

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
транспортних технологій та
(назва кафедри)
засобів у АПК
_____ Савченко Л.А.
(підпис) (ПІБ)
« _____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «Удосконалення транспортного процесу при перевезенні вантажів у
міжнародному сполученні»
Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)» (код і назва)

Гарант освітньої програми

К. Т. Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання) _____ (підпис)

Опалко В. Г.
(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Д. П. Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання) _____ (підпис)

Дьомін О. А.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Блажкун Олександр Сергійович
(ПІБ студента)

КИЇВ - 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
транспортних технологій та засобів у АПК
Савченко Л. А.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис)
(ПІБ)
« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Блажкуну Олександр Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Удосконалення транспортного процесу при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 03.02.2026 №350"С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25 травня 2026 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:

1. Загальна характеристика компанії DSV.

2. Матеріальна база компанії DSV.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Аналіз особливостей перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні

2. Розібрати діючу систему перевезення будівельних матеріалів

3. Знайти шляхи удосконалення діючої системи перевезення будівельних матеріалів з метою підвищення їх ефективності

4. Охорона праці та безпека під час організації мультимодальних перевезень

Дата видачі завдання «26» жовтня 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Дьомін О. А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Блажкун О. С.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: «Удосконалення транспортного процесу при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні».

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 4 розділів, загальний обсяг 64 сторінки (обсяг основного тексту 54 сторінки), 14 таблиць, 18 рисунків, 25 використаних джерел.

Метою роботи є удосконалення транспортного процесу при перевезенні вантажів в міжнародному сполученні.

Об'єкт дослідження - процес перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні.

Предмет дослідження - методи, технології та організаційні рішення щодо перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглядаються та вирішуються такі завдання:

- аналіз технічних можливостей компанії, конкуренції та ризиків воєнного стану;
- аналіз особливостей перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні;
- дослідження діючої системи перевезення будівельних матеріалів;
- визначення переваг і недоліків діючої системи перевезення будівельних матеріалів;
- аналіз та доцільність удосконалення транспортної тари;
- підвищення ефективності міжнародного перевезення будівельних матеріалів за допомогою метода Фогеля та метода північно-західного кута;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки під час виконання міжнародних перевезень;
- економічна оцінка запропонованих удосконалень.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1	6
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПАНІЇ DSV ЯК ПЕРЕВІЗНИКА ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	6
1.1. Аналіз діяльності компанії	6
1.2. Матеріальна база та аналіз технічних можливостей компанії, конкуренції та ризиків воєнного стану	12
РОЗДІЛ 2	18
ПРОЦЕС ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	18
2.1. Аналіз особливостей перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні	18
2.2. Діюча система перевезення будівельних матеріалів	22
2.3. Переваги і недоліки діючої системи перевезення будівельних матеріалів	24
2.4. Шляхи удосконалення діючої системи перевезення будівельних матеріалів з метою підвищення їх ефективності	29
РОЗДІЛ 3	34
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ В УМОВАХ КОМПАНІЇ DSV	34
3.1. Вибір найбільш пріоритетного шляху удосконалення процесу міжнародного перевезення будівельних матеріалів	34
3.2. Аналіз та доцільність удосконалення транспортної тари	36
3.3. Заходи з охорони праці при міжнародних перевезеннях будівельних матеріалів	40
3.4. Підвищення ефективності міжнародного перевезення будівельних матеріалів за допомогою метода Фогеля та метода мінімальної вартості	44
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАПРОПОНОВАНИХ УДОСКОНАЛЕНЬ	56
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Актуальність теми даної роботи полягає в необхідності вдосконалення діючої системи перевезення будівельних матеріалів з метою кординального підвищення її економічної та операційної ефективності в контексті сучасних кризових викликів. Це завдання має особливе стратегічне значення для України з огляду на дію правового режиму воєнного (надзвичайного) стану, руйнування традиційних логістичних ланцюгів, зміну роботи ключових транспортних вузлів та гостру потребу у швидкому відновленні інфраструктури за умов лімітованих фінансових і людських ресурсів.

Метою роботи є удосконалення транспортного процесу при перевезенні вантажів в міжнародному сполученні.

Об'єкт дослідження - процес перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні.

Предмет дослідження - методи, технології та організаційні рішення щодо перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглядаються та вирішуються такі завдання:

- аналіз технічних можливостей компанії, конкуренції та ризиків воєнного стану;
- дослідження діючої системи перевезення будівельних матеріалів;
- визначення переваг і недоліків діючої системи перевезення будівельних матеріалів;
- аналіз та доцільність удосконалення транспортної тари;
- підвищення ефективності міжнародного перевезення будівельних матеріалів за допомогою метода Фогеля та метода північно-західного кута;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки під час виконання міжнародних перевезень;

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПАНІЇ DSV ЯК ПЕРЕВІЗНИКА ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

1.1. Аналіз діяльності компанії

DSV - міжнародна логістична компанія, яка покриває 6 континентів і має офіси та склади у понад 90 країнах світу. В нашому випадку беремо до уваги їх діяльність саме на території нашої держави, тобто України.

DSV Україна є одним з провідних постачальників логістичних та складських послуг (Рис. 1.1) на території України. Головний офіс компанії на території України розташований у місті Київ, що дає змогу організовувати роботу, проводити зустрічі і залучати нових партнерів по території всієї держави.



Рис. 1.1. Склад та офіс компанії DSV

Основне завдання компанії це надати клієнтам найбільш цікаві транспортно-логістичні моделі. Головна операційна риса, яка забезпечує

підприємству високу позицію та репутацію в галузі - це вміння гнучко та в короткі терміни підлаштовувати власні процеси під мінливі ринкові оставини.

Компанія займається організацією міжнародних перевезень як в унімодальних, так і в мультимодальних виконаннях, оскільки надають пропозиції перевезення для багатьох видів транспорту.

Менеджери компанії з легкістю та в короткі терміни можуть надати цінову пропозицію для клієнтів на морські та авіа перевезення за багатьма знапрямків, оскільки ці види перевезень є глобальними та охоплюють весь світ. В пропозиції надаються оптимальні ставки з низкою логістичних рішень в обхід передбачуваних проблем, які можуть виникати в ході такого перевезення. При цьому завдяки постійним та перевіреним часом партнерів забезпечують повний контроль над вантажем в ході повного циклу перевезення, не враховуючи його специфіку, розміри чи будь-які відмінності від стандартного.

Підприємство має довгострокові ділові відносини з ключовими судноплавними лініями та авіакомпаніями, які допомагають їм в організації цих перевезень. Також до партнерів відносяться компанії що забезпечують безперебійну та безвідмовну роботу з вантажем в портах, аеропортах і терміналах (Рис. 1.2).

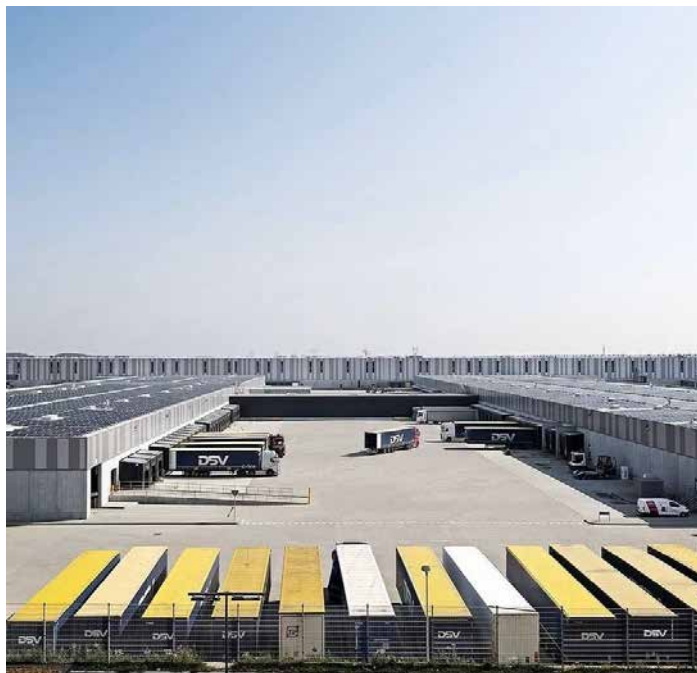


Рис. 1.2. Склад партнера компанії DSV

Якщо брати до уваги автоперевезення, то компанія має можливість надавати досить цікаві пропозиції, оскільки у власності мають високотехнологічні термінали, програмне забезпечення та унікальні сервіси, що з легкістю та відповіною швидкістю дозволяють надавати якісні послуги з вантажних автоперевезень, враховуючи як перевезення окремими авто, так і у складі збірних вантажів.

Детальніше щодо кожної з пропозицій від DSV Україна:

Авіаперевезення вантажів

Авіаперевезення від DSV є надійним та швидким варіантом доставки вантажів будь-яких розмірів та типів (швидкопсувні продукти, небезпечні вантажі чи будь-які інші товари, що потребують безпечної та швидкої доставки).

Компанія пропонує послуги з доставкою «до дверей», вони співпрацюють з основними авіакомпаніями світу (Рис.1.3), за допомогою цих партнерських відносин власне і мають можливість організовувати чартерні та спеціальні авіаперевезення.



Рис. 1.3. Екскурсія від DSV в одному з аеропортів Польщі

Пропонують послуги з організації:

- Чартерних авіаперевезень;
- Регулярних перевезень вантажів авіа транспортом;
- Перевезення температурних та небезпечних вантажів;
- Організацію перевезення з консолідацією товарів.

Завдяки багаторічному досвіду та відповідному рівню кваліфікації співробітників мають максимальну ефективність у процесах оформлення транспортних документів, організації перевезення у відповідності до місцевих та міжнародних правил і вимог, оперативність в обробці нових та поточних замовлень.

Морські контейнерні перевезення

DSV регулярно займаються організацією імпорتنих/експортних морських перевезень з/до основних портів світу (Рис. 1.4). Компанія тісно співпрацює з основними та перевіреними операторами ринку морських контейнерних перевезень, що в свою чергу дозволяє безперешкодно організовувати морські перевезення будь-яких вантажів у контейнерах. Також мають представників компанії у всіх базових портах, які в свою чергу добре орієнтуються у місцевих та міжнародних вимогах перевезень.



Рис. 1.4. Забір вантажу з порту в Китаї

Пропонують наступні сервіси:

- Перевезення повних контейнерів (FCL)
- Перевезення збірних вантажів (LCL)
- Перевезення консолідованих вантажів (від одного або декількох відправників)

- Негабаритні перевезення вантажів
- Перевезення вантажів навалом

Даний вид перевезень є завданням не з легких, компанія набула необхідного досвіду в даних перевезеннях, мають штат менеджерів що спеціалізуються та розуміються саме на морських контейнерних перевезеннях.

Міжнародні автомобільні перевезення вантажів

Щодо автомобільних перевезень, компанія DSV має досить цікаві пропозиції, оскільки мають авто у власності (Рис. 1.5), та фактно є прямим перевезником без посередників. Незалежно від об'ємів вантажів, компанія готова надати повний комплекс послуг логістичної сфери діяльності, а саме: забір вантажу «від дверей» (від відправника), повний супровід та узгодження товаросупровідних та транспортних документів, доставку «до дверей» (до отримувача), в.т.ч. страхування та митно-брокерські послуги на митній території України та інших країн світу.



Рис. 1.5. Тягач та рефрижераторний напівпричіп компанії DSV

Завдяки великому переліку офісів та логістичних хабів в Європі та по світу, гарантують вчасну та безпечну доставку вантажів, без прямої залежності від напрямків.

Згідно інформації з сайту компанії, DSV має понад 200 терміналів та 300 офісів у країнах Європейського Союзу.

