
ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (J7)

УДК 656.13:004.9

**ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ
ДОСТАВЛЕННЯ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ**

Канд. техн. наук О. П. Калініченко, асп. В. В. Севідова

**SELECTION OF A RATIONAL TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SCHEME
FOR CARGO DELIVERY IN INTERNATIONAL TRAFFIC**

PhD (Tech.) O. P. Kalinichenko, postgraduate student V. V. Sevidova

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.215.2026.358827>



Анотація. У статті подано комплексний науково-методичний підхід щодо вибору раціональної транспортно-технологічної схеми доставки вантажів у міжнародному автомобільному сполученні. Проведено порівняльний аналіз чотирьох альтернативних логістичних схем – прямого доставлення, варіантів із використанням логістичних центрів у країні відправлення та призначення, а також комбінованої моделі. Запропоновано математичну модель, ґрунтовану на структурованому розрахунку логістичних витрат та інтеграції факторів невизначеності, що забезпечує можливість об'єктивного оцінювання ефективності різних сценаріїв. Проведене моделювання на основі повнофакторного експерименту дало змогу визначити оптимальні умови застосування кожної зі схем залежно від інтенсивності вантажопотоків, середнього обсягу замовлення і структури учасників доставлення. Отримані результати підтверджують доцільність використання логістичного центру в країні відправлення для малих підприємств, для середніх і великих підприємств більш ефективним є використання логістичного центру в країні призначення. Запропонована модель забезпечує мінімізацію логістичних витрат і підвищення ефективності організації міжнародних перевезень.

Ключові слова: міжнародні автомобільні перевезення, транспортно-технологічна схема, логістичні витрати, оптимізація доставлення, моделювання.

Abstract. The article presents a scientific and methodological approach to selecting a rational transport and technological scheme for international road freight transportation, taking into account stochastic factors, military risks, and the scale of enterprise activity. The proposed model is based on the principles of multicriteria optimization and considers the structure of logistics costs, the intensity of freight flows, and the number of shippers and consignees. A comparative analysis of four alternative delivery schemes is carried out: direct delivery, delivery using a logistics center in the country of dispatch, delivery with a logistics center in the country of destination, and a combined scheme with two centers. For each scheme, the components of logistics costs are identified, including costs for order processing, shipment formation, transportation, loading and unloading operations, customs clearance, downtime, and additional expenses related to military risks. To verify the model, a series of experiments was conducted using a full-factorial experimental methodology, varying key factors such as the intensity of order arrivals, the average order volume, and the number of shippers

ISSN (p) 1994-7852

ISSN (online) 2413-3795

© Калініченко О. П., Севідова В. В., 2026.

and consignees. The obtained results showed that for small enterprises, the most efficient scheme is consolidation in the country of dispatch, while for medium and large enterprises, the optimal solution is the scheme with a logistics center in the country of destination. The combined scheme with two centers is advisable only under conditions of complex network supply structures and high flexibility requirements.

The proposed model ensures minimization of logistics costs, improvement of efficiency in organizing international road freight transportation, and can serve as a practical tool for managerial decision-making in the field of transport logistics.

Keywords: international road freight transportation, transport and technological scheme, logistics costs, delivery optimization, modeling.

Вступ. Транспортний сектор є базовою складовою національної економіки, формуючи інфраструктурний каркас розвитку виробничих і торговельних систем. Міжнародні автомобільні перевезення відіграють головну роль у забезпеченні функціонування глобальних ланцюгів постачання завдяки своїй мобільності, високій швидкості та здатності забезпечувати доставлення за принципом «від дверей до дверей».

Водночас у сучасних умовах глобалізації та зростання конкурентного тиску транспортна галузь України стикається з фундаментальним методологічним викликом, глибоким розривом між потенціалом сучасних цифрових технологій і методологіями планування, що залишаються переважно традиційними. Незважаючи на широке впровадження інноваційних рішень, таких як Інтернет речей (IoT), блокчейн, електронний документообіг (зокрема e-CMR), а також хмарні платформи управління транспортними процесами, їхній потенціал у сфері стратегічного планування та ухвалення управлінських рішень залишається нереалізованим через застарілі підходи щодо управління. Це зумовлено інерційністю підходів щодо організації перевізного процесу та недостатньою інтеграцією аналітичних моделей у практику логістичного менеджменту.

