

Логістика і маркетинг є складовими електронної комерції і пов'язані між собою, так як маркетинг націлений на задоволення потреб споживачів в товарах, а логістика задовольняє ці потреби за рахунок зручності місця отримання та часу доставки. Таким чином, логістика є каналом розподілення товарів, і тому її називають маркетинговою логістикою або розподільчою логістикою. Підприємства повинні забезпечити таке управління маркетинговою логістикою, при якому високий рівень задоволеності клієнтів забезпечується прийнятними витратами. Для цього необхідно, щоб всі елементи логістики були пов'язані між собою і перебували під постійним контролем.

Важливими елементами в доставці товарів споживачам, а відповідно, і в маркетинговій діяльності, є організація доставки «останньої милі». Вона потребує:

- оптимізації маршруту для швидких поставок: у сучасному світі це можливо за рахунок використання штучного інтелекту (ШІ). Поряд із пропозицією найкращих можливих маршрутів для водіїв, він також аналізує погодні ситуацію, рух та дорожні умови. Це забезпечує чітку видимість контуру ланцюга постачань;

- покращення зв'язків із постачальниками та драйверами: найм досвідчених водіїв завжди підвищує ефективність доставки;

- оптимізації місця отримання: роздрібні продавці дають можливість клієнтам отримати замовлення у певному місці;

- роботизації та безпілотних літальних апаратів: управління технологіями розвивається, і, згідно з дослідженнями, доставка останньої милі в світі за допомогою безпілотників та роботів зросте на 85% до 2025 року;

- використання краудшипінгу: концепції для персоналізованої доставки вантажів та відправлень за рахунок використання звичайних людей-перевізників у рамках «останньої милі» або на дальні перевезення.

Таким чином, прослідковується тісний взаємозв'язок логістики і маркетингу в електронній комерції за рахунок взаємодії, сумісного, ефективного задоволення потреб споживачів в отриманні певних товарів.

Перелік використаної літератури

1. Закон України «Про електронну комерцію» № 675-VIII. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-19#Text>.

2. Pchenko N., Freiuk O. Logistic activity e-commerce B2C. *Innovative scientific researches: European development trends and regional aspect*. 2020. № 2. P. 86-107. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-38-9-28>.

УДК 656.073

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ У ЛОГІСТИЦІ РЕГІОНАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Потаман Н.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: potaman81@ukr.net,

Момот І.А., студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Математичне моделювання є одним із ключових інструментів для вирішення складних завдань у сфері логістики. У сучасних умовах регіональні перевезення дрібнопартійних вантажів стикаються з багатьма викликами: підвищенням витрат на паливо, нестачею ресурсів, зростаючими вимогами до швидкості та точності доставки. Це спонукає підприємства шукати ефективні рішення для зниження загальних витрат і підвищення якості послуг.

Тема оптимізації витрат у логістиці широко висвітлюється в науковій літературі. Такі дослідники, як Клименко М.М. [1] та Криворучко С. [2], наголошують на важливості математичного моделювання для оцінки витрат і вибору оптимальних маршрутів. У роботах європейських авторів [3] приділяється увага впровадженню сучасних інформаційних систем, таких як TMS і GPS, для покращення управління транспортними потоками. Згідно з дослідженнями А. Schramm [4], математичне моделювання в логістиці дозволяє досягати до 20% зниження витрат у регіональних перевезеннях.

Проте в умовах України залишається низка невіршених питань, зокрема адаптація міжнародного досвіду до місцевих реалій, таких як погана інфраструктура або нерівномірний розподіл вантажопотоків.

Сучасна логістика вимагає високого рівня адаптивності та економічної ефективності. Впровадження математичних моделей для оптимізації витрат стає необхідністю в умовах зростаючої конкуренції на ринку перевезень. Особливу увагу слід приділяти адаптації моделей до таких змінних факторів, як сезонність попиту, погодні умови та стан дорожньої інфраструктури.

Підвищення ефективності регіональних перевезень має стратегічне значення для розвитку економіки, оскільки дозволяє [4]:

- знизити собівартість доставки товарів;
- покращити якість обслуговування клієнтів;
- забезпечити сталий розвиток транспортної системи.

Таким чином, використання математичного моделювання не лише підвищує конкурентоспроможність логістичних підприємств, а й сприяє раціональному використанню ресурсів, що є актуальним у контексті сучасних економічних викликів.

