

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної випускної роботи**

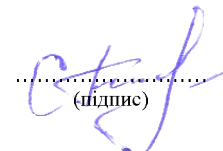
освітній ступінь	– бакалавр	
спеціальність	– 275	Транспортні технології (за видами)
спеціалізація	– 275.03	Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

на тему: «Організація інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням впровадження принципів зеленої логістики»

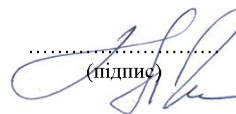
Виконав здобувач вищої освіти  
групи ОПАТ-19д

  
..... Юров Б.В.  
(підпис)

Керівник:

  
..... доц. Клюєв С.О.  
(підпис)

Завідувачка кафедри:

  
..... проф. Чернецька-Білецька Н.Б.  
(підпис)

# СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет транспорту і будівництва

Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

освітній ступінь – бакалавр

спеціальність – 275 Транспортні технології (за видами)

спеціалізація – 275.02 Транспортні технології  
(на залізничному транспорті)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

*Завідувач кафедри*

*проф. Чернецька-Білецька Н.Б.*

*29 травня 2023 р*

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ ВИПУСКНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ Юрову Богдану Віталійовичу**

**1. Тема роботи:** Організація інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням впровадження принципів зеленої логістики.

Керівник роботи: Ключев С.О., к.т.н., доц.

затверджені наказом університету від “30” травня 2023 року № 305/14.03-С

**2. Строк подання здобувачем роботи** 22.06.2023 р.

**3. Вихідні дані до роботи:**

Технічна характеристика транспортних засобів, принцип Зеленої логістики, характеристика інтермодальних контейнерів.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Загальна характеристика інтермодальних перевезень.
2. Стандартизація інтермодальних контейнерів.
3. Принцип і особливості Зеленої логістики.
4. Розрахунок кількості шкідливих викидів при вантажних перевезеннях.
5. Визначення економічних та екологічних показників.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов’язкових креслень):

1. Загальна характеристика інтермодальних перевезень - 1 слайд.
2. Види інтермодальних контейнерів - 1 слайд.
3. Аналіз особливостей інтермодальних перевезень - 1 слайд.
4. Запровадження принципів Зеленої логістики - 1 слайд.
5. Висновки - 1 слайд.

## 6. Консультанти розділів роботи:

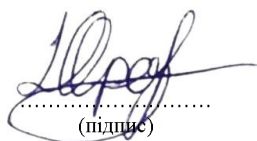
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 29 травня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Робота з матеріалами	20.04.2023р.	
2	Пошук літературних джерел та обробка інформації	05.05.2023р.	
3	Аналіз діючих нормативних документів	10.05.2023р.	
4	Виконання технологічної частини	20.05.2023р.	
5	Виконання проектної частини	25.05.2023р.	
6	Принцип роботи та схеми	05.06.2023р.	
7	Розробка креслень та схем	13.06.2023р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	17.06.2023р.	
9	Захист роботи	22.06.2023р.	

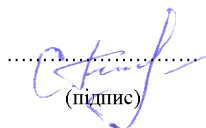
Здобувач вищої освіти



(підпис)

Юров Б.В.  
(ініціали і прізвище)

Керівник роботи:



(підпис)

доц. Клюєв С.О.  
(ініціали і прізвище)

Примітки:

- 1.Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання кваліфікаційної випускної роботи і контролю за ходом роботи з боку кафедри
- 2.Розробляється керівником кваліфікаційної випускної роботи. Видається кафедрою.

№ сторінки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	№екз.	Прим.
1						
2			<i>Документація загальна</i>			
3	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т1</i>	<i>Вихідні дані роботи</i>	1	-	слайд
4						
5	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т2</i>	<i>Мета, об'єкт, предмет</i>	1	-	слайд
6						
7	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т3</i>	<i>Загальна характеристика інтермодальних перевезень</i>	1	-	слайд
8						
9	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т4</i>	<i>Види інтермодальних контейнерів</i>	1	-	слайд
10						
11	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т5</i>	<i>Аналіз особливостей інтермодальних</i>	1	-	слайд
12						
13	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т6</i>	<i>Запровадження принципів Зеленої логістики</i>	1	-	слайд
14						
15	A1					
16						
17	A1					
18						
19	A1					
20	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.Т10</i>	<i>Висновки</i>	1	-	слайд
21						
22	A1		<i>Разом листів</i>	6	-	
23						
24	A4	<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>	69	-	
25						

*РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ*

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Юров Б.В.			
Перевір.				
Керівн.	Клюєв С.О.			
Н. контр.				
Затв.	Чернецька-Біл.			

*Відомість  
кваліфікаційної випускної  
роботи бакалавра*

Літ.	Аркуш	Аркушів
н	3	67

*СНУ ім. В. Даля,  
кафедра ЛУБРТ*

## РЕФЕРАТ

Робота кваліфікаційна випускна бакалавра: 69 с., 21 рис., 7 табл., 9 джер.,  
16 граф. арк. (слайдів)

Мета роботи – дослідження та розробка ефективних організаційних підходів до інтермодальних перевезень наливних вантажів з використанням принципів зеленої логістики. Робота спрямована на визначення можливостей та переваг інтермодальних перевезень, а також на розробку стратегій зеленої логістики, спрямованих на зменшення негативного впливу перевезень на навколишнє середовище.

Об'єкт – організація інтермодальних перевезень наливних вантажів. Дослідження буде зосереджено на вивченні різних аспектів цього процесу, таких як інфраструктура, технології, учасники ринку, ризики та перспективи розвитку.

Предмет – впровадження принципів зеленої логістики в організацію інтермодальних перевезень наливних вантажів. Робота буде зосереджена на аналізі екологічних аспектів перевезень, розробці ефективних стратегій зменшення викидів шкідливих речовин, використанні енергоефективних технологій та пошуку нових рішень для зеленого транспортування наливних вантажів

Методи виконання роботи – аналіз літературних джерел.

ІНТЕРМОДІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, КОНТЕЙНЕРИЗАЦІЯ, ЗЕЛЕНА ЛОГІСТИКА, НАЛИВНІ ВАНТАЖІ.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Юров Б.В.</i>					4	67
<i>Перевір.</i>								
<i>Керівн.</i>		<i>Клюєв С.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Чернецька-Біл.</i>				<i>СНУ ім. В. Даля, кафедра ЛУБРТ</i>		

# ЗМІСТ

стор.

ВСТУП .....	6
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. 8	
1.1 Термін і значення інтермодальних перевезень.....	8
1.2 Контейнерні перевезення та їх стандартизація .....	13
2. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	34
2.1 Переваги інтермодальної системи перевезень .....	34
2.2 Впровадження різних видів транспорту в організації інтермодальних перевезень.....	40
3. ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦИПУ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ В ІНТЕРМОДАЛЬНУ СИСТЕМУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	45
3.1 Розрахунок кількості шкідливих викидів при інтермодальних перевезеннях.....	45
3.2 Оцінка зменшення негативного впливу вантажних перевезень на навколишнє середовище .....	50
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

Розвиток глобальної економіки, нарощування торгівельних оборотів та зростання міжнародної торгівлі призводять до посилення потреби в ефективних логістичних рішеннях. Логістика, як сукупність процесів планування, координації та контролю переміщення товарів інтеграції усіх ланок постачального ланцюжка, відіграє вирішальну роль у забезпеченні ефективності і конкурентоспроможності підприємств.

Однією з найважливіших сфер логістики є організація інтермодальних перевезень наливних вантажів. Інтермодальні перевезення включають використання різних видів транспорту (таких як, морського, річкового, автомобільного, залізничного, повітряного) для перевезення вантажів від відправника до отримувача. Наливні вантажі, такі як нафта, газ, хімічні речовини, становлять значну частину міжнародних товарообігів і вимагають спеціалізованих підходів та особливих умов перевезення.

Одночасно з розширенням галузі логістики та зростанням обсягів перевезень, зростає й негативний вплив на навколишнє середовище. Викиди шкідливих речовин, споживання природних ресурсів та енергії, а також інші негативні наслідки логістичних процесів поставляють перед логістичними системами складні завдання щодо впровадження принципів зеленої логістики та сталого розвитку.

Метою даної дипломної роботи є вивчення організації інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням впровадження принципів зеленої логістики. В рамках дослідження будуть проаналізовані сучасні тенденції у галузі логістики, особливості організації інтермодальних перевезень наливних вантажів, а також розглянуті принципи зеленої логістики та їх вплив на цей вид транспортування.

Дослідження має на меті виявити потенціал і переваги використання інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням зелених підходів. Також будуть розглянуті практичні приклади та кейси компаній, які

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

успішно впроваджують принципи зеленої логістики у свої логістичні процеси.