Для України ситуація ускладнена наявністю двох взаємопов'язаних системних викликів. По-перше, повномасштабна військова агресія

спричинила руйнування транспортно-логістичної інфраструктури, блокування морських шляхів і формування нових типів ризиків, пов'язаних із воєнними діями та геополітичною нестабільністю. По-друге, для інтенсивної євроінтеграції, зокрема підписання Угоди про вантажні перевезення автомобільним транспортом і впровадження системи NCTS (New Computerised Transit System), потрібна гармонізація національної логістичної системи з європейськими стандартами. Це відкриває нові можливості доступу до ринку ЄС, але водночас потребує глибокої трансформації методів планування, управління та контролю транспортних процесів, підвищення їхньої надійності, гнучкості та ефективності.

Аналіз існуючих підходів показав, що традиційні методики вибору транспортно-технологічних схем доставлення (ТТСД) у більшості випадків обмежені єдиним критерієм оптимізації – мінімізацією фінансових витрат. Такий підхід, заснований переважно на тарифах і відстанях перевезення, не враховує ключові фактори сучасного логістичного середовища, зокрема надійність, своєчасність доставлення та ризики зовнішніх впливів. Унаслідок цього моделі, побудовані за принципом статичної оптимізації, втрачають свою практичну релевантність, ігнорування ризиків може призвести не лише до економічних збитків, але і повної втрати вантажу або транспортного засобу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Транспортно-технологічна схема (ТТС) є фундаментальним поняттям в

організації міжнародних перевезень. Література визначає її не просто як маршрут, а як «раціональну схему організації роботи учасників доставлення вантажу». Головною метою ТТС є забезпечення «єдиного ритму і безперервності транспортного процесу» на всьому шляху від відправника до одержувача. Ця концепція виходить за межі простої фізичної логістики, охоплюючи також підготовчі та заключні етапи, такі як підготовка вантажу та його складування.

Вибір оптимальної транспортно-технологічної схеми в міжнародних автомобільних перевезеннях є складним багатокритеріальним завданням, що поєднує економічні, технологічні, організаційні та ризикові аспекти логістичного процесу. Аналіз наукових джерел свідчить, що сучасні підприємства вже давно вийшли за межі спрощеної дихотомії «вартість – час», характерної для класичних моделей транспортної оптимізації [1–3]. Аналіз досліджень дав змогу визначити типову ієрархію критеріїв ухвалення рішень: вартість перевезення, час транспортування, надійність, своєчасність доставлення, гнучкість.

Значна кількість наукових праць присвячена розробленню, класифікації та порівнянню базових схем організації доставлення вантажів у міжнародному сполученні. У роботі [4] запропоновано методика вибору раціональної схеми перевезення дрібнопартійних вантажів, ґрунтовану на порівнянні двох базових концепцій: прямого доставлення та доставлення із залученням проміжного складу. Зазначений підхід є методологічно важливим, оскільки закладає основу для побудови моделей вибору ТТС. Водночас він не враховує складні логістичні операції, притаманні сучасним мережевим системам, зокрема процеси крос-докінгу, багаторівневої консолідації вантажопотоків та оптимізації внутрішньотермінальних операцій.

Аспект функціонування логістичних центрів, що працюють за технологією крос-докінгу, став предметом детального аналізу

в низці сучасних досліджень. Зокрема, у роботі [5] розглянуто завдання визначення оптимальної кількості транспортних засобів для обслуговування крос-докінгового терміналу за умов стохастичних вхідних потоків вантажів і обмеженості ресурсів. Автори підкреслюють, що ефективність логістичних схем із залученням терміналів безпосередньо залежить від якості оперативного управління процесами всередині центру, особливо синхронізації прибуття і відправлення транспортних засобів.

Більш комплексний підхід щодо моделювання транспортно-технологічних схем подано в роботі [6], де розглянуто організацію перевезень консолідованих (збірних) вантажів із використанням логістичних терміналів. Це дослідження має прикладну цінність, оскільки враховує специфіку обслуговування малих партій вантажів, автори зосереджують увагу на мінімізації витрат на технологічні операції, однак недостатньо детально розглядають часові аспекти логістичного процесу, зокрема загальний час доставлення та продуктивність використання транспортних засобів, які зазнають суттєвих змін з інтеграцією термінальних ланок у схему перевезення.