При необхідності перевезень окремими авто гарантують повний супровід на всіх етапах, включаючи: консолідацію (за необхідності), експедирування вантажів, автодоставку з будь-яких куточків суші, за потреби регулярні перевезення, постійну наявність необхідних автомобілів за доступними тарифами, узгодження часових рамок на перевезення та конкретні операції (завантаження, митні процедури, перехід кордонів, розвантаження), допомогу в оформленні митних документів в Європі (EURO-1, T-1, EX).

Для доставок вантажів з спеціальними потребами мають змогу підібрати авто під конкретний вантаж, використовують різноманітні транспортні засоби для таких перевезень, за потреби залучають партнерів для забезпечення нетипових запитів клієнта.

До переліку таких запитів можуть входити:

- Небезпечні вантажі;
- Вантажі що потребують температурного контролю;
- Фармацевтичні вантажі;
- Великогабаритні або негабаритні вантажі.

Контрактна логістика (складські послуги)

На території України компанія має зручні, доступні у користуванні складські комплекси (Рис. 1.6), що розташовані у Києві та Львові. Це розміщення складських приміщень є досить цікавим та зручним з точки зору руху імпорتنих та експортних потоків товарів по території України.



Рис. 1.6. Складське приміщення компанії DSV Україна

Складські комплекси та робочі цикли налаштовані на максимальну продуктивність та швидкість операційної діяльності відносно вантажів для покриття потреб всіх клієнтів. На даних складських площах товари можуть як зберігатися на постійній основі до їх реалізації, так і з метою консолідації для подальшої відправки на експорт.

1.2. Матеріальна база та аналіз технічних можливостей компанії, конкуренції та ризиків воєнного стану

Матеріально-технічна база такого типу підприємства є основою та ключовим фактором ефективності його діяльності як міжнародного логістичного оператора. Для DSV Україна наявність сучасної та розвиненої логістичної інфраструктури, розвиненої транспортної мережі та цифрових систем управління дозволяє забезпечувати стабільність і регулярність міжнародних вантажних перевезень навіть в умовах нестабільного ринку та воєнного стану.

Матеріальна база включає офісні приміщення, склади, транспортно-логістичні центри, інформаційно-комунікаційні системи та партнерську транспортну мережу, яку використовує і сама компанія за домовленістю. Основні логістичні об'єкти компанії розташовані у Києві, Львові, Одесі, Дніпрі та Борисполі (Рис. 1.7), що забезпечує ефективне покриття основних транспортних напрямків України та міжнародних коридорів.

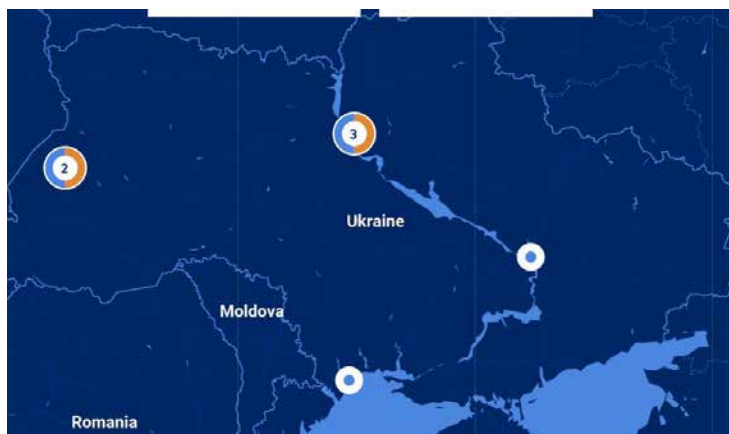


Рис. 1.7. Карта розташування офісів та складських приміщень компанії
DSV Україна



Рис. 1.8. Умовні позначення карти

Складські комплекси відповідають класу А та В, що в свою чергу характеризує якість їх виконання, використання сучасних, якісних та доцільних в даних виконаннях технологій. Склади повністю відповідають міжнародним вимогам щодо зберігання вантажів різних видів та типів. Забезпечено необхідно вентеляцію, температурні контролю, товарне сусідство та інше. На них ведеться відповідний облік вантажів, адресне зберігання для зручності та швидкості проведення операційної діяльності з ними. Використання сучасного складського обладнання дозволяє оптимізувати процеси навантаження, розвантаження, комплектації та консолідації вантажів.

Особливістю діяльності DSV є використання моделі «asset-light», при використанні такої типової моделі, компанія в основному робить фокус на користування інфраструктурою та послуги партнерів, мінімізуючи володіння власними фізичними активами, оскільки в деяких випадках або об'ємах це може бути не зовсім доцільним, через застаріння та постійну необхідність модернізації. Такий підхід дозволяє швидко адаптуватися до змін попиту на міжнародні перевезення та ефективно використовувати втому числі наявні транспортні ресурси. Враховуючи все вище вказане, компанія активно розвиває проєкт «DSV Fleet» (Рис. 1.9), який передбачає використання брендovаних напівпричепів та співпрацю з перевізниками на довгострокових умовах.



Рис. 1.9. Реалізація проєкту «DSV Fleet»

Технічні можливості компанії забезпечують виконання широкого спектра логістичних операцій, серед яких:

- міжнародні автомобільні перевезення комплектних та збірних вантажів;
- мультимодальні перевезення;
- морські контейнерні перевезення;
- авіаперевезення;
- складська логістика;
- митно-брокерське обслуговування;
- страхування вантажів;
- управління ланцюгами постачання.

Високий рівень технічного забезпечення компанія досягла та продовжує досягати за рахунок використання сучасних цифрових технологій та інноваційних рішень щодо деяких процесів. DSV застосовує системи електронного документообігу, GPS-моніторингу транспорту, автоматизованого планування маршрутів та управління складськими операціями. Це дозволяє забезпечити контроль за рухом вантажів у режимі реального часу, підвищити ефективність та скоротити тривалість деяких логістичних процесів.

На ринку міжнародних транспортно-логістичних послуг компанія DSV функціонує в умовах високої конкуренції, тому потребує постійного покращення, для надання конкурентних пропозицій відносно компаній-конкурентів. Основними конкурентами компанії в Україні є Kuehne+Nagel, DB Schenker, FM Logistic, Raben Group, ZAMMLER та інші міжнародні логістичні оператори.

Розглянемо таблицю, яка включає топ-10 найбільших світових логістичних компаній станом на 2024 рік. У таблиці можемо спостерігати ключові показники - обсяги морських контейнерних перевезень у TEU та авіаційних вантажів у метричних тоннах, а також обсяг доходів з цих перевезень. Ці дані допоможуть краще проаналізувати сатновище компанії DSV у глобальному масштабі та оцінити конкурентне середовище, у якому вона функціонує.

Топ-10 логістичних компаній світу у 2025 році

Таблиця 1.1.

No	Компанія	Штабквартира	Дохід (млн \$)	Морські перевезення (TEU)	Авіаперевезення (тонн)
1	Kuehne + Nagel	Швейцарія	46,864	4,386,000	2,232,000
2	DHL Supply Chain	Німеччина	45,590	3,294,000	1,902,000
3	DSV	Данія	34,883	2,665,147	1557972
4	DB Schenker	Німеччина	30,392	1,909,000	1,326,000
5	Sinotrans	Китай	16,405	3,890,000	781,000
6	Expeditors	США	17,071	942,500	869,000
7	CEVA Logistics	Франція	18,700	1,300,000	520,000
8	Nippon Express	Японія	19,932	756,741	867,038
9	C.H. Robinson	США	23,874	1,425,000	285,000
10	Kerry Logistics	Гонконг	10,483	1,176,370	515,419

Конкуренція між компаніями в основному здійснюється за такими критеріями:

- вартість транспортних послуг;
- швидкість доставки вантажів;
- надійність перевезень;
- географія міжнародних маршрутів;
- рівень цифровізації логістичних процесів;
- якість клієнтського сервісу.

Суттєвою перевагою DSV є її інтеграція у глобальну транспортну мережу та можливість оперативно змінювати логістичні маршрути залежно від зовнішніх умов та клієнтських потреб. Особливо важливим це стало після початку повномасштабного вторгнення агресора на територію України, коли майже весь транспортний потік був перенесений на західну частину країни та європейські логістичні хаби, в тому числі порти та іншу інфраструктуру.

В умовах воєнного стану діяльність компанії супроводжується значними ризиками та фінансовими втратами, які безпосередньо впливають на ефективність міжнародних перевезень для всіх сторін цієї діяльності.

До основних ризиків відносимо:

- руйнування транспортної та складської інфраструктури (Рис. 1.10);
- перебої та перешкоджання у роботі транспортних коридорів;
- перевантаження пунктів пропуску на західних кордонах;
- дефіцит робочої сили (в тому числі водіїв) через мобілізаційні процеси;
- зростання цін на паливо та будь-які логістичні послуги відповідно;
- постійні ризики часткового пошкодження або повної втрати вантажів;
- нестабільність термінів доставки.



Рис. 1.10. Зруйноване складське приміщення внаслідок ворожої атаки

Крім того, воєнний стан суттєво вплинув на структуру міжнародних перевезень в Україні. Компанія була змушена адаптувати транспортні маршрути, збільшити використання мультимодальних схем доставки та посилити заходи безпеки під час організації перевезень. Значна увага приділяється страхуванню вантажів, резервуванню альтернативних маршрутів та підвищенню оперативності логістичного планування.

Незважаючи на складні умови функціонування, DSV Україна продовжує підтримувати стабільну роботу міжнародних логістичних ланцюгів та забезпечує виконання транспортних операцій між Україною та країнами Європейського Союзу в тому числі. Завдяки сучасній матеріально-технічній базі, цифровізації процесів та гнучкій системі управління компанія зберігає конкурентні позиції на ринку міжнародних вантажних перевезень.

Висновок:

У першому розділі нашої роботи проведено комплексний аналіз діяльності DSV Україна як одного з провідних міжнародних 3PL-операторів.

Компанія стабільно входить до трійки світових лідерів логістичного ринку (із річним доходом понад 34 млрд \$). Вона володіє потужною мережею хабів і складів класу «А» та «В» (Київ, Львів).

РОЗДІЛ 2

ПРОЦЕС ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

2.1. Аналіз особливостей перевезення будівельних матеріалів у міжнародному сполученні

Майже будь-яке міжнародне перевезення є складним логістичним процесом, оскільки в ході перевезення виникає досить значна кількість проблем, які перевізник має виконувати за дорученням клієнта. Власне для цього і існують компанії по типу DSV. Перевезення будівельних матеріалів однозначно може бути досить складним логістичним процесом, оскільки саме вантаж будівельного призначення може бути безпечним, небезпечним, великоваговим або ж негабаритним. До кожного з типів вантажів використовується відповідне пакування, тара або ж розміщення в/на причепі, в залежності від конкретного типу вантажу та вимог щодо його перевезення.

Будівельна галузь має великий перелік вантажів, починаючи від навалювалочних матеріалів, таких як пісок чи щебінь, до скла, складних металоконструкцій та хімічних добавок, які використовуються у деяких будівництвах, до прикладу добавки для зміцнення бетонних або залізо-бетонних конструкцій. Кожна з цих категорій безпосередньо вимагає індивідуального підбору рухомого складу, спеціальних умов кріплення та особливих режимів транспортування для збереження споживчих властивостей товару.

Як правило, вантажі по типу пісок чи щебінь зовсім не доцільно імпортувати чи експортувати, цей вид будівельних матеріалів набагато вигідніше придбати всередині країни.