Дана дипломна робота має важливе значення для практики логістики, оскільки надасть рекомендації щодо вдосконалення організації інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням зелених аспектів. Результати дослідження можуть бути корисними для логістичних підприємств, які займаються перевезеннями наливних вантажів, а також для організацій, що прагнуть покращити екологічну стійкість своїх логістичних процесів.

У подальшому розпочато викладення розділів роботи, в яких будуть розглянуті теоретичні аспекти і практичні аспекти організації інтермодальних перевезень наливних вантажів та впровадження принципів зеленої логістики.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7



# 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

## 1.1 Термін і значення інтермодальних перевезень

Під терміном «Інтермодальні перевезення» мається на увазі переміщення великогабаритних вантажів в одних і тих самих вантажних одиницях за допомогою одного або більше видів транспорту. Однією з таких вантажних одиниць є сталеві контейнери. В інтермодальних перевезеннях можуть використовуватись автомобільний вантажний транспорт, залізниця, корабель і потім знову автомобільний вантажний транспорт. По суті, замість того, щоб переміщувати вантажі з одного транспортного засобу на інший під час їхньої подорожі, інтермодальний транспорт обробляє ці спеціальні стандартизовані контейнери. Цей процес приносить багато переваг, наприклад підвищену безпеку товарів і швидшу доставку.

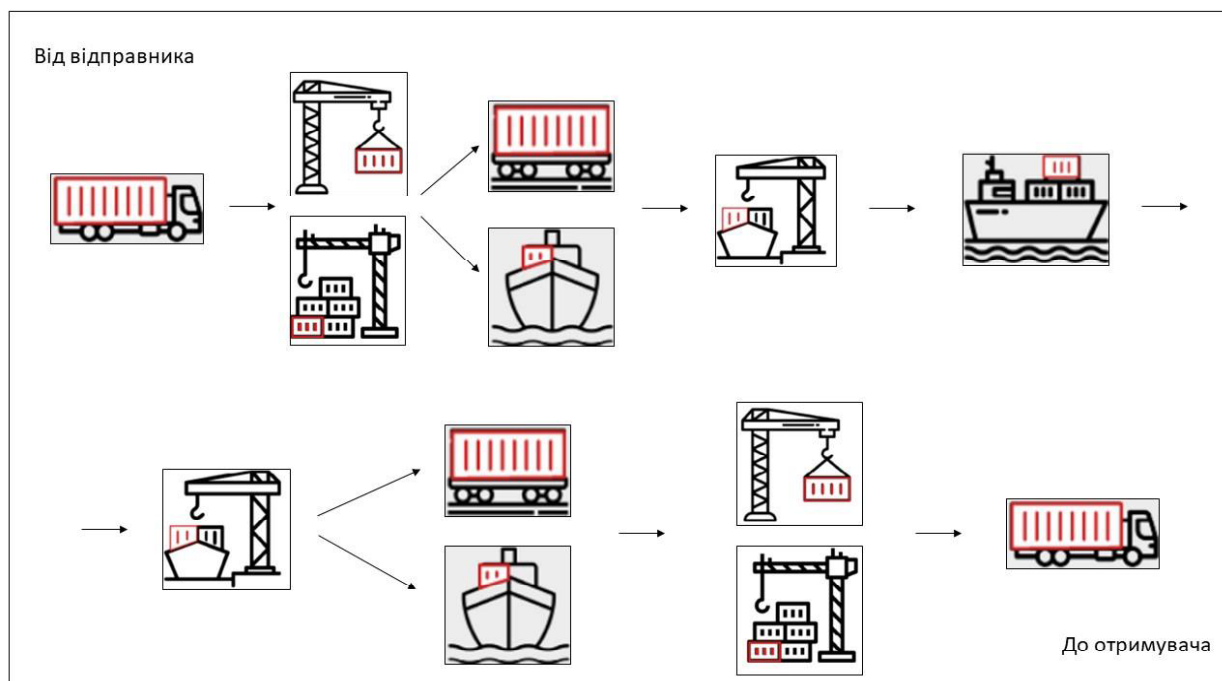


Рис.1. Процес інтермодальних перевезень.

На початку процесу інтермодального транспортування порожня вантажівка прибуває на пункт одержувача. Відповідальний

вантажовідправник або транспортер завантажує товар у контейнер у задній частині вантажівки.

Вантажівка їде до залізничної станції через мережу доріг. Тут логістична компанія перевантажує контейнери на потяг. Цей поїзд може доставити контейнер на залізничну станцію в місті призначення або відправитися в порт для відправлення.

Судноплавна компанія переміщує ці контейнери морською мережею до порту призначення. Люди розвантажують контейнер і перекладають його в іншу вантажівку. Або вони можуть помістити його в інший поїзд для більш внутрішнього транспорту, а потім у вантажівку. Ця вантажівка може доставити контейнер на станцію призначення.

Далі логістична компанія виймає товар із контейнера. Тепер контейнер порожній і готовий до нового завантаження. Нарешті, логістична компанія здійснює доставку «останньої милі» до кінцевого споживача.

До появи інтермодальних вантажних перевезень транспортування вантажів передбачало великі витрати праці в процесі. Логістичні компанії та вантажовідправники відправляли вантаж, пакуючи його вручну в невеликі пакети на кораблі, вантажівки та поїзди.

Малькольм Перселл Маклін, американський водій вантажівки, а пізніше бізнесмен, у 1934 році розробив сучасний контейнер для інтермодальних перевезень. Розробка Маклін стандартизованих транспортних контейнерів значно знизила вартість транспортування вантажів по всьому світу. Нижчі витрати на доставку значно підвищили міжнародну торгівлю.

До того, як Маклін розробив стандартизований транспортний контейнер, майже всі світові вантажі транспортувалися в різноманітному асортименті бочок, ящиків і мішків. Типовий корабель «доконтейнерної ери» містив до 200 000 окремих одиниць вантажу, які завантажувалися на корабель вручну. Час, необхідний для завантаження та розвантаження вантажу, часто дорівнював часу, необхідному кораблю для плавання між

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

портами. Ця неефективність сприяла тому, що вартість доставки була дуже високою.

Малькольм також розробив спосіб, за допомогою якого контейнери можна складати один на одного. Так виник сучасний транспортний контейнер.



Рис.2. Інтермодальні контейнери.

У 1937 році Маклін здійснив звичайну доставку тюків бавовни до порту в Північній Кароліні для відправлення в Нью-Джерсі. Оскільки Маклін не міг піти, поки його вантаж не було завантажено на корабель, він годинами сидів, спостерігаючи, як десятки портових робітників завантажували на корабель тисячі маленьких пакунків. Малькольм зрозумів, що поточний процес завантаження витрачає величезну кількість часу та грошей, і він почав замислюватися, чи може бути більш продуктивна альтернатива.

У 1952 році Маклін задумав завантажити цілі вантажівки на борт корабля для транспортування вздовж узбережжя американського Атлантичного океану (тобто від Північної Кароліни до Нью-Йорка). Незважаючи на те, що ця ідея значно скоротила час завантаження, він незабаром зрозумів, що цей спосіб не буде дуже ефективним через велику кількість втраченого вантажного простору.

Маклін змінив свій початковий проект таким чином, щоб на корабель завантажували лише контейнери, а не шасі вантажівок.

Розвиток контейнеризації в 1950-х роках зробив завантаження та розвантаження суден приблизно в двадцять разів швидшим і, таким чином, різко знизив вартість торгівлі.

McLean усвідомив потенціал контейнеризації, особливо з точки зору часу та витрат на завантаження і розвантаження. Час і витрати на завантаження стандартних наливних вантажів були перешкодою для економічно ефективної торгівлі та доставки. У 1956 році Маклін підрахував, що ручне завантаження судна в порту США коштує 5,86 долара за тонну. До 2006 року морські контейнери знизили цю ціну лише до 16 центів за тонну.

У 1956 році корабель компанії Малькольма Ideal X покинув Порт-Ньюарк, штат Нью-Джерсі, зі своїм регулярним вантажем у 15 000 тонн нафти на борту, прямуючи до Х'юстона, штат Техас. Ideal X також перевозив 58 контейнерів довжиною 35 футів, шириною 8 футів і висотою 8 футів (Стандартні габарити автомобільної вантажної платформи в Сполучених Штатах на той час). Контейнери були завантажені на борт судна менш ніж за вісім годин.

Ideal X пройшов східним узбережжям до Мексиканської затоки, а потім до Х'юстона. Коли 58 контейнерів було розвантажено в порту Х'юстона, там було 58 вантажівок, які чекали, щоб їх транспортувати.

Кораблі були повністю змінені відповідно до розмірів контейнерів, які вони мали перевозити. Витрати на доставку різко впали, що призвело до виробництва товарів в інших країнах і на інших континентах, які потім доставлялися контейнерами до місця призначення. З тих пір порти, залізничні мережі, кораблі, вантажівки та інше обладнання були перероблені для більш ефективного та результативного переміщення контейнерів.