Більшість дослідників доходять висновку, що основними критеріями вибору раціональної транспортно-технологічної схеми доставлення є сукупні витрати і час транспортування. Водночас у багатьох працях автори схиляються до однокритеріального підходу, коли перевагу надають лише одному показнику ефективності. Зокрема, у роботах [7, 8] домінуючим критерієм визначено мінімізацію приведених витрат, тоді як часові аспекти логістичного процесу враховують лише опосередковано або повністю ігнорують. Разом із тим у дослідженні [9] наголошено на необхідності застосування багатокритеріального підходу щодо вибору альтернативних варіантів доставлення. Автори зазначають, що оптимальність рішень не може бути визначена виключно на

основі економічних параметрів, потрібно також урахувати показники надійності, ризику та якості логістичного сервісу.

Для сучасного етапу розвитку наукових досліджень характерна переорієнтація уваги на інтегроване управління ланцюгами постачання. У працях [10, 11] обґрунтовано доцільність впровадження цілісного логістичного підходу та розроблення інтегрованих моделей управління міжнародними транспортно-логістичними системами, що забезпечують узгоджене функціонування всіх учасників ланцюга постачань.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою статті є підвищення ефективності доставлення вантажів у міжнародному сполученні через розроблення, подання та експериментальне обґрунтування вдосконаленого методичного підходу щодо вибору раціональної транспортно-технологічної схеми.

Основна частина дослідження. Для досягнення поставленої мети дослідження застосовано комплексний науково-методичний підхід, який поєднує методи системного аналізу, імітаційного моделювання та математичного, а також методи планування експерименту і регресійного аналізу. Така інтеграція інструментів забезпечує можливість всебічного дослідження процесів формування та функціонування транспортно-технологічних схем доставлення (ТТСД) у міжнародних автомобільних перевезеннях.

У межах дослідження проведено порівняльний аналіз чотирьох альтернативних схем організації міжнародного автомобільного перевезення вантажів, що відображають основні концептуальні підходи щодо побудови логістичних процесів.

Схема 1 (пряме перевезення) – це класична модель транспортування за принципом «від дверей до дверей», за якої вантаж (за потреби попередньо накопичений до повного завантаження) доставляє один магістральний транспортний засіб

безпосередньо від вантажовідправника до вантажоодержувача. Характерна мінімальна кількість вантажно-розвантажувальних операцій, що знижує ризики пошкодження вантажу, проте це економічно неефективне для дрібних відправок через неповне використання транспортної місткості.

Схема 2 (використання логістичного центру (ЛЦ) у країні відправлення) – у цьому варіанті дрібні партії вантажів від кількох відправників консолідовані у ЛЦ, розташованому на території країни відправлення. На базі ЛЦ формують укрупнену партію (часто за технологією крос-докінгу), яку надалі перевозить магістральний транспорт до країни призначення. Такий підхід дає змогу підвищити рівень завантаження транспортних засобів, зменшити частку фіксованих витрат та оптимізувати собівартість міжнародного перевезення.

Схема 3 (використання логістичного центру у країні призначення) – цей варіант передбачає доставлення укрупненої партії вантажу магістральним транспортом до ЛЦ, розташованого поблизу кінцевих одержувачів. У центрі деконсолідує, сортує і перевантажують вантаж на транспорт меншої вантажопідйомності для доставлення «останньої милі». Така схема є доцільною для систем розподілу, орієнтованих на високу частоту поставок і географічну розгалуженість споживачів.

Схема 4 (використання логістичних центрів у країні відправлення та країні призначення) – це комбінований підхід, який поєднує консолідацію вантажопотоків у країні відправлення та деконсолідацію у країні призначення. Він є найбільш гнучким варіантом організації міжнародних автомобільних перевезень, забезпечуючи збалансоване співвідношення між ефективністю, надійністю і адаптивністю логістичного ланцюга. Така схема особливо ефективна для складних багатоланкових систем постачання з великою кількістю відправників і отримувачів.

Вибирають раціональну схему на основі мінімізації комплексної цільової функції сукупних логістичних витрат. Модель, розроблена в рамках дослідження,

являє собою структурований методичний підхід щодо розрахунку та порівняння загальних витрат для чотирьох дискретних сценаріїв. Цільова функція має вигляд

$$V_{заг}^{(s)} = \underbrace{\sum_{i \in I} \sum_{j \in J_{дріб}} V_{ij}^{(s)}}_{V_{дріб}^{(s)}} + \underbrace{\sum_{i \in I} \sum_{j \in J_{маг}} V_{ij}^{(s)}}_{V_{маг}^{(s)}} + V_{мит}^{(s)} + V_{прст}^{(s)} + V_{вр}^{(s)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де I – множина учасників логістичного ланцюга: i_1 – вантажовідправники, i_2 – транспортна компанія, що здійснює дрібнопартійні перевезення, i_3 – логістичні центри, i_4 – міжнародний перевізник, i_5 – вантажоодержувачі;