Ефективна організація міжнародних перевезень неможлива без урахування нормативно-правового поля, де базовим документом виступає Конвенція КДПВ (Конвенція про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів), де власне основним документом виступає CMR (міжнародна товаро-транспортна

накладна). У міжнародному сполученні логістичні ризики значно зростають через необхідність проходження митного контролю та дотримання вагових параметрів та правових вимог країн транзиту. Дуже багато будівельних матеріалів характерні високою щільністю, що часто призводить до ризику перевантаження окремих осей транспортного засобу або причепу/напівпричепу (у разі їх викоиристання), навіть при недотриманні повної вантажопідйомності транспортного засобу. Це вимагає від логістів попереднього розрахунку схеми завантаження та розміщення вантажу в кузові автомобіля чи причепа. Крім того, важливим чинником є пакування та маркування згідно з міжнародними стандартами ISO, а також обов'язкова фітосанітарна обробка дерев'яних палет відповідно до стандарту ISPM 15 (International Standards for Phytosanitary Measures No.15) (Рис. 2.1), без якої перетин кордону стає неможливим. Раніше вказаний стандарт розроблено задля уникнення розповсюдження деревних шкідників через пакувальні матеріали.

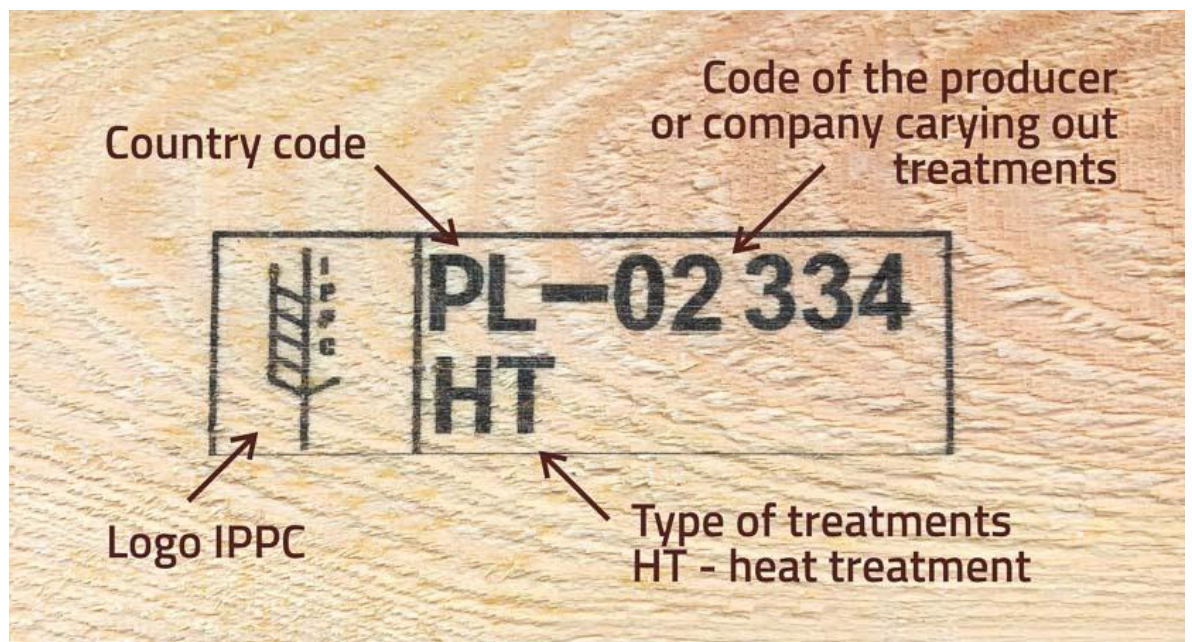


Рис. 2.1. Приклад маркування палети що відповідає стандарту ISPM 15

Економічна ефективність перевезення для отримувача будматеріалів на пряму залежить від обраної умови постачання за термінами Інкотермс 2020. Фактично, транспортна складова процесу імпорту будівельних матеріалів, може займати до половини кінцевої вартості деяких деяких з них, тому оптимізація

маршрутів є пріоритетом по зниженню витрат на кінцеву собівартість товарів будівельного приначення. Особливу увагу обов'язково слід приділяти крихким матеріалам (скляні вироби) та виробам, що бояться вологи (гіпс чи цемент). Використання герметичного обладнання або тентованих напівпричепів із системами осушення повітря стає технічною необхідністю для забезпечення необхідних умов транспортування та запобігання втратам якості такого типу вантажу.

Перевезення нафтопродуктів (Рис. 2.2) (по типу фарб, розчинників) характеризується зовсім окремими потребами, оскільки це вже вантаж що відноситься до переліку небезпечних. Автомобіль має бути з дозволом на перевезення цього типу небезпечних вантажів, водій має мати документ що підтверджує його кваліфікацію для перевезення вантажів відповідного класу безпеки. Розчинники також можуть перевозитись в автоцистернах, вимоги залишаються тими ж.



Рис. 2.2. Приклад тари для перевезення фарби або розчинників

До великовагових можна віднести цеглу, бетонні/залізо-бетонні конструкції в розібратому стані, металоконструкції. В такому випадку зазвичай вантажопідйомність автомобіля використовується на максимум, об'ємна місткість кузова навпаки. При перевезенні подібних вантажів краще заздалегідь розрахувати та продумати план завантаження вантажу, задля уникнення подальших витрат на організацію перерозподілу навантаження між вісями автомобіля або сплати штрафу за порушення габаритно-вагового контролю.

Для перевезення негабаритних будівельних матеріалів доцільно використовувати напівпричіп трал (Рис. 2.3). До таких типів будівельних матеріалів можна відносити металоконструкції в зібраному стані (до прикладу тепличні ферми), якщо звісно розібрати їх буде фінансово не вигідно. Перевезення відбувається за узгодження з відповідними службами, додатково отримуються дозволи на перевезення такого типу перед початком перевезення.



Рис. 2.3. Перевезення негабаритної будівельного вантажу

При перевезенні будь-яких вантажів (в.т.ч будівельних матеріалів), необхідно його безпечно закріпити. Вантаж не повинен впливати на стійкість автомобіля чи причепа, ускладнювати керування транспортним засобом чи зменшувати оглядовість водієві, не повинен закривати будь-які світлові прибори автомобіля та причепа, в.т.ч. номерні знаки, будівельні матеріали потрібно кріпити надійно, щоб в ході перевезення не відбувалось зміщення, падіння чи волочіння вантажу, якщо вантаж виступає за задній або передній габарит більше ніж на 1 м, або по ширині на 0,4 м від зовнішнього краю габаритного ліхтаря, він повинен бути позначений відповідно вимог правил дорожнього руху. Сипучі

матеріали повинні бути накриті тентом, задля уникнення їх розсипання та розпилення в ході перевезення. Суху суміші (по типу гіпс, цемент), як і вказували раніше, повинні бути захищеними від потрапляння вологи.

2.2. Діюча система перевезення будівельних матеріалів

Діюча система перевезень будівельних матеріалів у міжнародному сполученні є безпосередньо стратегічно важливим звеном глобального логістичного ланцюга, тим паче в теперішні часи, коли на території нашої держави ці матеріали як ніколи потрібні та користуються попитом. Функціонування цієї системи визначається сталим збільшенням обсягів будівництва, відбудов в деяких регіонах країни та потребою в оперативній доставці специфічних будівельних ресурсів. На відміну від внутрішніх перевезень, міжнародний вид перевезень має вимоги від логістичної системи не лише технічного достатку та досконалості, а й глибокої адаптації до правових, екологічних та митних стандартів країни відправки та транзитних країн. Особливість будівельних вантажів базується в їх значній номенклатурній різноманітності, яка як було сказано в підпункті 2.1., охоплює сипкі матеріали, крихку кераміку та скло, хімічні добавки, продукти нафтопромислової переробки, та багатотонні конструкції, кожна з яких диктує та передбачає власні правила транспортування, кріплення та документи.

Наразі наявна, діюча система автоперевезень базується на максимальній мобільності та мінімізації витрат у часі (Рис. 2.4). У будівництві часові витрати зазвичай є дорожчим ресурсом за вартість самого матеріалу чи будь-яких витрат, тому автомобільний транспорт, котрий здатний реалізувати доставку «від дверей до дверей», займає більше ніж 70% всіх перевезень будівельних матеріалів.



Рис. 2.4. Процес завантаження пиломатеріалів у контейнер з мінімальними часовими втратами

Безпосередньо ефективність та доцільність цієї логістичної системи напряду залежить від раціонального вибору рухомого складу. Системний підхід передбачає розподіл парку на сегменти за його призначенням. До прикладу, для перевезення сипучих матеріалів (щебінь чи пісок), використовуються багатоосні самоскиди з посиленими кузовами, але як і говорили раніше, в міжнародному сполученні ці вантажі не є доцільними до імпорту. Для цементу та інших порошкоподібних сумішей залучаються спеціалізовані причіпи - цементовози, які забезпечують повну герметичність, захищаючи матеріал від вологи та запобігаючи забрудненню навколишнього середовища, що є жорсткою вимогою європейських екологічних стандартів.

Нормативно-правове забезпечення діючої системи в міжнародному аспекті тримається на Конвенції КДПВ (Конвенція про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів), де основним документом являється CMR (міжнародна товаро-транспортна накладна). Конвенції КДПВ - це основний документ, який розмежовує відповідальність перевізника та порядок оформлення супровідних документів. Окрім перерахованого раніше, будівельні матеріали характеризуються високою щільністю матеріалів, що створює спокусу максимального завантаження транспортного засобу задля максимального заробітку. Проте європейські директиви (зокрема Директива 96/53/ЕС від 25

липня 1996 року) встановлюють ліміти на загальну масу та навантаження на кожен вісь. Порушення цих норм у міжнародному сполученні призводить до великих штрафів та нікому не потрібних затримок у перевезенні, тому власне зараз передбачено обов'язкове використання автоматичних систем зважування в русі та програмного забезпечення для моделювання розподілу ваги в кузові перед початком рейсу.

Економічний аналіз демонструє нам, що питома вага транспортних витрат у вартості будматеріалів є однією з найвищих серед усіх галузей економіки. Для недорогих сировинних матеріалів вона може сягати 50% і навіть більше того, а для складних залізобетонних конструкцій може приблизно становити 15-20%. Відповідно через це існуюча система перевезень все частіше перетворюється та переходить у мультимодальні перевезення. Великогабаритні або великовагові конструкції, в тому числі великі партії металопрокату більш доцільніше транспортувати залізницею до залізничних терміналів, після чого організовувати «доставку останньої милі» вже автомобільним транспортом безпосередньо до будівельного майданчика, або ж на склад отримувача. Таке поєднання дозволяє зменшити витрати на перевезення, але при цьому часові втрати дещо зростають, як на доставку залізницею, так і на маніпуляції по перевантаженню вантажу на залізничному терміналі.

2.3. Переваги і недоліки діючої системи перевезення будівельних матеріалів

Порівняння переваг і недоліків діючої системи перевезення будівельних матеріалів дозволяє в широкому форматі оцінити і зрозуміти ефективність логістичних процесів та визначити зони для потенційної оптимізації цих процесів. Сучасна система, яка досить часто поєднує в собі автомобільний, залізничний, авіа та подекуди водний транспорт, має свої сильні сторони, але в той же самий час на пряму зтикається з переліком об'єктивних обмежень, особливо це стосується міжнародного сполучення.

Переваги діючої системи

Однією з ключових переваг діючої системи є досить високий рівень спеціалізації транспортних засобів. Сучасний ринок перевезень пропонує вузькопрофільні (спеціальні) рішення: від автобетонозмішувачів та цементовозів до спеціалізованих платформ для перевезення негабаритних конструкцій. Саме така низка пропозицій щодо спеціалізації значно мінімізує ризики пошкодження вимогливих та специфічних вантажів і дозволяє зберігати їхні властивості, та цілісність під час тривалого транспортування у міжнародному сполученні. До прикладу можна навести використання герметичних ємностей для сухих сумішей, яка повністю мінімізує атмосферний вплив на сам матеріал чи загалом вантаж. Саме це раніше було значною проблемою для будівельної галузі.