До того, як Маклін винайшов контейнерний спосіб перевезення вантажів, процес завантаження/розвантаження в порту досягав декількох тижнів. На сучасних контейнеровозах цей процес займає не більше 24 годин. Крім того, використання транспортних контейнерів дозволяло транспортувати вантаж і переміщати його автомобільним, залізничним і морським транспортом.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

Корпорація Sea-Land Макліна дуже швидко виросла після того, як він довів цінність контейнерних перевезень. У 1969 році він продав свою частку компанії за 160 мільйонів доларів. Зараз SeaLand є частиною Maersk, найбільшої контейнерної судноплавної компанії у світі.

За словами The Economist, «транспортний контейнер був більшим рушієм глобалізації, ніж усі торговельні угоди за останні 50 років разом».

Експерти підраховали, що понад 90% товарів, придбаних у всьому світі, транспортувалися в транспортному контейнері.

У 1980-х роках технологія інтермодальних перевезень ще не була обладнана для відстеження транспорту та надання клієнтам, транспортним компаніям або партнерам точного часу доставки. Компанії використовували папір і ручку та вели паперовий слід, щоб відстежувати великі вантажі. Ці неефективні засоби відстеження вантажів і підтвердження прибуття на рампах означали, що витрати на інвентаризацію все ще можуть бути високими, і доведеться вносити зміни.

Ця зміна відбулася з посиленням розвитку програмного забезпечення для доставки в перші два десятиліття 21-го століття, яке використовувало Інтернет і вдосконалені комп'ютерні системи також для зниження витрат на інвентаризацію та відстеження інформації.

Тепер, коли контейнер прибуває на рампу, можна легко увійти в спільну систему між компаніями. Виходячи з місця розташування та транспортних засобів, вантажовідправники тепер можуть надати точну оцінку того, коли контейнер прибуде в кінцевий пункт призначення.

Компанії та аналітики інтермодального транспорту також можуть використовувати дані з цих інформаційних систем, щоб відстежувати час прибуття та економію палива, і навіть оцінювати вуглецевий слід.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

## 1.2 Контейнерні перевезення та їх стандартизація

Глобальна торгівля почала розвиватися ще в 1800-х роках, коли інновації промислової революції знизили транспортні витрати та дозволили країнам спеціалізуватися в певних сферах виробництва. Після перерви під час Першої світової війни (1914-1918 рр.), Великої депресії (1929-1933 рр.) та Другої світової війни (1939-1945 рр.) зростання торгівлі знову поживалося. Поштовхом для цього став контейнерний спосіб перевезень, який представив у 1956 році Малькольм Перселл Маклін.

Сер Артур Кірбі, голова Британської ради транспортних доків (BTDB), доручив McKinsey & Company (міжнародна консалтингова компанія, що спеціалізується на вирішенні завдань, пов'язаних із стратегічним управлінням) вивчити довгострокові тенденції, які можуть вплинути на портовий сектор. У 1966 і 1967 роках McKinsey & Company підготувала два звіти. Тезиси, наведені в звіті 1966 року, викликали тривогу з перших рядків:

Справдилося	Не справдилося
«Контейнерні вантажі фактично стають однорідними, як і інші масові вантажі, і підлягають тій самій економії за рахунок масштабу. Економіка масштабу призведе до того, що цей зосереджений вантаж оброблятиметься невеликою кількістю великих організацій. Ефективне використання дорогих контейнерів вимагатиме розгалужених маршрутних мереж під уніфікованим контролем, щоб забезпечити балансування навантаження»	«Оператори суден на більшості торговельних маршрутів можуть мати фактичні монополії, щоб отримати вигоди від масштабу, і тому їх слід розглядати як міжнародні комунальні підприємства».
«Тепер, коли впроваджено стандартизовані контейнери судноплавної галузі, поспіх «піднятися на підножку», ймовірно, призведе до значного надмірного розширення»	«Торгівля з Далеким Сходом і Австралією як з Європи, так і з Північної Америки може бути зосереджена в одній точці розподілу в Тихому океані».
«Якщо контейнеровози слідуватимуть тенденції танкерів, то можуть бути доступні судна місткістю понад 10 000 контейнерів».	«Тому виявляється, що лише п'ять кораблів... знадобляться, щоб обслуговувати всю торгівлю генеральними вантажами Великобританії з Північною Америкою... і приблизно 25 можуть обслуговувати всю торгівлю генеральними вантажами Європи/Північної Америки».
«Фідерні послуги, як правило, заміняють прямі зв'язки, коли великі контейнеровози запрацюють».	
«Роттердам є прикладом європейського порту, який має хорошу позицію для виконання великої трансокеанської ролі».	
«Роль британських портів може мати тенденцію стати фідерами Континенту. Близькість портів британського східного узбережжя до Європи диктуватиме їх використання».	

Рис.3. Основні тези звіту McKinsey & Company у 1966 році для British Transport Docks Board.

Джерело: Контейнеризація — її тенденції, значення та наслідки, звіт для British Transport Docks Board, McKinsey & Company, липень 1966 р

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Там, де звіт 1966 року попереджав, звіт 1967 року конкретизував. Багато його висновків витримали перевірку часом. Водночас, інші виявилися невдалими. Питання про зростання ринку, важливість масштабу, структуру промисловості, що розвивається, і те, як підвищити продуктивність, продовжують виникати так само серйозно, як і наприкінці 1960-х років.

Автори звіту 1967 року зауважили, що «низькі витрати на транспортування вплинуть на економічний компроміс між дрібномасштабним місцевим виробництвом і централізованими великомасштабними операціями» — віддаючи перевагу останнім — що призведе до «значного збільшення обсягів торгівлі». Незабаром почалися десятиліття зростання контейнерної торгівлі, яке значно перевищувало зростання світового ВВП. До прикладу, у 2001–2007 роках, обсяги контейнерних перевезень зростали приблизно на 11 відсотків на рік, що втричі перевищує темпи зростання світового ВВП.

Контейнери змінили економіку транспортування: можливість упакувати різні товари в однакові ящики спростила завантаження та розвантаження, а також пересадку на залізницю, вантажівку та інші види транспорту. У звіті McKinsey 1967 року зазначалося, що ця новознайдена одноманітність сприятиме зниженню питомих витрат у більшому масштабі.

Найбільш яскраво ця логіка проявилася в гонці за масштабом розмірів суден. У 1956 році було створено перше судно для перевезення контейнерів Ideal X— перевіз лише 58 із них. Відтоді місткість контейнеровозів зросла в 370 разів: найбільші сучасні судна можуть вміщувати понад 24 000 TEU.

Пошуки масштабу ще не закінчені. Великі судна забезпечують більшу економічну ефективність у паливі та екіпажах, зменшують викиди парникових газів на один контейнер і дають змогу використовувати стратегії зв'язку зі спицями. Крім того, оскільки оператори співпрацюють в альянсах, розміщення одного великого судна замість двох маленьких на певному маршруті має свої переваги. Але коли більшість або всі конкуренти прагнуть не відставати від змагання за ефективність, це може швидко зруйнувати ці

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

переваги та створити надлишок потужностей. Основною причиною динаміки її різкого підйому є «розрізненість» пропозиції галузі.

Тенденцію до зростання потужностей у довгостроковій перспективі його можуть обмежити три фактори.

По-перше – повернення до масштабу зменшуються зі збільшенням розміру, тому перехід від 20 000 до 40 000 TEU не зменшить витрати на одиницю так сильно, як перехід від 10 000 до 20 000 TEU.

По-друге – вузькість і мілководність деяких світових водних шляхів накладає фізичні обмеження: наприклад, Малаккська протока (між Малайським півостровом і індонезійським островом Суматра) має мінімальну глибину 25 метрів, найсучасніші Суецькі канали глибиною 24 метри. Останні проекти для суден, які перевозять 24 000 TEU, мають глибину 16 метрів, що залишає простір для подальшого збільшення місткості.

По-третє, за останнє десятиліття бурхливий попит на більші судна напружив операторів терміналів і портів, змусивши їх інвестувати в нові крани, днопоглиблювальне обладнання, посилені причальні стінки та розширені причали. Розвантаження контейнерів із великих суден займає більше часу, оскільки крани повинні досягати більшої відстані через судна, що збільшує зайнятість причалів і знижує продуктивність. Тим не менш, цю проблему можна розглядати не як обмежуючий фактор, а як можливість для подальших інновацій. Можна було знайти нові способи розвантаження ящиків: у звіті 1966 року вказувалося на «уніфікацію» контейнерів (одночасне переміщення кількох контейнерів), щоб скоротити час завантаження, розвантаження та перевантаження. Тим часом термінали могли б зменшити вартість нових інвестицій не шляхом повсюдного підвищення тарифів, а радше шляхом вивчення індивідуальних цін, щоб узгодити інтереси перевізників із їхніми власних і дати перевізникам стимул працювати більш продуктивно.