$J_{дріб}$ – множина операцій, пов’язаних із дрібними партіями вантажу: j_1 – оформлення заявки, j_2 – формування партії, j_3 – навантаження дрібних партій, j_4 – транспортування дрібних партій до та від логістичного центру, j_5 – розвантаження дрібних партій;

$J_{маг}$ – множина операцій магістральних перевезень: j_6 – формування консолідованих відправлень, j_7 – навантаження-розвантаження магістральних транспортних засобів, j_8 – транспортування магістральною ділянкою маршруту;

$V_{ij}^{(s)}$ – витрати, пов’язані з виконанням j -ї операції i -м учасником (або на його ділянці) у рамках схеми s , грн;

$V_{дріб}^{(s)}$ – сукупні витрати на операції з дрібними партіями вантажу, грн;

$V_{маг}^{(s)}$ – сукупні витрати на магістральні перевезення, грн;

$V_{мит}^{(s)}$ – витрати, пов’язані з митним оформленням, грн;

$V_{прст}^{(s)}$ – витрати, пов’язані з простоями, грн;

$V_{вр}^{(s)}$ – витрати, пов’язані з «військовим ризиком» для перевезення вантажу в регіонах, де ведуться бойові дії, грн.

Для перевірки моделі та визначення умов раціонального застосування кожної з чотирьох ТТСД було проведено серію експериментів, використано методологію повнофакторного експерименту, де варіювалися основні фактори: інтенсивність надходження заявок, середній обсяг одного замовлення, кількість відправників і кількість одержувачів вантажу (табл. 1).

Таблиця 1

Рівні варіювання факторів

Параметр	Мінімальне значення	Максимальне значення
1	2	3
Перша група		
Інтенсивність надходження заявок за добу, од.	10	50
Середній обсяг одного замовлення, т	0,1	1
Кількість відправників вантажу, од.	5	10
Кількість одержувачів вантажу, од.	5	10
Друга група		
Інтенсивність надходження заявок за добу, од.	50	100
Середній обсяг одного замовлення, т	0,5	10

Продовження табл. 1

1	2	3
Кількість відправників вантажу, од.	25	50
Кількість одержувачів вантажу, од.	25	50
Третя група		
Інтенсивність надходження заявок за добу, од.	100	300
Середній обсяг одного замовлення, т	0,5	10
Кількість відправників вантажу, од.	50	100
Кількість одержувачів вантажу, од.	50	100

Експерименти проводили для трьох груп умов, що імітують різний масштаб діяльності підприємств: група 1 – малі підприємства (низька інтенсивність заявок, малий обсяг замовлення); група 2 – середні підприємства; група 3 – великі підприємства

(висока інтенсивність, великий обсяг замовлення).

Результати розрахунків загальних витрат для кожної схеми в кожній групі умов були зведені та проаналізовані методом попарного порівняння (табл. 2).

Таблиця 2

Результати розрахунку різниці витрат за попарного порівняння схем доставлення для різних груп умов

Схема	Значення різниці витрат за порівняння відповідних варіантів, грн		
	1 група	2 група	3 група
Схема 1 - Схема 2	37150,64	-41443,87	24947,12
Схема 1 - Схема 3	16485,11	20137,21	44822,51
Схема 1 - Схема 4	19792,82	-206651,03	-63873,75
Схема 2 - Схема 1	-37150,64	41443,87	-24947,13
Схема 2 - Схема 3	-20665,52	61581,09	19875,41
Схема 2 - Схема 4	-17357,82	-165207,16	-88820,87
Схема 3 - Схема 1	-16485,11	-20137,21	-44822,54
Схема 3 - Схема 2	20665,52	-61581,09	-19875,42
Схема 3 - Схема 4	3307,70	-226788,25	-108696,3
Схема 4 - Схема 1	-19792,82	206651,03	63873,74
Схема 4 - Схема 2	17357,82	165207,15	88820,87
Схема 4 - Схема 3	-3307,70	226788,24	108696,29

Для наочної інтерпретації цих даних було розраховано відносні відхилення у відсотках і побудовано теплові матриці (рис. 1–3), де зелений колір вказує на економію (схема в рядку i дешевша за схему в стовпці j), а червоний – на перевитрати.