Логістика регіональних перевезень стикається з низкою викликів:

- Необхідність оптимізації витрат: транспортування вантажів у різних умовах, таких як зміна попиту, сезонність та обмеження інфраструктури.
- Різноманітність логістичних моделей: вибір між маятниковими, розвізними та комбінованими маршрутами для різних типів вантажів.
- Інтеграція інформаційних технологій: автоматизація процесів планування та моніторингу доставки для забезпечення ефективності.
- Економічні обмеження: необхідність мінімізації витрат на паливо, амортизацію транспорту, оплату праці та управління логістичною інфраструктурою.

Оптимізація маршрутів є критичним етапом у зменшенні витрат. Основні критерії оптимізації [5]:

- Дистанція: скорочення маршруту між пунктами доставки дозволяє знизити витрати на паливо та знос транспорту.
- Часові витрати: врахування робочого графіка клієнтів, дорожніх заторів і можливих затримок.
- Пріоритетність вантажів: визначення першочергових вантажів, таких як швидкопсувні товари або вантажі з високою цінністю.

Оптимізація маршрутів є важливим етапом у зниженні витрат на регіональні перевезення. Вона забезпечує ефективний розподіл ресурсів, скорочення часу доставки та мінімізацію транспортних витрат. У цьому контексті найбільш поширеними і дієвими методами є алгоритми «найкоротшого шляху» та алгоритм комівояжера [3].

1. Алгоритми «найкоротшого шляху»

Ці алгоритми використовуються для визначення мінімальної відстані між пунктами доставки у транспортній мережі. Вони ефективні в умовах, коли необхідно знайти найкоротший маршрут з однієї точки до іншої через систему доріг.

- алгоритм Дейкстри: Алгоритм ітеративно знаходить найкоротші шляхи від вихідної точки до всіх інших точок у графі. Кожна точка графа (вузол) відповідає пункту доставки, а ребра графа — відстаням між ними. Дейкстра гарантує оптимальність розв'язку для графів із невід'ємними вагами (наприклад, відстані чи

час). Приклад використання: Застосовується для побудови маршрутів у міській мережі, де необхідно доставити вантажі від складу до кількох точок за найменший час.

- алгоритм Флойда-Воршалла: Цей метод знаходить найкоротші шляхи між усіма парами вузлів у графі. Він розглядає всі можливі комбінації шляхів і забезпечує глобальну оптимізацію. Переваги: Алгоритм особливо корисний для транспортних мереж з багатьма пунктами доставки, оскільки дає повну картину оптимальних маршрутів. Приклад використання: Оптимізація логістики для розподільчих центрів, що обслуговують великі регіони з розгалуженою мережею доріг.

2. Алгоритм комівояжера

Алгоритм комівояжера є класичним методом у теорії оптимізації, що вирішує задачу маршрутизації з урахуванням послідовності відвідування точок. Задача полягає у тому, щоб знайти найкоротший маршрут, який проходить через заданий набір точок (пунктів доставки), повертаючись до вихідної точки.

Було запропоновано для проведення досліджень чотири найбільш типові транспортно-технологічні схеми доставки продукції. Перша та друга схема за принципом “вантажовідправник – склад – вантажоотримувач”, відмінність полягає в тому, що в першій схемі доставка зі складу відбувається за маятниковими маршрутами, а в другій – за розвізними. Третя та четверта схема передбачає доставку за принципом “вантажовідправник – вантажоодержувач”, вість помагає в тому ж принципі, що й при перших двох схемах.

Проведення моделювання транспортно-технологічної схеми проводимо з використанням математичного моделювання. Важливою перевагою математичного моделювання є універсальність мови математики, можливість використання одних і тих же моделей для дослідження різних систем.

В якості цільової функції вирішення задачі по виборі раціональної технології доставки дрібнопартійних вантажів обрано загальні витрати на доставку вантажів.

Оптимізація логістичних процесів починається з розробки математичної моделі, яка дозволяє оцінити загальні витрати на перевезення. Загальні витрати на регіональні перевезення можна подати у вигляді функції:

$$B_{заг} = B_{н/р} + B_{зб} + B_{ш} + B_{інф} + B_{тр},$$

де: $B_{н/р}$ – витрати на навантаження-розвантаження, грн;

$B_{зб}$ – витрати на зберігання вантажів, грн;

$B_{ш}$ – вартість штрафу при невиконанні терміну доставки, грн;

$B_{інф}$ – витрати на інформаційний супровід, грн;

$B_{тр}$ – витрати на транспортування, грн.