Вантажні судна місткістю 20 000 TEU не є кінцевою точкою для контейнеровозів. Місткість, навіть, у 50 000 TEU не є неможливим у наступні

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15



півстоліття. Однак прогрес, ймовірно, буде набагато повільнішим, ніж це було в останнє десятиліття, адже надлишок потужностей означає, що нове замовлення буде відбуватися повільніше протягом наступних п'яти-десяти років. Нижчі витрати на слот матеріалізуються лише тоді, коли попит заповнює більші кораблі, чого останнім часом не траплялося.

Ціна палива також відіграє ключову роль у швидкості впровадження. Найбільша економія від більших суден походить від зменшення витрат на бункерування на відправлений контейнер, але падіння цін на нафту скоротило ці переваги на третину з 2013–2014 років. Якби ціни на паливо залишалися на сьогоднішньому рівні, порив до 30 000 TEU і більших суден, ймовірно, може бути відкладено на десятиліття. З іншого боку, якби ціни повернулися до вищих рівнів, ми могли б побачити ще більші кораблі протягом десяти років.

Розмір ящиків також може збільшитися. З оригінальної коробки Copeh довжиною шість футів, яку використовували військові США в 1950-х роках, вони зросли до 20, а тепер 40 футів і більше. Однак, існують обмеження щодо розміру ящика — це сумісність з автомобільним, залізничним та іншими видами транспорту. На дорогах США та Китаю максимальна довжина ящика становить 53 фути, тому контейнери такого розміру звичайні для внутрішньої торгівлі США. Оскільки дорожня мережа вдосконалюється, а вантажівки стають автономними на основних маршрутах, ми цілком можемо побачити контейнери довжиною 60 футів або більше, а також ширші та вищі контейнери. Якийсь новаторський перевізник — можливо, такий, який зможе координувати інвестиції в ланцюжку створення вартості — матиме шанс підвищити ефективність шляхом перевизначення розмірів контейнерів.

Стандартизовані розміри та характеристики контейнерів з'явилися у 1968 році, коли Міжнародна організація стандартизації ISO розробила розміри та стандарти, яким сьогодні повинні відповідати транспортні контейнери. Контейнери повинні відповідати цим стандартам, щоб їх можна

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

було використовувати під час транспортування, і коли вони відповідають цим стандартам, вони стають сертифікованими «контейнерами ISO».

Стандартний транспортний контейнер має такі розміри:

- 20 футів у довжину, 8 футів у висоту та 8 футів у ширину;
- 40 футів у довжину, 8 футів у висоту та 8 футів у ширину;
- 45 футів у довжину, 8 футів у висоту та 8 футів у ширину;
- 48 футів у довжину, 8 футів у висоту та 8 футів у ширину;
- 53 футів у довжину, 8 футів у висоту та 8 футів у ширину.

Термін місткості ISO для об'єму цих контейнерів — це TEU — «двадцятифутова еквівалентна одиниця» — і він вимірює, скільки вантажу може поміститися всередині контейнера.

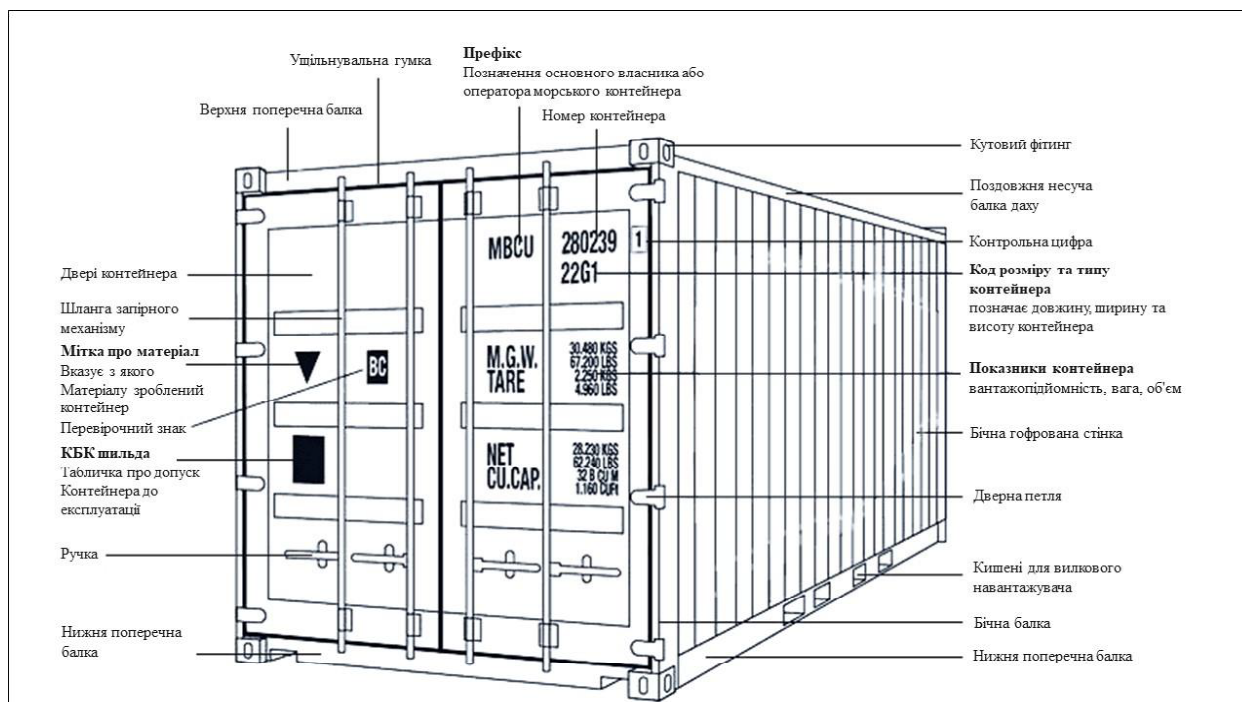


Рис.4. Позначення стандартного морського контейнера.

Усі розміри можуть витримувати максимум 36 000 кг, включаючи вагу самого контейнера. Разом з тим існує певна кількість видів контейнерів.

Стандартний морський контейнер (20 DV, 40 DV, 40 HC, 45 HC) – найпоширеніший вид морських контейнерів. Він використовується для перевезення різних вантажів, які не вимагають дотримання особливих правил

і умов перевезення. Стандартний морський контейнер має прямокутну форму зі стінками із рифленого металу та дерев'яною підлогою.

20-футовий Dry Van



Об'єм/вантажопід'ємність: 33 м<sup>3</sup> /21-22 т  
 Маса тари: 2-2,3 т  
 Зовнішні габарити (ш/д/в): 2,43/6/2,59  
 Внутрішні габарити (ш/д/в): 2,35/5,9/2,39

40-футовий Dry Van



Об'єм/вантажопід'ємність: 67 м<sup>3</sup> /26-27 т  
 Маса тари: 3,7-3,9 т  
 Зовнішні габарити (ш/д/в): 2,43/12,19/2,59  
 Внутрішні габарити (ш/д/в): 2,35/12/2,39

40-футовий High Cube



Об'єм/вантажопід'ємність: 76 м<sup>3</sup> /26-27 т  
 Маса тари: 3,9-4 т  
 Зовнішні габарити (ш/д/в): 2,43/12,19/2,89  
 Внутрішні габарити (ш/д/в): 2,35/12/2,69

45-футовий High Cube



Об'єм/вантажопід'ємність: 85 м<sup>3</sup> /28 т  
 Маса тари: 4,1-4,5 т  
 Зовнішні габарити (ш/д/в): 2,43/13,7/2,89  
 Внутрішні габарити (ш/д/в): 2,35/13,5/2,69

Рис.5. Стандартний морський контейнер.

Рефрижераторний морський контейнер (20 RE, 40 RE, 40 HC Ref) – використовується для перевезення вантажів, що потребують дотримання температурного режиму та вологості повітря. До таких вантажів належать продукти харчування, фрукти, овочі, м'ясо, рибна продукція. Рефрижераторний контейнер обладнаний холодильною установкою та термоізолюючими матеріалами. Двері та стінки такого контейнера складаються з пінополіуретанових панелей, а підлога з алюмінієвого

профілю. У цьому контейнері може підтримуватися температура в межах  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Холодильна установка рефрижераторного контейнера працює лише при підключенні до зовнішнього джерела електроживлення, яке знаходиться у морських суднах, портах або на вантажному автомобілі (дизель-генератор).