Для першої групи, що імітує діяльність малих підприємств із невисокою інтенсивністю вантажопотоків, Схема 2 (із

використанням логістичного центру в країні відправлення) є беззаперечним лідером. Вона на 16,6 % дешевша за пряме доставлення (Схема 1) і на 11,1 % дешевша за схему з ЛЦ в країні призначення (Схема 3). Це свідчить про те, що для невеликих партій ефект від початкової консолідації вантажів є найбільш значущим фактором економії.

Для другої групи умов (середніх підприємств) найбільш раціональною є Схема 3 (із використанням ЛЦ в країні призначення). Хоча вона лише на 4,2 % дешевша за пряме доставлення, вона значно вигідніша за всі інші варіанти. Спроба консолідації (Схема 2) або використання двох ЛЦ (Схема 4) призводить до суттєвого удорожчання на 11,9 і 50 % відповідно. Це вказує на те, що за середніх обсягів оптимальною є стратегія магістрального перевезення до єдиного центру з подальшою ефективною дистрибуцією «останньої милі».

Для великих підприємств, як і середніх, найменші витрати забезпечує Схема 3. Вона на 8,2 % дешевша за пряме доставлення (Схема 1) і на 3,8 % вигідніша за Схему 2. Комбінована Схема 4 є найдорожчою, що підтверджує висновок про те, що для великих, уже сформованих, партій основним фактором економії є не

початкова консолідація, а оптимізація розподілу вантажів у країні призначення.

Ефективна реалізація крос-докінгу, як складового елемента загального процесу міжнародного доставлення вантажів (рис. 1), потребує, щоб усі учасники процесу – від постачальників до кінцевих отримувачів – працювали злагоджено. Центральним елементом такої координації є логістичний центр, а головним інструментом управління – спільний операційний графік. На противагу хаотичній роботі (рис. 2), розроблення узгоджених графіків (рис. 3) передбачає призначення кожному транспортному засобу конкретного часового вікна («тайм-слоту») для прибуття і виконання операцій. Це дає змогу синхронізувати прибуття перевізників дрібних партій вантажу з наявністю вільних НРП і графіком підготовки магістральних автомобілів.

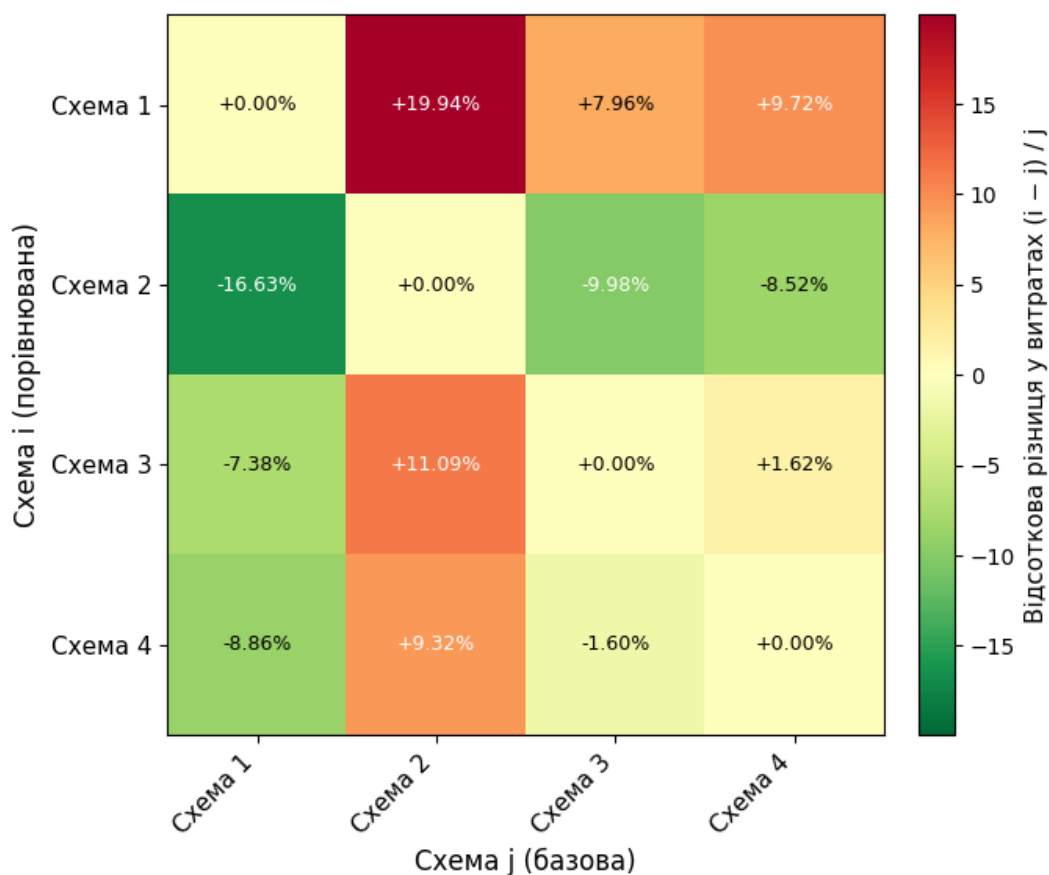


Рис. 1. Теплова матриця відносної різниці витрат між схемами доставлення для першої групи умов