Другою з важливих переваг хочемо зазначити гнучкість та мобільність автомобільного сполучення. Можливість організувати доставку «від дверей до дверей». Власне саме це частково дозволяє великим забудовникам відмовитися від утримання та створення великих складських приміщень безпосередньо на будівельному об'єкті. Система зорієнтована на підтримку ритмічності будівництва, забезпечуючи підвезення матеріалів саме в той момент, коли вони безпосередньо є потрібними у використанні. Це суттєво скорочує терміни будівництва об'єктів та оптимізує використання робочої сили та площі будівельної ділянки.

Третьою позитивною перевагою можна зазначити швидкий розвиток у сфері цифровізації процесів. А саме, впровадження систем GPS-моніторингу, контролю витрат пального та електронного документообігу (e-TTH¹, e-CMR²) зробило систему прозорою та простішою в контролі. Безпосередньо сам замовник може в реальному часі відслідковувати місцезнаходження автомобіля з його вантажем, що дозволяє оперативно коригувати плани робіт у разі затримок на кордонах чи через дорожні умови на шляху прамування автівки. Крім того, автоматизація митних процедур у міжнародному сполученні значно скорочує час простою техніки на пунктах пропуску, через їх спрощення.

е-ТТН¹ - електронна товарно-транспортна накладна - це цифрова версія стандартної паперової ТТН.

е-CMR² - це цифрова версія стандартної паперової міжнародної ТТН.

Недоліки діючої системи

Діюча система перевезень будівельних матеріалів без виключень має і суттєві недоліки, до першого з яких можна віднести високу транспортну складову у собівартості матеріалів, тобто саме вартість перевезення складає досить значну частку собівартості самих матеріалів. Через велику вагу та значні обсяги будматеріалів витрати на логістику можуть становити від 20% до 50% кінцевої ціни продукту. Будь-які зміни у вартості на паливе або тарифи на проїзд платними дорогами фактично в багатьох варіантах відображатимуться безпосередньо на вартості будівництва, що власне і робить цю систему фінансово вразливою.

Іншим критичним недоліком вважаємо відносно жорсткі обмеження габаритно-вагового контролю (Рис. 2.5). Параметри будівельних вантажів часто знаходяться на межі дозованих норм навантаження на вісь, тобто досить легко перевантажити будь-яку з вісей причепа чи автомобіля. Безпосередньо саме це створює постійні ризики отримання великих штрафів за порушення габаритно-вагового контролю або пошкодження дорожнього покриття. У міжнародному сполученні невідповідність вагових норм у різних країнах транзиту може стати серйозною перешкодою в ході такого перевезення, вимагаючи складних процедур перевантаження, перерозподі вантажу по кузову причепа чи автомобіля або отримання дорогих та затратних у часі дозволів на перевезення негабаритного вантажу.



Рис. 2.5. Норми вагового контролю на території України

Екологічна складова також є вагомим мінусом діючої системи (Рис. 2.6). Автотранспорт, який перевозить важкі будівельні вантажі, є досить вагомим джерелом викидів CO₂. Посилення екологічних стандартів (таких як Euro 6) змушує перевізників постійно оновлювати автопарк, що в свою чергу потребує величезних капіталовкладень з їх сторони.

ВИКИДИ ВІД ТРАНСПОРТУ

ШКІДЛИВІ ВИКИДИ В АТМОСФЕРУ В ЄС



ТРАНСПОРТНІ ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В ЄС 2018 Р.



29%

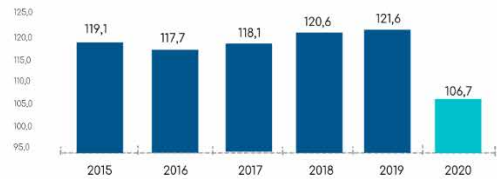
викидів парникових газів в ЄС формує транспортний сектор (внутрішні та міжнародні перевезення)

на 33%

більше викидів від транспортного сектору порівняно з 1990 р.

Дані: ICCT, EEA, Jato Dynamics

СЕРЕДНЬОЗВАЖЕНІ ВИКИДИ CO₂ У ЄС ВІД НОВИХ АВТОМОБІЛІВ (Г/КМ)



ОБМЕЖЕННЯ НА CO₂ В ЄС

не більше 95 г CO₂/км

дозволений обсяг викидів для нових автомобілів

95 EUR

мають сплатити автовиробники за кожен зайвий грам CO₂

на 37,5%

мають зменшитись викиди CO₂ від легкових автомобілів до 2030 р.

МАТЕРІАЛ ПІДГОТОВЛЕНО АНАЛІТИЧНИМ ЦЕНТРОМ ФЕДЕРАЦІЇ АВТОПРОМУ УКРАЇНИ



Рис. 2.6. Аналітика та норми викидів в ЄС від транспорту

Також суттєвим недоліком є залежність від інфраструктурних обмежень. Стан дорожнього покриття, пропускна здатність доріг та наявність під'їзних шляхів (особливо в країнах ЄС) часто стають «вузьким місцем» у логістиці. У міжнародному сполученні до цього додаються черги на кордонах та складні бюрократичні процедури, які можуть зруйнувати графік поставок, спричиняючи простої на будівництві та фінансові збитки для забудовника та підрядників.

Виходячи з вище вказаного порівняння переваг та недоліків можемо зробити висновок, що діюча система перевезення будівельних матеріалів є ефективною саме з технологічної точки зору, проте вона залишається чутливою до економічних, нормативних факторів та інфраструктурних нюансів. Подальший розвиток системи перевезень вимагає пошуку балансу між швидкістю доставки вантажів та ширшого впровадження мультимодальних рішень для зниження логістичних витрат.

2.4. Шляхи удосконалення діючої системи перевезення будівельних матеріалів з метою підвищення їх ефективності

Удосконалення системи транспортування будівельних матеріалів у сучасному ринковому середовищі є одним з правильних шляхів до підвищення конкурентоспроможності будівельних компаній та дистриб'юторів. Якщо враховувати що логістична складова може суттєво обтяжувати бюджет проєкту, а це фактично так і є, пошук внутрішніх резервів ефективності стає пріоритетом в удосконаленні цієї системи. Основні напрямки удосконалення включають цифрову трансформацію, оптимізацію технічного забезпечення, розвиток мультимодальних стратегій та впровадження принципів сталого розвитку.

1. Цифрова трансформація та нове інтелектуальне управління потоками

Основним шляхом удосконалення є перехід від традиційного диспетчерського управління до інтелектуальних транспортних систем (ITS). Ключовим інноваційним рішенням тут виступає повна інтеграція логістики в BIM-моделі. На етапі нашого бакалаврського дослідження важливо підкреслити, що логістика не повинна бути відокремленим процесом. Коли кожна одиниця вантажу (від палети цегли до віконного блоку) має власний цифровий двійник, система має змогу майже повністю автоматично сама генерувати замовлення на транспорт залежно від темпів зведення поверхів чи залишків на будівельному або торговому майданчику. Це дозволяє реалізувати концепцію «Just-in-Time» на вищому рівні: транспортні засоби прибувають на майданчик рівно в той момент, коли навантажувально-розвантажувальна техніка є вільною для цих процесів. Такий підхід усуває простої техніки та мінімізує потребу в проміжних складах для безперебійного виконання цих операцій, що власне є особливо важливим в умовах щільної міської забудови.

Додатковим інструментом цифровізації є впровадження хмарних платформ для управління ланцюгами поставок (SCM (управління ланцюгами поставок, що охоплює всі етапи: від закупівлі сировини до доставки готової продукції споживачеві)). В сутності це дозволяє об'єднати постачальника,

перевізника та замовника в єдиному інформаційному просторі для швидкого комунікування та здійснення безперебійної та швидкої комунікації. Використання блокчейн-технологій для супроводу електронних накладних (e-CMR), що гарантує незмінність даних та прозорість взаєморозрахунків, яке суттєво пришвидшує проведення митних процедур. Автоматизація розрахунків маршрутів із використанням алгоритмів штучного інтелекту дозволяє враховувати не лише відстань, а й поточне завантаження прикордонних пунктів пропуску, погодні умови та навіть рельєф місцевості для оптимізації витрат палива та збільшення середньої швидкості на маршруті.

2. Технологічна модернізація та спеціалізація рухомого складу

Другим напрямком є якісне оновлення парку транспортних засобів. Діюча система часто страждає від використання універсального транспорту там, де необхідний спеціалізований. Шлях удосконалення полягає у переході до вузькопрофільного парку. До прикладу, використання напівпричепів-інлоудерів для перевезення залізобетонних панелей та скла дозволяє відмовитися від складних систем пакування та зменшити час завантаження на 40-50%.

Особливої уваги заслуговує полегшення конструкцій причепів. Використання високоміцних алюмінієвих сплавів замість сталі дозволяє знизити власну масу транспортного засобу, що автоматично збільшує корисну вантажопідйомність на 1,5-2 тонни в межах дозволених вагових норм, але при цьому втрачається його як така міцність в порівнянні зі сталлю. Зменшення власної маси причепа безпосередньо впливає на рентабельність кожного рейсу. Також необхідно розвивати сегмент автомобілів обладнаних кранами-маніпуляторами, це дозволяє зробити процес доставки автономним, оскільки одна одиниця техніки виконує роль і транспорту, і вантажопідйомного механізму, що критично важливо для невеликих об'єктів та поставок.

3. Розвиток мультимодальної інфраструктури та хабів

Ефективність міжнародних перевезень неможлива без перегляду транспортної інфраструктури. Потенційним шляхом удосконалення є розвиток мережі мультимодальних логістичних хабів, які варто розміщати поблизу

великих транспортних магістралей та залізничних вузлів, для зведення декількох видів транспорту в комунікацію. Основна ідея полягає у консолідації вантажів. Замість того, щоб відправляти десятки малих автомобілів на великі відстані, доцільніше використовувати залізничні платформи для зменшення витрат на перевезення, а автомобільний транспорт - виключно для доставки «до дверей».

Така модель перевезення дозволяє компенсувати головний недолік автотранспорту (високу вартість перевезення) та водночас зберегти його перевагу в мобільності. Удосконалення системи перевалки вантажів у таких хабах за допомогою автоматизованих конвеєрних ліній та крос-докінгу (перевантаження без тривалого зберігання) дозволяє скоротити загальний час доставки на 15-20%.

4. Оптимізація систем безпеки та кріплення вантажів

Підвищення ефективності системи також на пряму пов'язане з мінімізацією браку (бою та пошкоджень). Традиційні методи кріплення часто є суб'єктивними та залежать від знань та досвіду водія. Шлях удосконалення полягає у впровадженні інтелектуальних систем фіксації. Це включає використання протиковзних матів з підвищеним коефіцієнтом тертя, що дозволяє зменшити кількість необхідних стяжних ременів без втрати безпеки.

Інноваційним рішенням є встановлення датчиків, які будуть відображати силу натягу ременів та демонструвати їх показники на панель приладів водія. Це особливо важливо при транспортуванні будматеріалів, які мають тенденцію до «усадки, зміщень» під час руху (наприклад, пиломатеріали). Також плавність прискорення та гальмування безпосередньо впливає на цілісність крихких вантажів, таких як газобетонні блоки чи облицювальна цегла. Автоматизований контроль за перевантаженням по осях у реальному часі через датчики підвіски дозволяє уникати адміністративних штрафів, передбачити та допомогти обійти виникнення не бажаних додаткових витрат в усуненні цієї проблеми.

5. Удосконалення методів пакування та тари

Не менш важливим шляхом є уніфікація тари. Діюча система часто використовує різноманітне пакування будівельних матеріалів, що ускладнює

автоматизацію складських процесів, тобто фактично демонструє низьку ефективність через використання різнотипного, не доцільного або застарілого пакування, що робить неможливим повноцінну автоматизацію складських процесів і власне призводить до збільшення частини ручної праці під час перевалки вантажів.