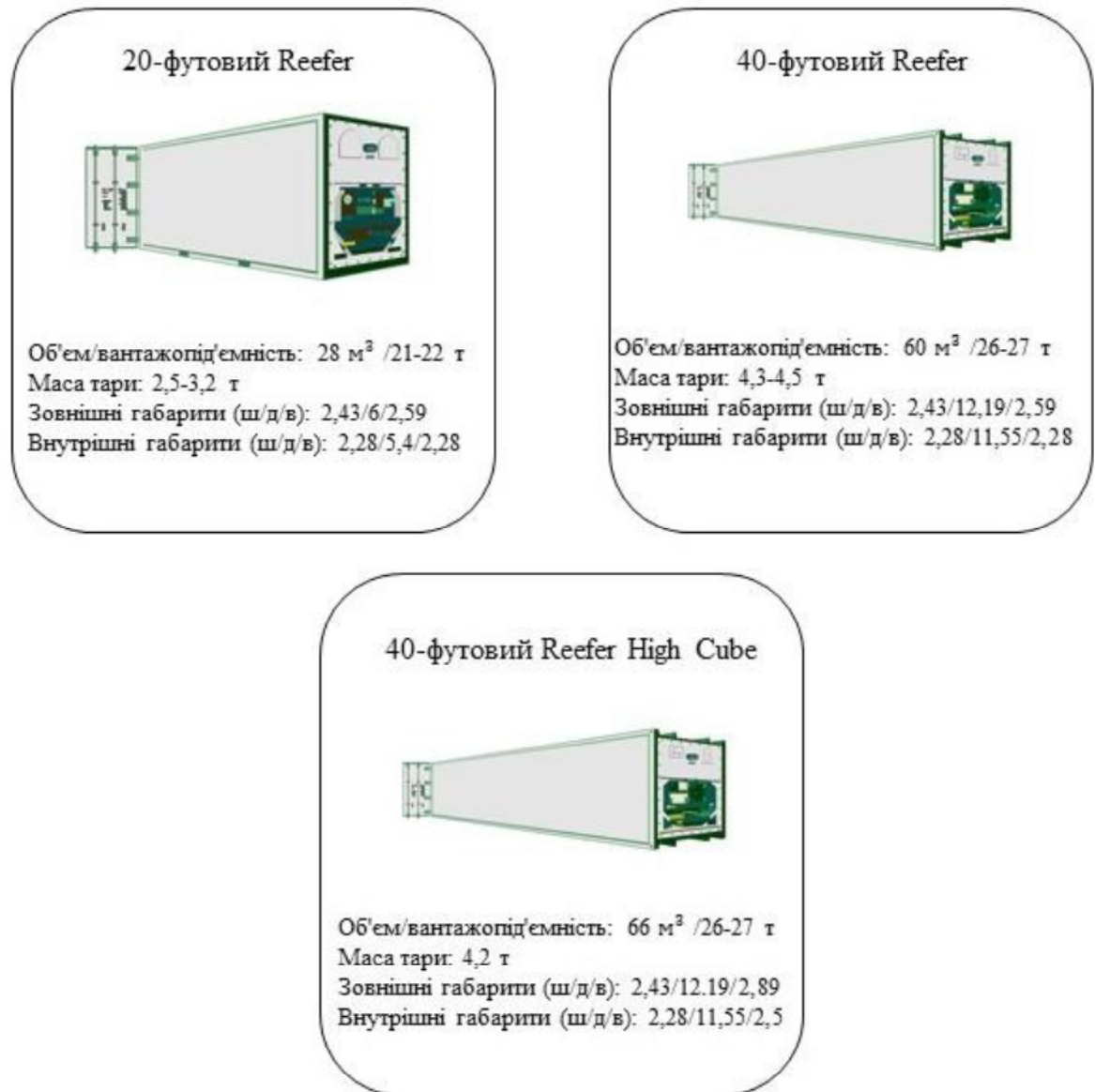


Рис.6. Рефрижераторний морський контейнер.

Морський контейнер з відкритим верхом (20 ОТ, 40 ОТ) - призначений для транспортування вантажів з верхнім завантаженням/розвантаженням. На відміну від стандартного морського контейнера знімний дах, він виготовлений з гнучкого матеріалу (брезент).



Рис.7. Морський контейнер з відкритим верхом.

Морський контейнер-платформа зі стінками (20 FR, 40 FR) - використовується для перевезення великовагових та негабаритних вантажів. На відміну від стандартного морського контейнера у ньому відсутні бічні стінки та дах. Торцеві стінки можуть складатися для зручного проведення вантажно-розвантажувальних робіт.



Рис.8. Морський контейнер-платформа зі стінками.

Морський контейнер-платформа (20 PL, 40 PL) – платформа, яка призначена для перевезення великогабаритних та великотоннажних вантажів. На кутових опорах і бічних балках монтуються кільця кріплення, призначені для кріплення вантажу.



Рис.9. Морський контейнер-платформа.

Морський насипний контейнер (20 Bulk) – основною відмінністю таких контейнерів є наявність трьох люків на даху і кілька розвантажувальних - на дверях або бічних стінках. Такий контейнер використовують для перевезення сипких вантажів без пакування (насіпом), як правило, зернових.



Рис.10. Морський насипний контейнер.

Морський танк-контейнер (20 Tank) - контейнер є цистерною, вмонтованою в металеву раму (каркас), яка призначена для доставки наливних вантажів різних типів - харчових, хімічних, зріджених газів. Габарити та матеріали цистерни можуть відрізнятися залежно від її призначення. Конструкція танк-контейнера дозволяє транспортувати його

різними видами вантажного транспорту - морським, автомобільним і залізничним. Цистерни можуть мати кілька секцій. Завантаження відбувається шляхом наливу через люки, розташовані у верхній частині корпусу, а вивантаження - самопливом або викачуванням через нижній вентиль. Також цистерни можуть бути обладнані системою підігріву.



Рис.11. Морський танк-контейнер.

Морський вентиляований контейнер (20 VC) – це стандартний контейнер з отворами, які необхідні для природної вентиляції. Цей тип контейнерів використовується для вантажів, яким необхідний повітрообмін.



Рис.12. Морський вентиляований контейнер.

Морський ізольований контейнер (20 Insulated) – ізотермічний морський контейнер з внутрішньою обшивкою, але не має холодильної установки. Даний тип контейнера здатний підтримувати певну температуру протягом тривалого часу.



Рис.13. Морський ізольований контейнер.

### 1.3 Характеристика терміну «Зелена логістика»

Термін «Зелена логістика» виник наприкінці 80-х – на початку 90-х років минулого сторіччя, коли питання забруднення навколишнього середовища постало досить серйозно.

Зелена логістика та зелені ланцюги поставок (Green Logistics, Green Supply Chain) включають в себе будь-яку бізнес-практику, яка мінімізує вплив логістичної мережі та доставки на навколишнє середовище. Стала логістика або екологічна логістика забезпечує високий результат без шкоди для задоволеності клієнтів або добробуту планети. Багато транспортних компаній поспішають прийняти стале управління логістикою, яке підтримується такими потужними технологіями, як штучний інтелект, машинне навчання та передова аналітика.

Причиною підняття питання про зниження шкідливих викидів в атмосферу стала проблема глобального потепління, яка перебуває в центрі

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23



уваги вже багато років. Проведені дослідження цієї проблеми показали, що вже через пів століття більше половини населення планети будуть частіше й частіше стикатись з випадками різкого підвищення температури повітря, якщо викиди парникових газів продовжать рости в такому ж темпі.

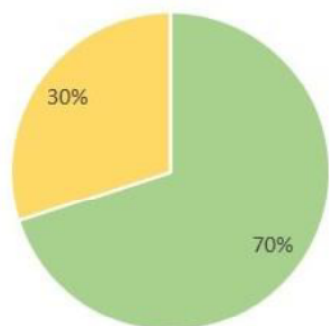
Незважаючи на те, що більша половина викинутого вуглекислого газу видаляється з атмосфери не більше, ніж через сто років, майже п'ята частина викинутого CO<sub>2</sub> залишається в атмосфері багато тисячоліть. З часом концентрація вуглекислого газу в атмосфері буде продовжувати рости, навіть якщо викиди CO<sub>2</sub> суттєво скоротяться порівняно з сьогоденним рівнем, адже процес видалення вуглекислого газу з повітря дуже повільний. Інший шкідливий для атмосфери газ метан (CH<sub>4</sub>) видаляється з повітря хімічними процесами, оксид азоту (N<sub>2</sub>O) знищується у верхніх шарах атмосфери сонячним випромінюванням. Але всі ці процеси відбуваються в різних часових масштабах – від декількох років до тисячоліть.

У 2021 році в Європейському Союзі був прийнятий «Зелений пакт ЄС» (EU Green Deal), який передбачає, що країни Європейського Союзу повинні до 2030 року зменшити рівень викидів в атмосферу CO<sub>2</sub> не менше, ніж на 55% порівняно з 1990 роком. Євросоюз має намір досягнути повної вуглекислої нейтральності вже до 2050 року. Такі ж плани мають і інші країни світу.

Проведені європейськими спеціалістами дослідження свідчать, що транспорт щорічно виділяє майже третину від загального об'єму викидів вуглекислого газу в Європейському Союзі.