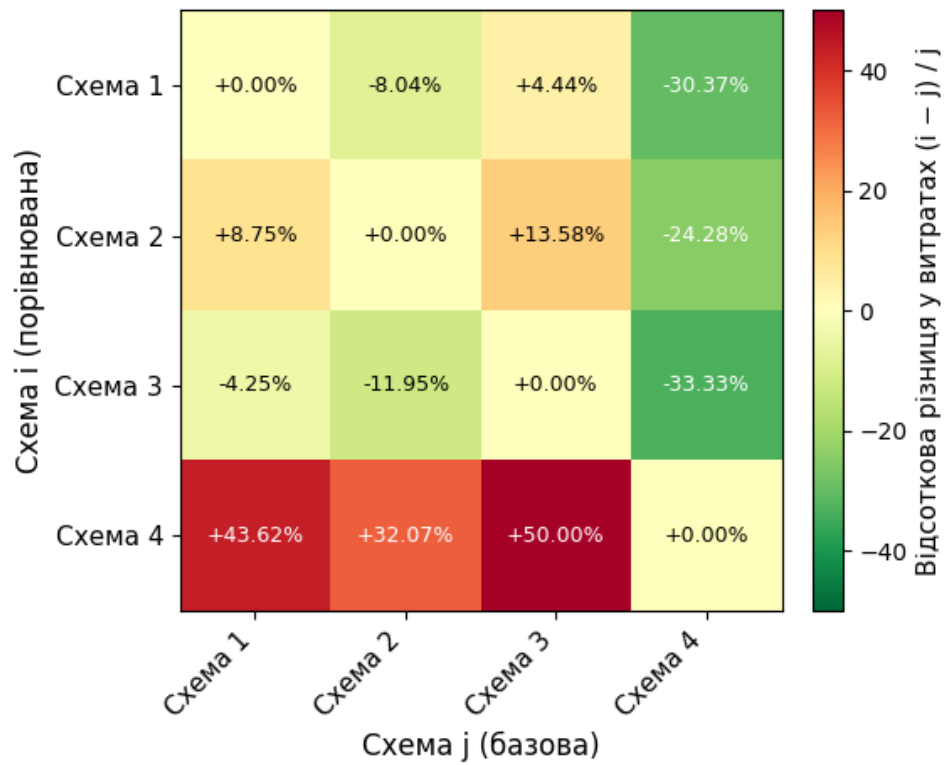


Рис. 2. Теплова матриця відносної різниці витрат між схемами доставлення для другої групи умов