Шлях до підвищення ефективності лежить через перехід на модульні стандарти пакування, це означає, що розміри тари (коробок, мішків, рулонів) мають бути кратними розмірам стандартного європіддона (1200*800 мм). Уніфікація (приведення до стандартного розміру тари) дозволяє максимально щільно заповнювати корисний об'єм кузова транспортного засобу, що відповідно запобігає переміщенню вантажу під час руху та знижує ризик пошкодження від динамічних навантажень. Впровадження уніфікованих спеціалізованих касет або секцій є особливо актуальним для металопрокату, профілів та труб. Традиційне перевезення таких вантажів «навалом» або в простих зв'язках вимагає багато часу на стропування, оскільки надійно зафіксувати такий вантаж зазвичай є досить не простим завданням. Використання жорстких металевих секцій дозволить здійснювати завантаження цілими пакетами за допомогою спеціальних захватів, що значно скоротить час простою автомобіля під навантажувальними операціями на 60–70%. Більше того, така тара є багаторазовою, що вписується в концепцію економії.

Також не менш важливим аспектом удосконалення є заміна традиційної поліетиленової стретч-плівки на біорозкладні та перероблювані полімери. Будівельні майданчики генерують величезну кількість пластикових відходів, утилізація яких у країнах ЄС суворо регламентована та дорога. Використання термозбіжних плівок на основі кукурудзяного крохмалю або вторинної сировини не лише відповідає екологічним трендам «Зеленої логістики», а й спрощує процес менеджменту відходів безпосередньо на об'єкті будівництва чи торгової площадки. Для захисту сипких матеріалів та сухих сумішей доцільним є перехід на клапанні мішки з наноперфорацією та гідрофобним покриттям. Це дозволяє матеріалу «дихати» при завантаженні (уникаючи розриву мішка від повітряного

тиску), але при цьому забезпечує абсолютний захист від вологи під час перевезення на відкритих платформах або тривалого зберігання під відкритим небом.

Висновок:

У другому розділі роботи ми детально дослідили діючу систему та особливості організації міжнародних перевезень будівельних матеріалів автомобільним транспортом.

Логістика будівельних вантажів у міжнародному сполученні стала більш складною через велику різноманітність вантажів такого типу.

Аналіз показав, що автомобільний транспорт займає близько 44% ринку поставок компанії завдяки забезпеченню принципу «від дверей до дверей». Проте наявна система є фінансово вразливою через високу частку логістичної складової у кінцевій собівартості продукції.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ В УМОВАХ КОМПАНІЇ DSV

3.1. Вибір найбільш пріоритетного шляху удосконалення процесу міжнародного перевезення будівельних матеріалів

Вибір найбільш пріоритетного шляху вдосконалення логістичних процесів перевезення будматеріалів у міжнародному сполученні фактично є стратегічним завданням, яке має базуватися на принципі «вузького місця».

Виходячи з сучасних тенденцій, найбільш пріоритетним шляхом можемо вважати цифрову інтеграцію логістики в єдину інформаційну модель будівництва (BIM) у поєднанні з впровадженням електронного документообігу (e-CMR).

Визначення пріоритетного напрямку розвитку системи міжнародних перевезень будівельних матеріалів потребує комплексного аналізу витрат, оскільки це одна з основних складових що впливає на собівартість вантажу. Оскільки транспортна складова у собівартості будівництва є однією з найвищих, ключовий вплив на ефективність є не стільки швидкість руху транспортного засобу, скільки злагодженість інформаційних та матеріальних потоків. Власне тому цифровізація та інтеграція логістики в систему BIM (Building Information Modeling) визнається найбільш перспективним шляхом удосконалення.

1. Економічна доцільність та скорочення простой

Головною проблемою діючої системи є розрив між логістичним відділом та будівельним майданчиком, власне саме через це часто виникають ситуації, коли транспорт із критично важливим вантажем прибуває на об'єкт, але в той же момент розвантажити авто неможливо, або ж навпаки – техніка на об'єкті простоє через затримку в перевезенні.

Пріоритетний шлях інтеграції дозволяє:

- виключити людський фактор при створенні замовлення транспорту;
- реалізувати концепцію «Планування вчасно» (Just-in-Time), що дозволяє економити до 15-20% бюджету проєкту за рахунок відмови від оренди складських площ та зменшення витрат на охорону матеріалів;
- оптимізувати роботу вантажопідйомних механізмів (кранів) на майданчику.

2. Прозорість у міжнародному сполученні (e-CMR)

Для міжнародних перевезень критичним фактором є в тому числі час необхідний для проведення митних процедур та черги що постійно утворюються на кордонах на кордонах.

Впровадження e-CMR (електронної міжнародної товаро-транспортної накладної) як частини пріоритетного шляху цифровізації дозволяє:

- забезпечити митні органи даними про вантаж ще до прибуття автомобіля на кордон, оскільки інформація стає доступною після її реєстрації;
- прискорити взаєморозрахунки між сторонами договорів на перевезення, оскільки підтвердження доставки відбувається миттєво в електронному форматі;
- зменшити адміністративні ризики, котрі можуть бути безпосередньо пов'язані з помилками в паперових документах, що є частою причиною затримок будівельних вантажів (не вірно вказана кількість пакування, тип пакування, вага або будь-який інший параметр чи інформація про вантаж).

4. Екологічний та соціальний ефект

Цифрова оптимізація маршрутів дозволяє в значних об'ємах скоротити пробіги без вантажу, що безпосередньо впливає на екологічні показники логістики та зменшує загальні витрати перевізника на пальне та амортизацію. У міжнародних перевезеннях, де вимоги до викидів постійно посилюються, саме такий підхід дозволяє компаніям-перевізникам уникати додаткових витрат на екологічні податки.

3.2. Аналіз та доцільність удосконалення транспортної тари

У сучасній системі організації міжнародних перевезень транспортна тара (Рис. 3.1) виконує досить вагому та цінну роль оболонки для захисту вантажу та консолідації вантажу в зручну вантажну одиницю для швидкості навантажувально-розвантажувальних операцій з нею. Виходячи з загальних спостережень, вона перетворилася у вагомий техніко-економічний інструмент, який безпосередньо вагомо впливає на вартість логістичних операцій та економічну стабільність ринку будівельних матеріалів та будівництва в загальному. Аналіз діючих систем перевезення будматеріалів показує, що саме недосконалість тари часто стає слабким місцем при перевезенні, яке досить значно гальмує автоматизацію та спричиняє значні фінансові втрати.



Рис. 3.1. Стандартна транспортна тара

Традиційний перелік тари, який використовується в будівельному секторі характеризується високим рівнем децентралізації. Різні виробники та дистриб'ютори ринку використовують власні методи пакування матеріалів, що іноді створює значні труднощі для перевізників.

Основні проблеми поточної системи використання тари:

- Низька питома міцність тари, оскільки при міжнародних перевезеннях на великі відстані вантаж піддається тривалим вібраційним та інерційним навантаженням. Недостатньо жорстка тара (наприклад, неякісні піддони або тонка стретч-плівка) призводить до самовільного розформування

колись закрпленого вантажу, що відповідно робить розвантажувальні роботи не зовсім безпечними;

- Гігроскопічність, тобто як нам відомо, велика частина будматеріалів (цемент, сухі суміші, гіпсокартон) критично чутливі до вологи. Використання паперової тари без внутрішніх полімерних шарів призводить до псування орієнтовно 5% продукції при транспортуванні в умовах змінної вологості.
- Проблема зворотної логістики, а тобто більшість сучасної тари у будівництві є одноразовою. Безпосередньо це створює проблему накопичення відходів на об'єктах та додаткові витрати на їх утилізацію, що в умовах європейського законодавства супроводжується високими зборами.

Найбільш пріоритетним шляхом удосконалення використання транспортної тари є перехід до повної уніфікації вантажних одиниць. Доцільність цього кроку підтверджується можливістю впровадження автоматизованих систем складського обліку (WMS (програмне забезпечення для автоматизації та оптимізації всіх складських процесів: приймання, зберігання, комплектування, пакування та відвантаження товарів)). Модульна тара, розміри якої пропорційні параметрам кузовів автомобіля, причепів та залізничних платформ чи вагонів, безперечно дозволяє реалізувати принцип найщільнішого завантаження.

У випадках, коли тара має кратні розміри до стандарту 1200*800мм, 1200*1200мм або 1200*1000мм (Рис.3.2), зникає потреба у додатковому розклинюванні вантажу в кузові, оскільки він частково фіксується завдяки іншому вантажу. Це не лише економить час водія, а й значно підвищує безпеку дорожнього руху, оскільки в принципі запобігає раптовому зміщенню центру ваги чи будь-які ситуації до яких може призвести ситуація з самовільним переміщенням вантажу. Уніфікована тара є фундаментом для впровадження роботизованих навантажувачів та зменшення потреби у людській робочій силі, що є стратегічною метою розвитку сучасних хабів.

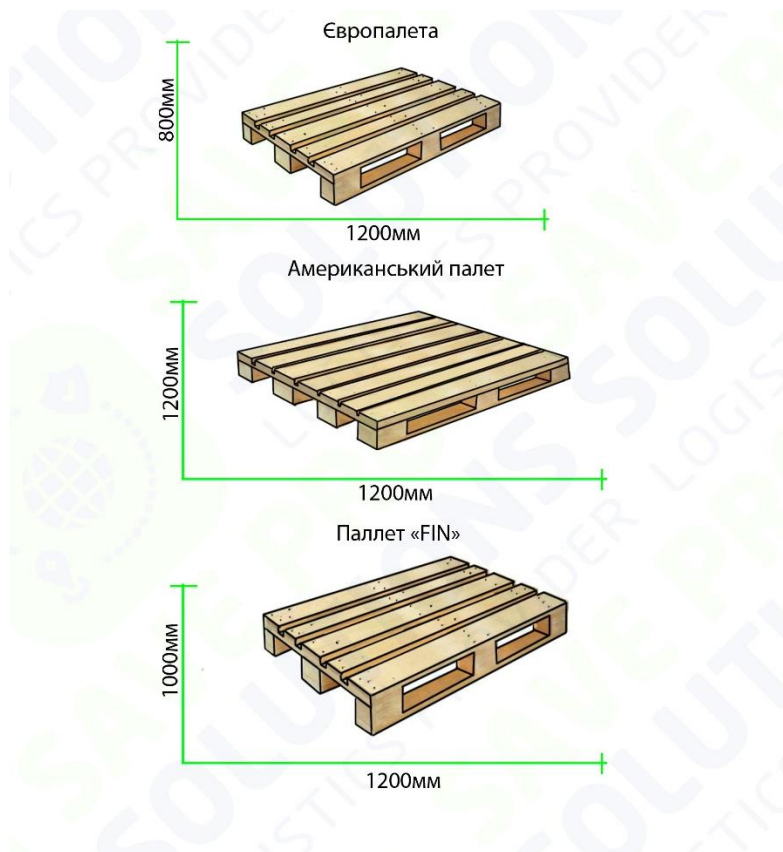


Рис. 3.2. Стандартні розміри палет

Економічний аналіз показує, що перехід на багаторазову поворотну тару (пластикові піддони, контейнери що складаються і т.д.) є економічно вигідним у перспективі.

Розрахунок доцільності базується на таких факторах:

1. Термін служби:

Пластиковий піддон на основі інформації з відкритих джерел служить у 5-7 разів довше за стандартний дерев'яний. При інтенсивному міжнародному обігу це знижує витрати на одиницю перевезення орієнтовно до 12-15%.