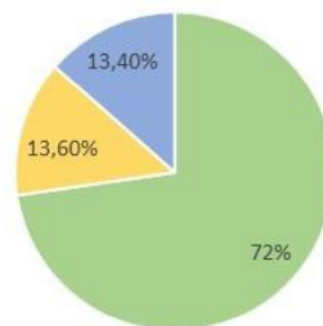
					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

Загальні викиди вуглекислого газу в атмосферу



■ Транспорт ■ Інші чинники

Викиди вуглекислого газу за видами транспорту



■ Автомобільний ■ Морський ■ Повітряний

Рис. 14. Співвідношення шкідливих викидів різними видами транспорту.

З загального об'єму на долю автомобільного транспорту припадає 72% викидів вуглекислого газу, на морський транспорт – 13,6%, на повітряний – 13,4 %.

Користуючись цими дослідженнями, приходимо до висновку, що найбільш шкідливий вид транспорту в плані викидів вуглекислого газу – автомобільний. Найближчим часом викиди автомобільного транспорту будуть тільки збільшуватись, якщо не вжити відповідних заходів.

Наразі зацікавлені сторони вимагають від бізнесу взяти на себе відповідальність за негативні наслідки, спричинені їх господарською діяльністю. Саме тому все більше і більше підприємств запроваджують у свою стратегію розвитку принципи Зеленої логістики.

Насамперед, принцип Зеленої логістики включає в себе багато різноманітних методів боротьби з викидами вуглекислого газу.

Міжнародна організація зі стандартизації ISO (International Organization for Standardization); Зворотна логістика; Зелені інформаційні технології; Технологія SCR (Selective Catalytic Reduction) – селективне каталітичне відновлення; Вдосконалення технічних характеристик автомобільного транспорту, – все це і є Зеленою логістикою.



Рис. 15. Складові Зеленої логістики.

Міжнародна організація зі стандартизації (International Organization for Standardization; ISO; ICO).

Декілька років тому було опубліковано, оснований на консенсусі, добровільний стандарт для кількісної оцінки вуглекислого сліду продуктів ISO 14067:2018 «Парникові гази – Вуглекислий слід продуктів – Вимоги та керівні принципи для кількісної оцінки». В його основі лежать узгоджені на глобальному рівні принципи, вимоги та керівні вказівки. Даний стандарт надає:

- змогу підприємствам проводити процедури кількісної оцінки вуглекислого сліду продукту та готувати відповідну звітність;
- змогу забезпечити краще розуміння шляхів зниження показника викиду CO<sub>2</sub>.

ISO 14067:2018 є заміною технічної специфікації ISO / TC 14067:2013 «Парникові гази – Вуглекислий слід продуктів – Вимоги та рекомендації для кількісної оцінки та комунікації».

Документ ISO / TC 14067:2013 став основою для розробки нового міжнародного стандарту після того, як з ринку почали надходити сигнали про необхідність публікації більш комплексного стандарту з поглибленою інформацією. Автори документу відмічають, що вимір вуглекислого сліду продуктів розглядається Рамковою конвенцією Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, як основного способу сприяння досягненню міжнародних цілей у сфері боротьби зі зміною клімату. За їх словами новий стандарт ISO

14067:2018 дає змогу підприємствам більш точно визначати, які елементи ланцюгів поставок відповідальні за генерацію основної частини вуглекислого сліду, пов'язаного з виробництвом їхніх продуктів і, таким чином, вжити відповідні заходи для їх скорочення.

Наприклад, якщо це пов'язано з сировинними матеріалами, виробники мають змогу звернутись за допомогою до інших постачальників сировини. Якщо це пов'язано з транспортом, вони можуть розглянути можливості щодо покращення своєї моделі логістики або розпочати пошук постачальників ближче до власних виробничих потужностей.

Основні зміни в стандарті ISO 14067:2018 по відношенню до технічної специфікації ISO / TC 14067:2013:

- підвищена увага до кількісної оцінки викидів CO<sub>2</sub>;
- приділення уваги до розрахунку використання електроенергії.

Зворотна логістика.

Зворотна логістика відноситься до процесів, пов'язаних із поверненням предметів і товарів, що рухаються назад через ланцюг постачання. Це може включати ремонт і технічне обслуговування, повернення дефектних елементів, повторне використання упаковки або переробку та утилізацію вичерпаних продуктів.

Зелені інформаційні технології (Green IT).

Термін виник через проблеми швидко зростаючого рівня споживання електроенергії в ІТ секторі в результаті роботи інтернету та серверів обробки даних.

Ефективність використання інформаційних технологій задля контролю за навколишнім середовищем підтверджують наукові дослідження.

За даними некомерційної організації «The Climate Group», завдяки підвищенню ефективності транспорту та складування за рахунок впровадження сучасних ІТ в логістичній сфері, через декілька років в Європі

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

витрати палива, електрики та теплової енергії можуть скоротитися на 225 тон діоксиду вуглецю.

Крім цього, використання сучасних інформаційних технологій допоможе зекономити протягом 2-3 років майже 8 млрд тон вуглекислого газу, що становить близько 15% від усіх викидів. З точки зору економіки, вдасться зекономити близько 950 млрд доларів по всьому світу.

Вже зараз все більше провідних компаній надають перевагу тим логістичним підприємствам, які функціонують в новому «зеленому» напрямку. Тому перехід до використання сучасних інформаційних технологій, орієнтованих на зниження рівня шкідливих викидів, дозволить організаціям отримати вагомую конкурентоспроможність. Чого не можна сказати про компанії, які продовжують працювати по існуючим нормативам, адже норми токсичності будуть тільки посилюватися. Найближчим часом логістичні компанії повинні будуть надавати дані про викиди вуглекислого газу. Великі мережі супермаркетів вже зараз вимагають від своїх постачальників подібну інформацію. Більш того, багато компаній-виробників, які контролюють рівень викидів шкідливих речовин свого виробництва, ставлять відповідне маркування на своїй продукції.

Технологія SCR (Selective Catalytic Reduction) – селективне каталітичне відновлення.

Технологія, яка використовується практично усіма крупними виробниками автомобільної та сільськогосподарської техніки. Принцип її роботи полягає в очищенні вихлопних газів дизельного двигуна шляхом вприскування спеціальної рідини безпосередньо у глушник автомобіля.

На території Євросоюзу вже декілька десятків років діють екологічні стандарти Євро для автомобільного транспорту.

Екологічні стандарти Євро для автомобільного транспорту – це обмеження, які регулюють вміст шкідливих речовин (оксиди вуглецю CO, оксиди азоту NO<sub>x</sub> та вуглеводень CH та HC) у вихлопних газах транспортних засобів на бензинових чи дизельних двигунах.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

Перший стандарт Євро-0 був прийнятий у 1988 році. Євро-1, прийнятий у 1993 році, регулював викиди більш ретельно. А, прийняті у кінці 1990-х – на початку 2000-х, стандарти Євро-2 та Євро-3 мали на меті знизити викиди шкідливих речовин у 5-6 разів. Діючи зараз в Україні та Євросоюзі стандарти Євро-4, Євро-5 та Євро-6 передбачають такі обмеження викидів оксиду вуглецю і азоту:

1 г/км CO та від 0,05 г/км до 0,08 г/км NO<sub>x</sub> для бензинових двигунів;  
0,5 г/км CO та від 0,09 г/км до 0,25 г/км NO<sub>x</sub> для дизельних двигунів.

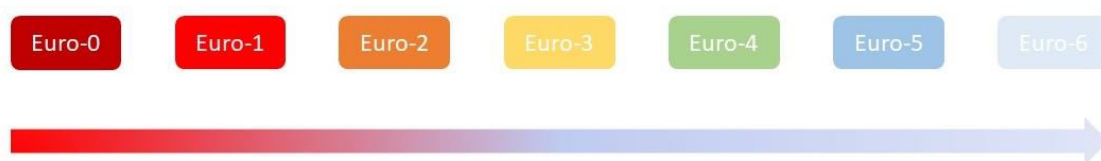


Рис. 16. Стандарти Euro та їх ефективність.

Введення стандартів Євро означає неможливість на законодавчому рівні користування транспортними засобами, які не відповідають вимогам тому чи іншому екологічному стандарту.

Аби відповідати чинним екологічним нормам, інженери-хіміки винайшли технологію нейтралізації оксидів азоту, яка отримала назву SCR (Selective Catalytic Reduction) – селективне каталітичне відновлення. Дану технологію ставлять на свої автомобілі більшість автовиробників. SCR дозволяє не тільки турбуватися про навколишнє середовище, тим самим відповідати міжнародним нормам, а й забезпечує більш вигідні умови експлуатації транспортних засобів.

Принцип роботи даної системи достатньо простий. Він полягає у перетворенні відпрацьованих газів за допомогою каталізатору (рідина AdBlue) та каталітичного нейтралізатору.