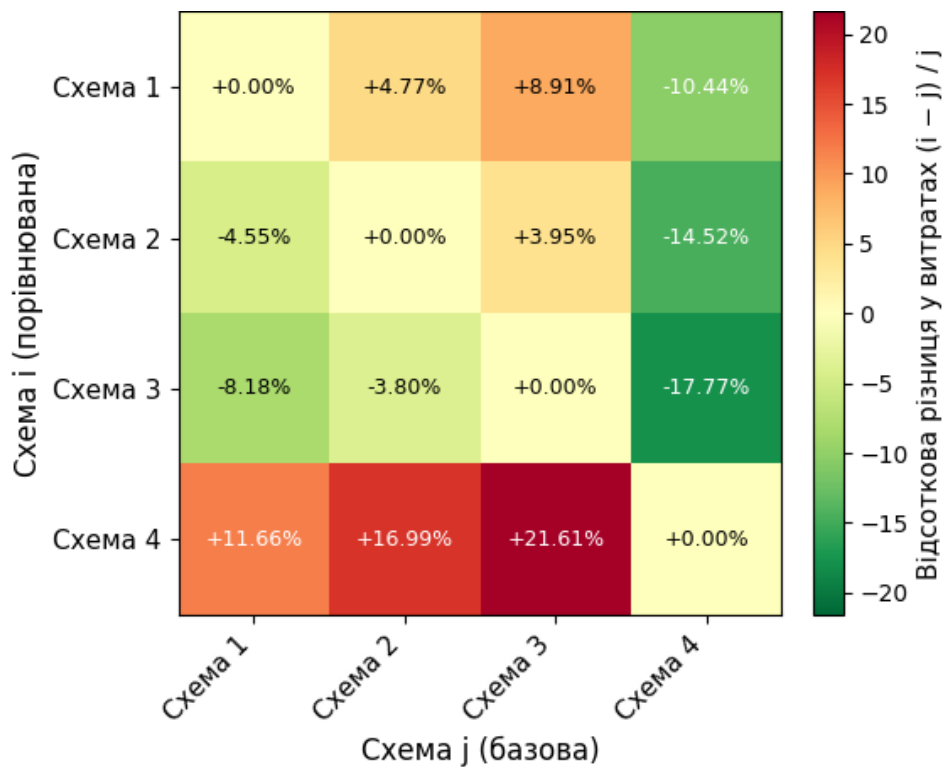


Рис. 3. Теплова матриця відносної різниці витрат між схемами доставлення для третьої групи умов

Висновки. У статті запропоновано комплексний підхід щодо оцінювання та вибору раціональної транспортно-технологічної схеми доставлення вантажів у міжнародному автомобільному сполученні з урахуванням структури логістичних витрат, масштабу діяльності підприємства та впливу зовнішніх ризиків. Проведене дослідження показало, що доцільність застосування певної схеми визначена не лише економічними параметрами, а й особливостями організації логістичних потоків, рівнем консолідації вантажів і технологічною складністю процесу.

Результати моделювання довели, що для малих підприємств найбільш ефективною є схема з використанням логістичного центру в країні відправлення,

яка забезпечує зниження витрат завдяки консолідації дрібних партій вантажів. Для середніх і великих підприємств оптимальною виявилася схема з логістичним центром у країні призначення, що дає змогу мінімізувати витрати на етапі дистрибуції «останньої милі». Комбінована схема з двома центрами доцільна лише за умов складної мережевої структури постачань і високих вимог щодо гнучкості системи.

Запропонована математична модель, базована на декомпозиції операційних витрат, що враховує вплив військових ризиків, дає змогу підвищити точність оцінювання витрат і ухвалювати обґрунтовані рішення про вибір ТТСД у динамічному середовищі.

Список використаних джерел

1. Björklund, M., Forslund, H. (2019). Challenges addressed by swedish third-party logistics providers conducting sustainable logistics business cases. *Sustainability*, No. 11(9). P. 2654. URL: <https://doi.org/10.3390/su11092654>.
2. Kabashkin, I. (2023). Model of multi criteria decision-making for selection of transportation alternatives on the base of transport needs hierarchy framework and application of Petri Net. *Sustainability*, No. 15(16). P. 12444. URL: <https://doi.org/10.3390/su151612444>.
3. Tavasszy, L., van de Kaa, G., Liu, W. (2020). Importance of freight mode choice criteria: An MCDA approach. *Journal of Supply Chain Management Science*. URL: <https://doi.org/10.18757/jscms.2020.4651>.
4. Ocheretenko, S. V., Dmytriieva, K. S. (2018). Research on improving the system of goods delivery in international traffic at motor transport enterprises. *Municipal economy of cities. Series: Technical Sciences and Architecture*, No. 140. P. 76–80.
5. Kalinichenko, O., Sevidova, V. (2025). Determining the number of vehicles for cross-docking in conditions of uncertainty and limited resources. *Municipal economy of cities*, No. 1(189). P. 475–481. URL: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-1-189-475-481>.
6. Kopytkov, D., Pavlenko, O. (2019). An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. *Municipal economy of cities*. No. 1(147). P. 35–41. DOI: 10.33042/2522-1809-2019-1-147-35-41.
7. Zaid, F., Gazder, U., Maria Barbieri, D. (2024). Multi-criteria analysis for freight transport decision-making with fuzzy analytic hierarchy process: A top management's perspective for Bahrain. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. No. 23. P. 101017. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101017>.
8. Shatilo, O. The influence of innovations on the development of motor transport enterprises in Ukraine. (2018). *Strategy of Economic Development of Ukraine*. No. 43. P. 118–128. URL: <https://doi.org/10.33111/sedu.2018.43.118.128>.
9. Moretto, E. C., Júnior, A. S. (2024). Multicriteria model to support the hiring of road freight transport services in Brazil. *Sustainability*, No. 16(9). P. 3804. URL: <https://doi.org/10.3390/su16093804>.

