод лінійного програмування, який використовується для пошуку найефективнішого способу розподілу продукції від декількох постачальників до численних споживачів. Цей метод мінімізує загальні транспортні витрати на основі потужностей постачальників, попиту споживачів і транспортних витрат між кожним постачальником і споживачем. Він перебирає потенційні рішення, коригуючи поставки за маршрутами з метою зниження витрат при одночасному дотриманні всіх обмежень попиту і пропозиції. Цей підхід є високоефективним для вирішення великомасштабних транспортних і логістичних проблем.

Так як технології постійно розвиваються, особливо сфери штучного інтелекту та машинного навчання, у найближчому майбутньому буде зростати їх поєднання з математичними моделями, що буде являти собою значний зсув в аналізі та оптимізації логістичних операцій.

Використовуючи величезні об'єми даних, алгоритми машинного навчання можуть виявляти складні закономірності та прогностичні висновки, витрачаючи на це менше часу, але надаючи майже такий самий результат, як і традиційні моделі.

Симуляції, керовані штучним інтелектом, можуть моделювати велику кількість сценаріїв, надаючи особам, які приймають рішення, наглядну інформацію для зменшення ризиків і використання можливостей. Крім того, ШІ може підвищити адаптивність логістичних мереж до мінливих ринкових умов, уподобань клієнтів і зовнішніх збоїв.

Незважаючи на численні переваги математичні моделі в транспортній логістиці також мають і свої обмеження, такі як потреба в точних даних і складність розробки моделей, які точно відображають реальні сценарії. Наявність лише добре продуманої та реалізованої математичної моделі може гарантувати доволі точні результати.

Різні математичні моделі оптимально підходять для різних аспектів транспортної логістики. Наприклад, моделі лінійного програмування часто застосовуються для розрахунку оптимальних маршрутів доставки та розподілу товарів, тоді як моделі мережевого планування добре підходять для оптимізації складських та мереж розподілу. Методи керування запасами, такі як модель EOQ (Economic Order Quantity), використовуються для визначення розміру партії товару, яка мінімізує загальні витрати на зберігання та замовлення. Тому процес вибору моделі, яка найкраще відповідає конкретним потребам і обмеженням кожного сегмента логістики є критично важливою точкою від якої залежить успішність проєктів.

Отже, математичні моделі відіграють ключову роль в оптимізації та ефективному управлінні транспортною логістикою. Незважаючи на їх складність та переваги, які вони надають для поліпшення логістичних операцій і процесів прийняття рішень, вони все ще є непростими в реалізації, особливо у проєктах з багатьма змінними. Оскільки сфера логістики продовжує покращуватися з розвитком технологій і аналітики даних, застосування і розвиток математичних моделей, безсумнівно, буде продовжувати стимулювати інновації та підвищення ефективності систем транспортної логістики в усьому світі.

Список використаних джерел:

1. What is logistics // Qyivo. URL: <https://quivo.co/us/what-is-logistics-simply-explained> (дата звернення: 19.03.2024).
2. Linear Programming: Definition, Methods and Problems // Analytics Vidhya. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2017/02/introductory-guide-on-linear-programming-explained-in-simple-english> (дата звернення: 19.03.2024).
3. Simplex method // Britannica. URL: <https://www.britannica.com/topic/simplex-method> (дата звернення: 19.03.2024).