2. Зниження логістичного браку:

Удосконалена тара з амортизуючими елементами або демпферними ковриками знижує відсоток бою крихких матеріалів (скло, плитка) в досить значних кількостях. У масштабах великого будівництва це мільйонні заощадження.

3. Співвідношення вага та витрати пального:

Використання сучасних композитних матеріалів дозволяє зробити тару легшою за традиційну дерев'яну, але при цьому зберегти її стандартну міцність. Зменшення власної маси тари на 500 кг у 20-тонній фурі дозволяє перевезти на 2,5% більше корисного вантажу при тій самій витраті пального.

Сучасні вимоги до бізнесу включають відповідальне ставлення до довкілля. Удосконалення тари в екологічному напрямку є необхідною умовою для виходу на ринки інших.

Шляхи екологічного вдосконалення:

1. Біорозкладні полімери, а саме заміна традиційної плівки на матеріали, що розкладаються протягом малого періоду часу, вирішує проблему засмічення будівельних майданчиків.
2. Відмова від фумігації, всі традиційні дерев'яні палети потребують хімічної обробки задля уникнення розповсюдження шкідників та для отримання штампа ISPM 15. Перехід на металеву або пластикову тару усуває цей бюрократичний та відносно кажучи екологічно шкідливий етап, спрощуючи перетин кордонів.
3. Економіка замкненого циклу, тобто проектування та створення тари, яку можна на 100% переробити після закінчення терміну експлуатації, дозволяє компаніям отримувати податкові пільги.

Доцільність удосконалення тари безумовно та неминуче тісно пов'язана з організацією її повернення. У міжнародному сполученні перевезення порожньої тари часто є збитковим, оскільки вона займає деяке місце в кузові.

Вирішити цю проблему можна за допомогою використання складної тари, у складеному стані вона може займати корисного місця в 3-4 рази менше.

Також як варіант вирішення цієї проблеми, можна розглядати оренду такої тари, тобто фактично компанія не володіє тарою, а бере її у платне користування у компанії що займається саме такою сферою діяльності. Власне це суттєво полегчує та усуває потреби у зворотньому перевезенні тари

через кордон, оскільки вона просто здається у найближчу точку оператора цієї послуги.

Останнім аспектом аналізу є людський фактор. Удосконалена тара повинна бути ергономічною. Наявність спеціальних пазів для вил навантажувача, вушок для кранових гаків та відсутність гострих цвяхів чи будь-яких подібних елементів (як у дерев'яних піддонах) суттєво знижує шанси на травмування зі сторони людської робочої сили.

3.3. Заходи з охорони праці при міжнародних перевезеннях будівельних матеріалів

Забезпечення безпечних умов праці під час міжнародного транспортування будівельних вантажів є одним з пріоритетних завдань логістичної системи, оскільки цей процес на пряму пов'язаний із підвищеними ризиками, які зумовлені великою масою вантажу (навіть вантажної одиниці), тривалістю рейсів та складністю дорожніх умов у різних країнах. Система заходів з охорони праці базується на комплексному підході, що власне включає технічну підготовку рухомого складу, дотримання стандартів режиму праці та відпочинку, а також вимог до правил безпеки при роботі з різними категоріями чи видами будівельних матеріалів. Правове регулювання складають не лише національні законодавчі акти, такі як Закон України «Про охорону праці», а й міжнародні договори, зокрема Європейська угода щодо роботи екіпажів транспортних засобів. При перевезенні вантажів міжнародному сполученні особлива увага придається технічному стану автомобіля, оскільки будь-яка несправність на магістралі за кордоном може призводити до критичних наслідків для подальшої роботи транспортного засобу та безпеки всіх учасників дорожнього руху на цій ділянці дороги. Перед кожним рейсом водій та механік з випуску авто з автопарку зобов'язані провести детальний огляд основних систем автомобіля на предмет несправності чи дефектів, до таких систем можемо віднести гальмівну систему, систему рульового управління транспортним

засобом, систему підвіски та шасі, стан шин та світлових приладів. Окремим завданням є перевірка допоміжного обладнання: лебідок, ременів, ланцюгів та іншого обладнання для кріплення та фіксації вантажу. Будівельні матеріали, по типу бетонні плити чи арматура, мають високу інерційність, тобто через власну вагу здатні зміщуватись в ході гальмування транспортного засобу, тому найменша несправність у системах та засобах кріплення під час екстреного гальмування може призвести до зміщення вантажу, що в свою чергу є загрозою для життя водія та інших учасників дорожнього руху. Заходи з охорони праці в обов'язковому порядку вимагають, щоб усі засоби кріплення були сертифіковані та проходили регулярні випробування на розрив, а водії були володіли навичками правильного розрахунку кількості ременів залежно від маси та кількості вантажу.

Одним із ключових факторів усунення ризиків виникнення дорожньо-транспортних пригод є організація робочого часу водія в міжнародних рейсах, всі ці пригоди в багатьох випадках спричинені втомою водіїв. Діюча система охорони праці чітко та в суворій формі прописують час керування автомобілем за допомогою використання тахографів, дані з яких досить складно підробити. Згідно з нормами AETR, безперервне керування транспортним засобом не повинно перевищувати 4,5 години, після чого перерва в не менше 45 хвилин є неминучою. Добовий відпочинок водія, по закінченню робочого часу, має тривати не менше ніж 11 годин, що власне гарантує повне психофізіологічне відновлення водія. Якщо розглядати тему перевезення будматеріалів, які досить часто вимагають термінові доставки вантажів, логісти за вказівкою керівників іноді чинять тиск на водіїв, це робиться задля скорочення часу на перевезення. Заходи з охорони праці категорично забороняють порушення режимів роботи та праці водіїв, оскільки втома водія знижує швидкість реакції орієнтовно до 50-70%, що в свою чергу можна порівнювати з станом алкогольного сп'яніння. Власне для забезпечення безпеки в міжнародних рейсах тривалістю понад 10-12 годин зазвичай рекомендується залучати екіпажі, які складаються з двох водіїв, що безпосередньо дозволяє транспортному засобу перебувати в русі довше без

порушення індивідуальних норм праці та відпочинку. Крім того, сучасні заходи охорони праці передбачають використання телематичних систем, які здатні відстежувати ознаки втоми водія за частотою моргання очей або характером мікрорухів рульового колеса, подаючи звуковий сигнал при виявленні небезпечного стану, але зазвичай такі функції відсутні в тягачах старшого покоління. Отже можемо зробити висновок, що оновлення автопарку також є кроком до забезпечення безпеки та розвитку контролю виконання заходів з охорони праці при перевезеннях.

Безпека при навантажувально-розвантажувальних роботах безпосередньо на будівельних майданчиках та логістичних терміналах є великим окремим блоком заходів з охорони праці. Під час навантаження великовагових або великогабаритних матеріалів (цегли на палетах, металевих конструкцій, сипких сумішей у біг-бегах і т.д.) водій повинен перебувати в безпечній зоні, визначеній технологічною картою території або приміщення. Категорично забороняється наявність людей у кузові автомобіля під час проведення навантажувально-розвантажувальних робіт. Охорона праці безпосередньо вимагає, щоб під час відкриття бортів після тривалого міжнародного переїзду водій був особливо обережним, оскільки вантаж в багатьох випадках може зміщуватися під час руху і власне при відкритті бортів може випасти на водія або ж інших осіб. При роботі з пилоподібними матеріалами, такими як цемент або вапно, заходи безпеки включають обов'язкове використання засобів індивідуального захисту (респіратори, захисні окуляри та рукавиці) всі ці заходи передбачені задля усунення подразнень слизових оболонок та шкіри. При перевезенні металу заходи з охорони праці передбачають використання спеціального взуття з металевою вставкою в передній частині самого взуття та захисних екранів по боках та на ступнях. Вся територія на якій безпосередньо проводяться навантажувально-розвантажувальні роботи повинна мати тверде рівне покриття та належне освітлення при проведенні таких робіт в темну пору доби, а персонал, що виконує ці роботи, має бути забезпечений необхідним обладнанням та проінструктованим.

Як окремий аспект охорони праці в міжнародних перевезеннях є забезпечення безпеки при транспортуванні небезпечних будівельних вантажів (лаки, фарби, розчинники, бітумні суміші), що регулюється угодою ADR. Водій, який здійснює такі перевезення, повинен пройти спеціальне навчання та отримати відповідний допуск до перевезення вантажів такого типу. Транспортний засіб має бути з дозволом на перевезення таких матеріалів і укомплектований засобами пожежогасіння та нейтралізації розлитих речовин. Заходи безпеки передбачають суворий контроль за сумісністю вантажів до перевезення, а саме забороняється перевозити в одному причепі речовини, що можуть вступити в хімічну реакцію, або будь-як вплинути на інші вантажі. Під перевезення по території за кордоном України, водій зобов'язаний дотримуватися спеціальних маршрутів, що минають густонаселені міста, села та екологічно захищені зони. Охорона праці при перевезеннях у міжнародному сполученні також включає санітарно-гігієнічні вимоги, а саме водій має бути забезпечений запасом питної води, автомобіль укомплектований аптечкою та іншими засобами згідно міжнародних стандартів. У зимовий період заходи безпеки розширюються за рахунок обов'язкової наявності ланцюгів на ведучі колеса, лопат та запасу піску, а водій в свою чергу має пройти інструктаж щодо особливостей керування великоваговим ТЗ в умовах зимового періоду та дій у разі вимушеної зупинки при екстремально низьких температурах.

Психологічний фактор та соціальний захист в тому числі є невід'ємною частиною сучасної системи охорони праці в міжнародній логістиці. Тривале перебування далеко від дому, мовний бар'єр, стрес від проходження митних процедур та необхідність постійної концентрації уваги на операціях з вантажем або дорожньою обстановкою виснажують нервову систему водія. Пріоритетним заходом удосконалення охорони праці є впровадження програм психологічної підтримки та регулярних медичних оглядів не лише перед виїздом, а й поглиблених обстежень раз на рік для виявлення професійних захворювань (захворювання опорно-рухового апарату, серцево-судинні розлади і т.д.). Ефективна система охорони праці включає навчання водіїв правилам поведінки

в аварійних ситуаціях за кордоном, як від надання першої домедичної допомоги потерпілим до алгоритму взаємодії з поліцією та страховими агентами на території інших країн.

Таким чином, можемо зробити загальний висновок, що заходи з охорони праці при міжнародних перевезеннях будматеріалів – це є багатогранна система, де технічна справність транспортного засобу, відповідність кріплення вантажу, суворе дотримання режиму роботи та відпочинку і висока кваліфікація персоналу (в.ч. водіїв) працюють у альянсі для зниження ризиків та збереження життя і здоров'я всіх учасників процесу.

3.4. Підвищення ефективності міжнародного перевезення будівельних матеріалів за допомогою метода Фогеля та метода мінімальної вартості

Транспортна задача - це та задача в якій йдеться та і в принципі вона сама по собі створена для розробки оптимального плану перевезення товарів від відправників до отримувачів. Опрацювання і безпосереднє використання оптимальних схем вантажних потоків безумовно допомагає у зниженні витрат які можуть понести сторони в ході перевезення. Транспортний засіб в теорії труднощі обчислень входить в клас складності NP. З моменту, коли сумарний обсяг пропозицій (вантажів, які потрібно відправити) не рівно загальному обсягу потреби на ці товари, що є потрібним споживачам, то транспортна задача називається незбалансованою.

Для вирішення транспортних задач маємо декілька варіантів методів:

- метод потенціалів;
- Угорський метод, метод Мака;
- метод північно-західного кута;
- метод мінімальної вартості;
- метод Фогеля.

Нас в свою чергу найбільше цікавить метод Фогеля. Отже, більш детальніше про нього.

Метод Фогеля - це власне один з способів вирішення транспортної задачі, який фактично є видом методу найменшої вартості і знаходить кращий початковий опорний план, в порівнянні з іншими методами.