10. Canon, J. G. F. et al. (2025). Integrated Logistics Management Through ERP System: A Case Study in an Emerging Regional Market *Logistics*, No. 9(2). P. 59. URL: <https://doi.org/10.3390/logistics9020059>.
11. Zhang, C., Gunasekaran, A., Wang, W. Y. C. (2015). A comprehensive model for supply chain integration. *Benchmarking: An International Journal*, No. 22(6). P. 1141–1157. URL: <https://doi.org/10.1108/bij-05-2013-0060>.

References

1. Björklund, M., Forslund, H. (2019). Challenges addressed by swedish third-party logistics providers conducting sustainable logistics business cases. *Sustainability*, No. 11(9). P. 2654. <https://doi.org/10.3390/su11092654>.
2. Kabashkin, I. (2023). Model of multi criteria decision-making for selection of transportation alternatives on the base of transport needs hierarchy framework and application of Petri Net. *Sustainability*, No. 15(16). P. 12444. <https://doi.org/10.3390/su151612444>.
3. Tavasszy, L., van de Kaa, G., Liu, W. (2020). Importance of freight mode choice criteria: An MCDA approach. *Journal of Supply Chain Management Science*. <https://doi.org/10.18757/jscms.2020.4651>.
4. Ocheretenko, S. V., Dmytriieva, K. S. (2018). Research on improving the system of goods delivery in international traffic at motor transport enterprises. *Municipal economy of cities. Series: Technical Sciences and Architecture*, No. 140. P. 76–80.
5. Kalinichenko, O., Sevidova, V. (2025). Determining the number of vehicles for cross-docking in conditions of uncertainty and limited resources. *Municipal economy of cities*, No. 1(189). P. 475–481. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-1-189-475-481>.
6. Kopytkov, D., Pavlenko, O. (2019). An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. *Municipal economy of cities*. No. 1(147). P. 35–41. DOI: [10.33042/2522-1809-2019-1-147-35-41](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2019-1-147-35-41).
7. Zaid, F., Gazder, U., Maria Barbieri, D. (2024). Multi-criteria analysis for freight transport decision-making with fuzzy analytic hierarchy process: A top management's perspective for Bahrain. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. No. 23. P. 101017. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101017>.
8. Shatilo, O. The influence of innovations on the development of motor transport enterprises in Ukraine. (2018). *Strategy of Economic Development of Ukraine*. No. 43. P. 118–128. <https://doi.org/10.33111/sedu.2018.43.118.128>.
9. Moretto, E. C., Júnior, A. S. (2024). Multicriteria model to support the hiring of road freight transport services in Brazil. *Sustainability*, No. 16(9). P. 3804. <https://doi.org/10.3390/su16093804>.
10. Canon, J. G. F. et al. (2025). Integrated Logistics Management Through ERP System: A Case Study in an Emerging Regional Market *Logistics*, No. 9(2). P. 59. <https://doi.org/10.3390/logistics9020059>.
11. Zhang, C., Gunasekaran, A., Wang, W. Y. C. (2015). A comprehensive model for supply chain integration. *Benchmarking: An International Journal*, No. 22(6). P. 1141–1157. <https://doi.org/10.1108/bij-05-2013-0060>.

Калініченко Олександр Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет. ORCID iD: 0000-0002-9024-3668. Тел.: +38 (099) 046-55-95. E-mail: kttkap@gmail.com.

Севідова Вікторія Віталіївна, аспірант кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет. ORCID iD: 0000-0003-4806-4743. Тел.: +38(050)605-07-13.
E-mail: v.i.k.y.s.y.a067@gmail.com.

Kalinichenko Oleksandr, PhD (Tech). Associate Professor, department of transport technologies, Kharkiv National Automobile and Highway University. ORCID iD: 0000-0002-9024-3668. Tel.: +38 (099) 046-55-95.
E-mail: kttkap@gmail.com.

Sevidova Viktoriia, postgraduate student, department of transport technologies, Kharkiv National Automobile and Highway University. ORCID iD: 0000-0003-4806-4743. Tel.: +38(050)605-07-13. E-mail: v.i.k.y.s.y.a067@gmail.com.

Дата надходження статті 09.12.2025 р.

Дата прийняття статті до друку 16.02.2026 р.

Дата публікації (оприлюднення) статті 4.05.2026 р.

Стаття поширюється на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License International CC-BY.