Використання цієї моделі дозволяє аналізувати економічну доцільність різних маршрутів і вибирати оптимальні сценарії з урахуванням мінливих умов

Однак для ефективного використання отриманих математичних моделей необхідно провести експериментальні дослідження, для оцінки життєздатності побудованої моделі. Точність та адекватність моделі залежить від якості вихідних даних, які є основою для розрахунків. Зміна або невизначеність вихідних даних може суттєво вплинути на результати моделювання, знижуючи практичну цінність отриманих висновків. Проведення експерименту для дослідження впливу вихідних даних і їх варіацій дозволяє адаптувати модель до реальних умов і підвищити її стабільність та точність.

Цілі експерименту спрямовані на підвищення точності та практичної цінності математичних моделей через детальне дослідження впливу вихідних даних та їх варіацій. Насамперед важливо оцінити вплив вихідних параметрів, зокрема, виявити ключові

фактори, які мають найбільший вплив на результати моделювання. До таких параметрів належать відстань між пунктами доставки, вартість пального, час виконання перевезень тощо. Аналіз чутливості моделі до змін цих параметрів дозволяє визначити, які з них є критичними для отримання точних і надійних результатів.

Дослідження варіативності вихідних даних є наступним кроком. У рамках експерименту проводиться імітація змін зовнішніх умов, таких як збільшення витрат через затори чи зростання цін на паливо. Це дає змогу оцінити, як такі зміни впливають на запропоновані моделюванням оптимальні рішення.

Окремо важливою метою є підвищення надійності моделі. Це передбачає розробку адаптивних математичних моделей, які враховують можливі варіації вихідних даних і залишаються стійкими до змін у реальних умовах. Завдяки цьому моделі стають більш універсальними та застосовними для різних сценаріїв, що підвищує їх практичну ефективність.

Експериментальне дослідження впливу вихідних даних і варіацій їх значень є важливим елементом розробки математичних моделей у логістиці. Такий підхід дозволяє підвищити точність моделювання, забезпечити адаптивність до змін і зменшити ризики помилок у реальних умовах. Результати експерименту сприяють раціоналізації витрат і вдосконаленню процесу управління логістикою.

Перелік використаної літератури

1. Клименко М. М. Математичне моделювання в управлінні транспортними потоками // Науковий вісник Національного транспортного університету. – 2020. – № 2(47). – С. 23–30.
2. Криворучко С., Бойко О. Використання математичних моделей в логістиці: адаптація до умов України // Логістика і транспортування. – 2022. – № 6. – С. 78–89.
3. Wang H., Li S. Route optimization and cost analysis in regional logistics: A mathematical modeling approach // Journal of Transportation Research. – 2021. – Vol. 48, No. 2. – P. 112–124.
4. Schramm A. Advanced Modeling Techniques in Logistics Management // European Journal of Logistics and Transportation. – 2019. – Vol. 35, No. 1. – P. 89–102.
5. Liang Z., Zhang Y. The Impact of Information Systems on the Optimization of Freight Transportation // International Journal of Logistics Systems. – 2020. – Vol. 27, No. 3. – P. 34–46.

УДК 656.073

АВТОРИЗОВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ОПЕРАТОР ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАЊ

Токмиленко Т.Т., старша викладачка, кафедра транспортних систем і логістики,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: tetyana@tokmylenko.com,

Чернишова О.С., PhD, Міжнародна фінансова корпорація, e-mail: ochernyshova@ifc.org,

Струк С.О., студентка, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: struk.sofiya@gmail.com

Міжнародні автомобільні перевезення вантажів є одним з прибуткових напрямків діяльності автотранспорту України. Згідно даних Міністерства інфраструктури, в 2022 році автомобільний транспорт складав 64% в структури перевезень імпорту і 40,5% в структури перевезень експорту за вартістю продукції, і 35% і 12% за обсягом перевезень відповідно [1]. В умовах блокування морських портів (повного на початку повномасштабного вторгнення та часткового на теперішній час) галузь забезпечує валютні надходження до