Алгоритм вирішення транспортної задачі методом Фогеля:

- для кожного рядків/стовпців, якому відповідає строго додатня пропозиція/попит, обчислюється штраф за допомогою віднімання найменшої вартості від наступної за величиною вартості в цьому рядку/стовпці;
- виділяється рядок/стовпець з найбільшим штрафом, якщо їх кілька, робимо довільний вибір, тобто беремо будь-який з них. З цього виділеного рядка/стовпця вибираємо змінну, якій рівна мінімальна вартість чи витрата, потім для неї присвоюється найбільше значення, що допускається обмеженнями на попит і пропозицію. Після чого згідно з присвоєним значенням змінної коригуються величини незадоволеного попиту і нереалізованої наявності (пропозиції). Рядок/стовпець, який відповідає виконаному обмеженню, викреслюються з таблиці, та в подальшому не береться до уваги. Якщо одночасно виконуються обмеження і за попитом, і за пропозицією, викреслюється лише рядок або ж стовпець, причому рядку/стовпцю, який залишається приписується нульова пропозиція/попит;
- далі маємо чотири варіанти розвитку подій, а саме:
 - 1) якщо не викреслено тільки один рядок/стовпець з нульовим попитом/пропозицією, обчислення завершуються;
 - 2) якщо не викреслено тільки один рядок/стовпець з додатною пропозицією/попитом, в цьому рядку/стовпці методом найменшої вартості знаходяться базисні змінні, і на цьому обчислення завершуються;
 - 3) якщо всім невикресленим рядкам та стовпцям відповідають нульові обсяги пропозиції і попиту, методом найменшої вартості знаходяться

нульові базисні змінні, і власне на цьому обчислення також завершуються.

4) у всіх інших випадках необхідно перейти до першого кроку.

У контексті міжнародних перевезень будівельних матеріалів (особливо сипких матеріалів, цементу, цегли або металопрокату) логістичні системи досить часто мають об'ємну структуру: декілька заводів-виробників або постачальників у різних країнах, місцях та велика кількість великих будівельних об'єктів споживачів. Транспортна задача полягає в тому, щоб мінімізувати сумарні витрати на доставку вантажів від усіх постачальників до всіх споживачів.

$$Z = \sum_{i=1}^m * \sum_{j=1}^n * C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

Де:

- C_{ij} - вартість перевезення одиниці будівельних матеріалів від i -го постачальника до j -го споживача (включаючи митні збори та паливні витрати);
- X_{ij} - обсяг вантажу, що перевозиться за цим маршрутом.

При плануванні міжнародних рейсів тарифи на перевезення між країнами можуть мати колосальну відмінність, така ситуація складається через транзитні податки, черги на кордонах, якість дорожньої інфраструктури та загальні витрати в кожній з країн. Метод Фогеля безпосередньо базується на оцінці штрафів за прийняття неефективних рішень. На кожному кроці розраховується різниця між двома найнижчими вартостями перевезення для кожного рядка (постачальника) та стовпця (споживача). Це власне і дозволяє першочергово завантажувати ті маршрути, де відмова від найдешевшого варіанта призведе до найбільшого зростання витрат.

Метод мінімальної вартості - один з діючих алгоритмів, який використовується в логістиці та лінійному програмуванні для побудови початкового опорного плану транспортної задачі. Головна мета цього методу - мінімізувати транспортні витрати ще на етапі первинного розподілу товарів.

Компанія має замовлення до перевезення від п'ятох відправників на території Швеції (A_{1-5}), в Україну, на склади отримувача (B_{1-5}).

- Запаси : $A_1 = 1800$ кг, $A_2 = 2500$ кг, $A_3 = 1050$ кг, $A_4 = 1500$ кг, $A_5 = 950$ кг.
- Потреби об'єктів: $B_1 = 2000$ кг, $B_2 = 1000$ кг, $B_3 = 1450$ кг, $B_4 = 1850$ кг, $B_5 = 1500$ кг.

(Задача закрита, оскільки відправники є партнерами один одного та отримувача, відповідно конфлікту по кількості відправленого вантажу немає, у висновку сумарні запаси рівні сумарним потребам: $7800 = 7800$).

Розрахунок транспортних витрат звикористанням метода Фогеля:

Таблиця тарифів на перевезення (вихідні дані)

Таблиця 3.1.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Запаси, кг	Штрафи
A_1	24	32	42	38	64	1800	4
A_2	8	8	18	10	48	2500	0
A_3	6	16	28	20	52	1050	5
A_4	48	66	72	68	98	1500	9
A_5	18	50	60	40	62	950	11
Потреби, кг	2000	1000	1450	1850	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.2.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Запаси, кг	Штрафи
A_1	24	32	42	38	64	1800	4

Продовження таблиці 3.2.

A ₂	8	8	18	10	48	2500	0
A ₃	6	16	28	20	52	1050	5
A ₄	48	66	72	68	98	1500	9
A ₅	18 950	50	60	40	62	950-0	11
	1)X ₅₁						
Потреби, кг	2000- 1050	1000	1450	1850	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.3.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг	Штрафи
A ₁	24	32	42	38	64	1800	4
A ₂	8	8	18	10	48	2500	0
A ₃	6	16	28	20	52	1050	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66	72	68	98	1500- 450	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11

Продовження таблиці 3.3.

Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000	1450	1850	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.4.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Запаси, кг	Штрафи
A_1	24	32	42	38	64	1800	4
A_2	8	8	18	10	48	2500	0
A_3	6	16	28	20	52	1050	5
A_4	48 1050 2) X_{41}	66 450 3) X_{42}	72	68	98	1500- 450-0	9
A_5	18 950 1) X_{51}	50	60	40	62	950-0	11
Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550	1450	1850	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.5.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	Запаси, кг	Штрафи
A_1	24	32	42	38	64	1800	4

Продовження таблиці 3.5.

A ₂	8	8	18	10	48	2500	0
A ₃	6	16 550 4)X ₃₂	28	20	52	1050- 500	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66 450 3)X ₄₂	72	68	98	1500- 450-0	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11
Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550-0	1450	1850	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.6.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг	Штрафи
A ₁	24	32	42	38	64	1800	4
A ₂	8	8	18	10	48	2500	0
A ₃	6	16 550 4)X ₃₂	28	20 500 5)X ₃₄	52	1050- 500-0	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66 450 3)X ₄₂	72	68	98	1500- 450-0	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11

Продовження таблиці 3.6.

Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550-0	1450	1850- 1350	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.7.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг	Штрафи
A ₁	24	32	42	38 1350 6)X ₁₄	64	1800- 450	4
A ₂	8	8	18	10	48	2500	0
A ₃	6	16 550 4)X ₃₂	28	20 500 5)X ₃₄	52	1050- 500-0	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66 450 3)X ₄₂	72	68	98	1500- 450-0	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11
Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550-0	1450	1850- 1350- 0	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.8.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг	Штрафи
A ₁	24	32	42 450 7)X ₁₃	38 1350 6)X ₁₄	64	1800- 450-0	4

Продовження таблиці 3.8.

A ₂	8	8	18	10	48	2500	0
A ₃	6	16 550 4)X ₃₂	28	20 500 5)X ₃₄	52	1050- 500-0	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66 450 3)X ₄₂	72	68	98	1500- 450-0	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11
Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550-0	1450- 1000	1850- 1350- 0	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.9.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг	Штрафи
A ₁	24	32	42 450 7)X ₁₃	38 1350 6)X ₁₄	64	1800- 450-0	4
A ₂	8	8	18 1000 8)X ₂₃	10	48	2500- 1500	0
A ₃	6	16 550 4)X ₃₂	28	20 500 5)X ₃₄	52	1050- 500-0	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66 450 3)X ₄₂	72	68	98	1500- 450-0	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11

Продовження таблиці 3.9.

Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550-0	1450- 1000- 0	1850- 1350- 0	1500	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.10.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг	Штрафи
A ₁	24	32	42 450 7)X ₁₃	38 1350 6)X ₁₄	64	1800- 450-0	4
A ₂	8	8	18 1000 8)X ₂₃	10	48 1500 9)X ₂₅	2500- 1500-0	0
A ₃	6	16 550 4)X ₃₂	28	20 500 5)X ₃₄	52	1050- 500-0	5
A ₄	48 1050 2)X ₄₁	66 450 3)X ₄₂	72	68	98	1500- 450-0	9
A ₅	18 950 1)X ₅₁	50	60	40	62	950-0	11
Потреби, кг	2000- 1050- 0	1000- 550-0	1450- 1000- 0	1850- 1350- 0	1500- 0	7800	
Штрафи	1	4	5	5	2		

Відповідно до результатів розв'язку транспортної задачі методом Фогеля отримуємо маршрут (A_n - склади відправників; B_n - склади отримувача): A₅ → B₁; A₄ → B₁; A₄ → B₂; A₃ → B₂; A₃ → B₄; A₁ → B₄; A₁ → B₃; A₂ → B₃; A₂ → B₅.

Загальні витрати на маршруті будуть складати:

$$Z = 950 \cdot 18 + 1050 \cdot 48 + 450 \cdot 66 + 550 \cdot 16 + 500 \cdot 20 + 1350 \cdot 38 + 450 \cdot 42 + 1000 \cdot 18 + 1500 \cdot 48 = 276200 \text{ грн}$$

Розрахунок транспортних витрат з використанням метода мінімальної вартості:

Побудова опорного плану транспортної задачі

Таблиця 3.11.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Запаси, кг			
A ₁	24 500 6)X ₁ 3	32 1000 3)X ₂ 2	42 500 6)X ₁ 3	38 1300 5)X ₁ 4	64	1800	500	0	
A ₂	8 950 2)X ₂ 1	8 1000 3)X ₂ 2	18	10 550 4)X ₂ 4	48	2500	1550	550	0
A ₃	6 1050 1)X ₃ 1	16	28	20	52	1050	0		
A ₄	48	66	72	68	98 1500 8)X ₄ 5	1500	0		
A ₅	18	50	60 950 7)X ₅ 3	40	62	950	0		
Потреби, кг	2000	1000	1450	1850	1500	78000			
	950	0	950	1300	0				
	0		0	0					

Відповідно до результатів розв'язку транспортної задачі методом мінімальної вартості отримуємо маршрут (A_n - склади відправників; B_n - склади отримувача): A₃ → B₁; A₂ → B₁; A₂ → B₂; A₂ → B₄; A₁ → B₄; A₁ → B₃; A₅ → B₃; A₄ → B₅.

Загальні витрати на маршруті будуть складати:

$$Z=1050*6+950*8+1000*8+550*10+1300*38+500*42+950*60+1500*98=$$

$$=301800\text{грн}$$

Висновок:

У третьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи проведено дослідження та техніко-економічне обґрунтування шляхів підвищення ефективності міжнародних перевезень будівельних матеріалів в умовах компанії DSV. За результатами розрахунків та теоретичного аналізу отримали наступні висновки:

- найбільш перспективним вектором удосконалення визначили інтеграцію логістичних процесів у єдині цифрові моделі будівництва (BIM) разом із впровадженням електронного документообігу (e-CMR);
- обґрунтовали доцільність переходу на уніфіковану модульну тару, кратну євростандартам (1200*800 мм);
- провели порівняльний аналіз математичного моделювання транспортної задачі. Довели, що метод Фогеля дозволив нам побудувати більш ефективний опорний план порівняно з методом мінімальної вартості:

$$Z_{\text{Фогеля}} = 276200 \text{ грн} < Z_{\text{мін. варт.}} = 301800 \text{ грн}$$

Прямий економічний ефект від впровадження маршрутів, розрахованих за методом Фогеля, становить 25 600 грн (або зниження логістичних витрат на 8.48%), що підтверджує доцільність його використання для удосконалення маршрутів компанії.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАПРОПОНОВАНИХ УДОСКОНАЛЕНЬ

Удосконалення потоків у міжнародних логістичних системах перевезення будматеріалів потребує чіткого обґрунтування. У цьому розділі виконаємо порівняльний аналіз, проведемо економічну оцінку двох альтернативних підходів до формування початкового опорного плану розподілу вантажопотоків (методом Фогеля та методом мінімальної вартості).