AdBlue – це водний розчин карбаміду, який розпилюється у вихлопну систему автомобілів, працюючих на дизельному двигуні. Даний розчин допомагає знизити кількість оксиду азоту у вихлопі автомобіля. В деяких

країнах більш відома назва AUS 32, де 32 означає концентрацію карбаміду у відсотках у водному розчині.

Потрапивши у вихлопну систему, AdBlue запускає хімічну реакцію з вихлопними газами, нагрітими до високої температури (вище 180 градусів). А саме, між аміаком та оксидом азоту, який з'являється в глушнику, шляхом перетворення при високій температурі азоту, який міститься в повітрі. На виході отримуємо азот  $N_2$  та воду  $H_2O$ , які є цілком безпечні для навколишнього середовища та людини.

Використання реагенту AdBlue допомагає зменшити витрати палива приблизно на 3-5%. Витрати самого реагенту складають 4-5% від об'єму використаного палива. На вантажних автомобільних транспортних засобах об'єм баку для AdBlue складає 20-30 літрів, чого вистачає на повну заправку дизпаливом. На легкових дизельних автомобілях об'єму бака для AdBlue вистачає на пробіг від ТО до наступного ТО. При випорожненні баку AdBlue, блок управління двигуном перейде в аварійний режим роботи. Тоді електронна система зменшить потужність двигуна на 30-40%, кількість оборотів двигуна також буде обмежена. Збільшиться споживання палива двигуном. Автомобіль зможе проїхати ще декілька десятків кілометрів, після чого повторний запуск двигуна буде заблокований електронною системою. Таким чином виробники дотримуються екологічних вимог.

На сьогодні не існує альтернативи системі SCR для зберігання екологічного вихлопу дизельного двигуна, тому рідина AdBlue та сама система селективного каталітичного відновлення буде актуальна ще багато років.

Вдосконалення технічних характеристик автомобільного транспорту.

Знизити витрати палива та, відповідно, шкідливі викиди можна завдяки вдосконаленню технічних характеристик транспортних засобів конструкторами.

Розрахунки конструкторів показують, що зниження коефіцієнту аеродинамічного супротиву лише на 0,02 економить 0,4/100 км при

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкості 130 км/год 3-6% викидів CO<sub>2</sub>. Приблизно таку саму економію надають шини зі знизеним опором кочення. Тому нове покоління автомобілів приблизно на третину економніше та екологічніше, ніж їхні попередники.

Як альтернативу дизпаливу, провідні європейські виробники вантажних автомобілів використовують двигуни, працюючі на метані. Газове паливо для автомобільних двигунів поділяється на два види:

- Стиснений природний газ – CNG (Compressed Natural Gas);
- Зріджений природний газ – LPG (Liqued Natural Gas).

Переваги використання двигунів, працюючих на метані:

- Відсутність системи SCR, що дозволяє економити на заправці AdBlue;
- Ціна метану нижча за дизпаливо;
- Такі двигуни значно екологічніше тих, які працюють на дизпаливі.

Автомобілі, двигун яких працює на зрідженому метані (LPG), мають ряд переваг на тими, які працюють на стисненому метані (CNG). Такі як:

- Зменшена вага балону для газу. Стиснений метан міститься у балоні під тиском 230 атмосфер, через що балони роблять з товстого металу. Зріджений метан у балоні має тиск лише 10 атмосфер, що дозволяє виробляти балони з тоншого металу, тому його вага значно менша;
- Більший запас руху. Автомобіль, працюючий на LPG, містить у балоні в 3 рази більше палива, ніж автомобіль, працюючий на CNG, за рахунок того, що зріджений метан стиснений в об'ємі в 600 разів, а стиснений метан – у 200 разів;
- Процес заправки порожнього балону LPG займає 5-10 хвилин, CNG – 25-30 хвилин.

Автомобільна компанія VOLVO винайшла двигун, який працює одночасно і на зрідженому метані, і на дизпаливі. Бак для дизпалива має

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31



об'єм лише 80 літрів, адже суміш палива, яка подається в двигун має 95% газу та лише 5% дизпалива. Вагома перевага такого двигуна над газовими в тому, що коли закінчився газ, автомобіль може їхати на дизпаливі. Потужність двигуна буде обмежена, але її вистачить, щоб доїхати до найближчої АЗС.

Всі вищеперечислені методи боротьби автомобільних компаній зі шкідливими викидами в навколишнє середовище і є складовими принципу Зеленої логістики.

Переваги зеленої логістики отримують компанія, її постачальники та партнери, клієнти та кожен член суспільства. Ось лише деякі з них:

#### Переваги Зеленої логістики

- Підвищена довгострокова прибутковість;
- Нові або розширені партнерства;
- Задоволення потреб клієнтів та здобуття їх лояльності;
- Краща репутація корпоративної відповідальності;
- Простіший підбір персоналу.

Рис. 17. Переваги Зеленої логістики.

Підвищена довгострокова прибутковість: від першої до останньої милі доставки екологічна логістика скорочує відходи, витрати та викиди вуглецю. Хоча усвідомлення переваг зеленої логістики потребує початкових інвестицій, вигода від подальшої ланки переважає витрати.

Нові або розширені партнерства: коли компанії використовують стійкі ланцюжки поставок і екологічну логістику, вони стають привабливішими не лише для клієнтів, але й для корпоративних партнерів. Нещодавне дослідження HBR (Harvard Business Review) показало, що найбільші міжнародні міжнародні корпорації використовують Глобальний договір ООН або Програму ланцюга поставок проекту Carbon Disclosure (CDP) для оцінки рівня стійкості та впливу на навколишнє середовище своїх постачальників.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

Постачальники, у свою чергу, прагнуть співпрацювати з найбільшими брендами та роблять інвестиції, щоб спробувати зменшити свій вуглецевий слід.

Задоволення потреб клієнтів та здобуття їх лояльні: клієнти – як роздрібні, так і комерційні – вимагають швидкої доставки та гнучкості для легкого повернення. Вони хочуть знати, звідки походить їхня продукція, чи її джерело екологічно чисте і де вона перебуває у своїй подорожі у реальному часі. Компанії, які пропонують таку інформацію та прозорість, залучають нових клієнтів і заробляють довгострокову лояльність серед існуючих.

Краща репутація корпоративної відповідальності: великі компанії все частіше намагаються відповідати за свій внесок у глобальне потепління, яке вважається проблемою соціальної справедливості. Публічне використання переваг зеленої логістики допомагає компаніям здобувати уваги серед споживачів. Компанії ретельно вивчають свій екологічний слід як на місцевому, так і на глобальному рівнях. Ті, хто не бажають змінюватися, особливо щодо відмови від викопного палива, ризикують своєю репутацією та знаходяться в не вигідному конкурентному становищі.

Простіший підбір персоналу: на найскромнішому ринку праці за останні десятиліття кожна перевага компанії має значення. Організація, орієнтована на зелену логістику, більш приваблива для молодих спеціалістів, які бажають працювати в компанії, яка втілює їхні цінності.

## 2. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

### 2.1 Переваги інтермодальної системи перевезень

У 21 столітті увага знову приділятиметься інтермодальним вантажним перевезенням, зумовленим змінними вимогами глобальних ланцюжків постачання. Кожен з видів транспорту (повітряний, внутрішній водний, морський, трубопровідний, залізничний та автомобільний) технологічну еволюцію та функціонував окремо відповідно до модальної регулюючої структурою протягом більшої частини 20 століття. З розвитком контейнеризації у середині 1900-х років, переорієнтацією на дерегулювання ближче до кінця століття та новим акцентом на логістику та глобальні вимоги до ланцюжка поставок створюються умови подальшого зростання інтермодальних перевезень.

Інтермодальна система перевезень є дуже важливою для сучасного транспортного сектору. Вона передбачає злагоджений перехід вантажів і пасажирів між різними видами транспорту, такими як автомобілі, залізниця, морські та річкові судна, літаки і т. д. Аспекти, визначаючі важливість інтермодальної системи, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Важливість інтермодальної системи перевезень

Аспект	Опис
Ефективність	Інтермодальна система дозволяє максимально використовувати переваги кожного виду транспорту. Наприклад, вантажі можуть бути перевезені по морю на великі відстані, а потім перевантажені на залізницю або автотранспорт для доставки на пункт призначення. Це допомагає знизити витрати на транспортування і скоротити час

	доставки
Екологічна стійкість	Інтермодальні перевезення сприяють зменшенню негативного впливу на довкілля. Використання більш ефективних видів транспорту, таких як залізниця і водний транспорт, допомагає знизити викиди шкідливих речовин та вуглекислого газу
Зменшення дорожньо-транспортних заторів	Інтермодальна система сприяє розподілу транспортного потоку між різними видами транспорту. Це допомагає знизити навантаження на дороги і зменшити ймовірність заторів, що поліпшує мобільність і ефективність перевезень
Глобальна коннективність	Інтермодальна система перевезень сприяє зміцненню зв'язків між різними регіонами та країнами. Вона забезпечує зручний доступ до міжнародних ринків, сприяє розвитку торгівлі та економічному зростанню
Безпека	Інтермодальна система може бути більш безпечною, оскільки вона може використовувати спеціалізовані види транспорту для перевезення вантажів, які вимагають особливих умов (наприклад, небезпечних речовин або холодильних продуктів)

Інтермодальність в контексті перевезень означає використання комбінації різних видів транспорту для перевезення вантажів з одного пункту до іншого. Контейнерні перевезення є одним з ключових елементів інтермодальної системи.