Метою оцінки є визначення найбільш ефективної стратегії закріплення Шведських постачальників за складами отримувача на території України задля мінімізації сумарних витрат понесених в ході транспортування будівельних матеріалів.

Для оцінки логістичних витрат (Z) було сформовано дві цільові функції, які безпосередньо враховують реальні обсяги партій будівельних матеріалів (у кілограмах) та середні витрати на кілограм вантажу за такими маршрутами (у грн/кг).

Розрахунок витрат за методом Фогеля

Математична реалізація плану та розрахунок сумарних витрат мають такий вигляд:

$$Z = 950 \cdot 18 + 1050 \cdot 48 + 450 \cdot 66 + 550 \cdot 16 + 500 \cdot 20 + 1350 \cdot 38 + 450 \cdot 42 + 1000 \cdot 18 + 1500 \cdot 48 = 276200 \text{ грн}$$

Розпишемо фінансові витрати за кожним оптимізованим маршрутом:

- Маршрут 1: $950 \cdot 18 = 17\,100$ грн
- Маршрут 2: $1050 \cdot 48 = 50\,400$ грн
- Маршрут 3: $450 \cdot 66 = 29\,700$ грн
- Маршрут 4: $550 \cdot 16 = 8\,800$ грн
- Маршрут 5: $500 \cdot 20 = 10\,000$ грн
- Маршрут 6: $1350 \cdot 38 = 51\,300$ грн
- Маршрут 7: $450 \cdot 42 = 18\,900$ грн
- Маршрут 8: $1000 \cdot 18 = 18\,000$ грн

- Маршрут 9: $1500 \cdot 48 = 72\,000$ грн

$$Z = 17\,100 + 50\,400 + 29\,700 + 8\,800 + 10\,000 + 51\,300 + 18\,900 + 18\,000 + 72\,000 = 276\,200 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат за методом мінімальної вартості

Розрахунок цільової функції:

$$Z = 1050 \cdot 6 + 950 \cdot 8 + 1000 \cdot 8 + 550 \cdot 10 + 1300 \cdot 38 + 500 \cdot 42 + 950 \cdot 60 + 1500 \cdot 98 = 301\,800 \text{ грн}$$

Компоненти витрат за маршрутами визначеними методом мінімальної вартості:

- Маршрут 1: $1050 \cdot 6 = 6\,300$ грн
- Маршрут 2: $950 \cdot 8 = 7\,600$ грн
- Маршрут 3: $1000 \cdot 8 = 8\,000$ грн
- Маршрут 4: $550 \cdot 10 = 5\,500$ грн
- Маршрут 5: $1300 \cdot 38 = 49\,400$ грн
- Маршрут 6: $500 \cdot 42 = 21\,000$ грн
- Маршрут 7: $950 \cdot 60 = 57\,000$ грн
- Маршрут 8: $1500 \cdot 98 = 147\,000$ грн

$$Z = 6\,300 + 7\,600 + 8\,000 + 5\,500 + 49\,400 + 21\,000 + 57\,000 + 147\,000 = 301\,800$$

грн

Згідно отриманих розрахунків створюємо аналітичну таблицю для оцінки параметрів ефективності.

Аналітична таблиця результатів розрахунків Таблиця 4.1.

Показник порівняння	Метод Фогеля	Метод мінімальної вартості	Абсолютне відхилення (Δ)
Сумарні витрати, грн	276200	301800	+25600
Кількість логістичних зв'язків	9	8	-1
Максимальний тариф у плані, грн/кг	66	98	+32
Мінімальний тариф у плані, грн/кг	16	6	-10

Аналіз даних з таблиці демонструє нам, що в даному випадку більш доцільніше використовувати метод Фогеля для оптимізації транспортних витрат.

Результати розрахунків за маршрутами

Таблиця 4.2.

	Метод Фогеля	Метод мінімальної вартості
Маршрут 1	17 100	6 300
Маршрут 2	50 400	7 600
Маршрут 3	29 700	8 000
Маршрут 4	8 800	5 500
Маршрут 5	10 000	49 400
Маршрут 6	51 300	21 000
Маршрут 7	18 900	57 000
Маршрут 8	18 000	147 000
Маршрут 9	72 000	—
Загальні витрати (грн):	276 200	301 800

Проведемо більш глибокий аналіз та знайдемо причину цього висновку:

- економічна перевага методу Фогеля у даній задачі пояснюється тим, що географічне розташування складських потужностей відправників та отримувача утворило природні транзитні коридори, які поєднались в одну транспортну мережу та мають зручний маршрут;
- в методі Фогеля успішно застосовані усереднені тарифи на перевезення кілограму вантажу (по 16 грн/кг на загальний обсяг 550 кг та по 18-20 грн/кг для обсягу в 2450 кг), що компенсувало критично високі тарифи на фінальних етапах розподілу (98 та 62 грн/кг);
- метод Фогеля, який в принципі орієнтується на максимізацію різниці штрафів, на перших кроках заблокував деякі перспективні напрямки, через що великі обсяги вантажу (1500 кг) довелося везти за середнім тарифом 48 грн/кг.

Висновок:

У четвертому розділі роботи нами проведено порівняльну економічну оцінку та розраховано цільові витрат для двох альтернативних варіантів розподілу вантажопотоків будівельних матеріалів між шведськими постачальниками та складами отримувача в Україні.

Математичний розрахунок логістичних витрат (Z) довів вищу фінансову ефективність початкового опорного плану, сформованого за допомогою методу Фогеля. Сумарні витрати за цим варіантом становлять 276200 грн, тоді як використання методу мінімальної вартості відповідає витратам в 301800 грн. Абсолютне економічне відхилення становить 25600 грн на користь методу Фогеля, що забезпечує зниження собівартості транспортування на 8,48%.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі нашої роботи проведено комплексний аналіз діяльності DSV Україна як одного з провідних міжнародних 3PL-операторів.

Компанія стабільно входить до трійки світових лідерів логістичного ринку (із річним доходом понад 34 млрд \$). Вона володіє потужною мережею хабів і складів класу «А» та «В» (Київ, Львів).

2. У другому розділі роботи ми детально дослідили діючу систему та особливості організації міжнародних перевезень будівельних матеріалів автомобільним транспортом.

Логістика будівельних вантажів у міжнародному сполученні стала більш складною через велику різноманітність вантажів такого типу.

Аналіз показав, що автомобільний транспорт займає близько 44% ринку поставок компанії завдяки забезпеченню принципу «від дверей до дверей». Проте наявна система є фінансово вразливою через високу частку логістичної складової у кінцевій собівартості продукції

3. У третьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи проведено дослідження та техніко-економічне обґрунтування шляхів підвищення ефективності міжнародних перевезень будівельних матеріалів в умовах компанії DSV. За результатами розрахунків та теоретичного аналізу отримали наступні висновки:

- найбільш перспективним вектором удосконалення визначили інтеграцію логістичних процесів у єдині цифрові моделі будівництва (BIM) разом із впровадженням електронного документообігу (e-CMR);
- обґрунтовали доцільність переходу на уніфіковану модульну тару, кратну євростандартам (1200*800 мм);
- провели порівняльний аналіз математичного моделювання транспортної задачі. Довели, що метод Фогеля дозволив нам побудувати більш ефективний опорний план порівняно з методом мінімальної вартості:

$$Z_{\text{Фогеля}} = 276200 \text{ грн} < Z_{\text{мін. варт.}} = 301800 \text{ грн}$$

Прямий економічний ефект від впровадження маршрутів, розрахованих за методом Фогеля, становить 25 600 грн (або зниження логістичних витрат на 8.48%), що підтверджує доцільність його використання для удосконалення маршрутів компанії.

4. У четвертому розділі роботи нами проведено порівняльну економічну оцінку та розраховано цільові витрат для двох альтернативних варіантів розподілу вантажопотоків будівельних матеріалів між шведськими постачальниками та складами отримувача в Україні.

Математичний розрахунок логістичних витрат (Z) довів вищу фінансову ефективність початкового опорного плану, сформованого за допомогою методу Фогеля. Сумарні витрати за цим варіантом становлять 276200 грн, тоді як використання методу мінімальної вартості відповідає витратам в 301800 грн. Абсолютне економічне відхилення становить 25600 грн на користь методу Фогеля, що забезпечує зниження собівартості транспортування на 8,48%.

5. Виконані нами аналіз та подальше удосконалення маршрутизації дозволило оптимізувати процеси міжнародних перевезень в умовах діяльності 3PL-оператора DSV Україна.

Фінансово-економічна оцінка запропонованих змін на основі математичного моделювання транспортної задачі довела доцільність використання методу Фогеля. Сформований за методом Фогеля план оптимізації вантажопотоків дозволив уникнути значних витрат на фінальних етапах розробки маршрутів та відповідно на пряму вплинув на вартість товару в тому числі у вигляді зниження сумарних витрат на перевезення на 8,48%, що підтверджує повну доцільність впровадження розроблених рекомендацій у практичну діяльність підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Митний кодекс України від 13.03.2012 № 4495-VI.
2. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР.
3. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 № 2344-III.
4. Конвенція про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів (CMR) від 19.05.1956.
5. Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR). Женева, 1957.
6. Окландер М. А. Логістика: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 346 с.
7. Сумець О. М. Транспортна логістика: навчальний посібник. Київ: Хай-Тек Прес, 2021. 320 с.
8. Дмитриченко М. Ф., Левковець П. Р., Ткаченко А. М. Транспортні технології в системах логістики: навчальний посібник. Київ: НТУ, 2019. 412 с.
9. Крикавський Є. В. Логістичне управління: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 640 с.
10. Крикавський Є. В., Чернописька Н. В. Логістичні системи: навчальний посібник. Львів : Львівська політехніка, 2019. 264 с.
11. Сумець О. М. Логістичні системи і ланцюги поставок : навчальний посібник. Київ : Хай-Тек Прес, 2020. 220 с.
12. 2020. 520 с.
13. Дмитриченко М. Ф. Транспортні технології в логістичних системах : навчальний посібник. Київ: НТУ, 2020. 412 с.
14. Левковець П. Р., Дмитриченко М. Ф. Управління міжнародними перевезеннями : навчальний посібник. Київ: НТУ, 2019. 308 с.
15. Горев А. Е. Основи транспортної логістики: навчальний посібник. Київ: Професіонал, 2020. 288 с.

16. Котлубай О. М. Економіка та організація транспортного процесу : монографія. Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2019. 368 с.
17. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. 6th Edition. Pearson Education, 2022. 328 p.
18. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation. 8th Edition. Pearson, 2023. 528 p.
19. Coyle J., Novack R., Gibson B., Bardi E. Transportation: A Supply Chain Perspective. Cengage Learning, 2021. 704 p.
20. Ghiani G., Laporte G., Musmanno R. Introduction to Logistics Systems Management. Wiley, 2023. 432 p.
21. Rushton A., Croucher P., Baker P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page, 2022. 720 p.
22. Slack N., Brandon-Jones A. Operations and Process Management. Pearson, 2022. 688 p.
23. Scheduling and Controlling. Wiley, 2022. 848 p.
24. Bowersox D., Closs D., Cooper M. Supply Chain Logistics Management. McGraw-Hill Education, 2020. 512 p.
25. Ballou R. H. Business Logistics and Supply Chain Management. Pearson Education, 2020. 768 p.