Наливні вантажі, такі як нафта, газ, насіння, зерно, цемент, вугілля та інші сипучі матеріали, є одним з видів вантажів, при перевезенні яких застосовують інтермодальну систему.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для перевезення наливних вантажів в інтермодальній системі використовують спеціалізовані контейнери або транспортні засоби, які забезпечують безпеку та ефективність перевезення.

Таблиця 2

Різновиди методів перевезень вантажу

Метод перевезення	Опис
Контейнери для наливних вантажів	Існують спеціалізовані контейнери, які призначені для перевезення наливних вантажів. Ці контейнери мають вбудовані системи для завантаження та розвантаження, а також засоби контролю за витіканням матеріалу. Вони можуть бути перевантажені з корабля на залізницю або автомобіль для доставки на кінцеву точку
Цистерни	Для перевезення наливних вантажів по залізниці використовують цистерни з відповідною системою навантаження та розвантаження. Це дозволяє ефективно переміщати вантажі на великі відстані по залізничних мережах
Танкери	Для морського перевезення наливних вантажів використовуються спеціалізовані танкери або судна з вантажними трюмами, призначеними для наливних матеріалів. Ці судна мають спеціальні системи для завантаження та розвантаження наливних вантажів
Бункерні послуги	Для наливних вантажів, таких як паливо, здійснюються бункерні послуги, де спеціалізовані судна постачають паливо для інших суден, що перебувають у портах або на відкритому морі

Інтермодальна система дозволяє ефективно перевозити наливні вантажі, забезпечуючи безпеку, швидкість та оптимізацію логістичних процесів. Використання спеціалізованих контейнерів, вагонів, цистерн і суден дозволяє зручно та ефективно перевозити різні типи наливних вантажів.

Для інших типів вантажів використовують стандартизовані контейнери. Контейнери можуть бути завантажені на кораблі, потім перевантажені на залізницю або автомобіль для дороговказу, або навпаки. Основні переваги контейнерних перевезень та їх взаємозв'язок з інтермодальністю наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Переваги інтермодальної системи

Переваги	Опис
Зниження витрат	Використання контейнерів дозволяє оптимізувати завантаження вантажу та використання простору в транспортних засобах. Це знижує витрати на перевезення та підвищує ефективність логістичних процесів
Гнучкість	Можливість комбінувати різні види транспорту за потребою
Екологічна сталість	Зменшення викидів CO <sub>2</sub> і впливу на навколишнє середовище
Швидкість	Контейнерні перевезення дозволяють здійснювати швидкі переходи вантажу між різними видами транспорту. Це забезпечує більш точний графік доставки та зменшує час, який витрачається на перевезення
Надійність	Контейнери надають захист вантажу від погодних умов, ушкоджень та крадіжок. Вони забезпечують безпеку та цілісність вантажу протягом

	усього маршруту перевезення
Міжнародна конективність	Контейнерні перевезення є основним засобом для глобальної торгівлі, оскільки дозволяють ефективно переміщувати вантажі між різними країнами та континентами. Вони забезпечують легку перевізку вантажів через моря, залізниці, автошляхи та повітряні маршрути
Зручність	Спрощення процесу перевезення та розподілу вантажу
Стандартизація	Контейнери мають стандартні розміри та специфікації, що дозволяє легко переміщувати їх між різними видами транспорту. Це спрощує перевантаження вантажу та зменшує час, затрачений на обробку

Інтермодальність і контейнерні перевезення сприяють ефективності, гнучкості, швидкості та глобальній конективності вантажних перевезень. Вони є невід'ємною частиною сучасної логістичної системи, сприяючи економічному розвитку та світовій торгівлі. Загалом, інтермодальна система перевезень грає важливу роль у забезпеченні ефективності, стійкості, конективності та безпеки транспортних потоків. Вона є необхідною для підтримки економічного розвитку та сталого розвитку в різних галузях, таких як логістика, торгівля та туризм.

Інтермодальні перевезення можуть приносити різні матеріальні вигоди для різних учасників логістичного ланцюжка.

Таблиця 4

#### Матеріальні переваги інтермодальної системи

Матеріальні вигоди	Опис
Зниження витрат	Оптимальне використання різних видів транспорту зменшує загальні витрати

Ефективне використання ресурсів	Оптимальне використання розладів, потоків транспорту та інфраструктури
Швидкість доставки	Зменшення часу доставки завдяки ефективному поєднанню різних видів транспорту
Збільшення продуктивності	Покращення продуктивності завдяки зменшенню затримок та оптимізації логістичних процесів
Збільшення доступності ринків	Доступ до віддалених або відокремлених ринків, що розширює потенціал збуту
Зниження ризику	Мінімізація ризику втрати або пошкодження вантажу під час перевезення

Однак інтермодальність не завжди може бути найкращим варіантом, особливо для коротких подорожей, які можна здійснити лише одним видом транспорту. У цьому випадку терміни доставки можуть бути збільшені. Наприклад, автомобільне транспортування вантажівкою інколи може бути швидшим, хоча це забруднює більше, ніж розміщення вантажу на вантажному потязі. Саме менеджер з логістики повинен зважити плюси і мінуси кожного варіанту та визначити найбільш ефективну стратегію транспортування для організації.

Загалом, інтермодальні перевезення можуть приносити матеріальну вигоду у вигляді зниження витрат, оптимального використання ресурсів, зменшення перевантажень та затримок, покращення продуктивності та доступності ринків. Це сприяє підвищенню ефективності та конкурентоспроможності бізнесу.



## 2.2 Впровадження різних видів транспорту в організації інтермодальних перевезень

Організація ефективних систем перевезень є ключовим аспектом розвитку сучасного глобального господарства. Використання різних видів транспорту в інтермодальних перевезеннях може забезпечити оптимальний шлях доставки товарів, знижуючи витрати та збільшуючи ефективність.

Інтермодальні перевезення – це система перевезень, в якій використовуються різні види транспорту (наприклад, автомобілі, поїзди, судна, літаки) для доставки вантажів з точки А до точки Б. Така система оптимальна для ситуацій, коли використання одного виду транспорту не є вигідним з різних причин, таких як відстань, вага вантажу, термін доставки та інші фактори.

Для організації інтермодальних перевезень використовуються різні види транспорту, зокрема:

- Автомобільний транспорт. Вантажівки та фургони використовуються для перевезення вантажів по дорогах, що є найбільш поширеним видом транспорту в багатьох країнах.
- Залізничний транспорт. Залізниці є важливою складовою системи інтермодальних перевезень, забезпечуючи велику ємність та ефективність для перевезення великого обсягу вантажів на великі відстані.
- Водний транспорт. Судна та кораблі використовуються для перевезення великих вантажів через моря, річки та озера. Водний транспорт є економічним та екологічно чистим варіантом для довгих відстаней.
- Повітряний транспорт. Літаки використовуються для швидкого перевезення вантажів на великі дистанції. Це особливо важливо для доставки вантажів в міжнародному масштабі.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

Впровадження різних видів транспорту в організації інтермодальних перевезень має кілька переваг:

- Ефективність. Вибір найбільш оптимального виду транспорту для кожного етапу маршруту забезпечує швидку та ефективну доставку вантажу.
- Економічність. Використання різних видів транспорту дозволяє знизити витрати на перевезення та оптимізувати логістичні процеси.
- Екологічна стійкість. Комбінація різних видів транспорту може допомогти зменшити вплив на навколишнє середовище, знизити викиди вуглецю та інші шкідливі викиди.
- Глобальна досяжність. Інтермодальні перевезення дозволяють досягти віддалених регіонів та міжнародних ринків, забезпечуючи глобальну доступність для підприємств.

Особливості кожного виду транспорту в інтермодальній системі перевезень включають різні характеристики, переваги та обмеження.

#### 1. Автомобільний транспорт:

- Характеристики: Автомобільний транспорт є найбільш поширеним видом транспорту в інтермодальних перевезеннях. Він забезпечує гнучкість та доступність, оскільки дорожні мережі покривають багато регіонів. Вантажівки та фургони використовуються для перевезення вантажів на початковому та кінцевому етапі інтермодальних перевезень.

- Переваги: Широке мережеве охоплення, гнучкість у виборі маршруту, можливість доставки "від дверей до дверей", зручність в перевезенні вантажів різних розмірів та типів.

- Обмеження: Обмежена вантажопідйомність, обмеження щодо великого обсягу перевезень, обмежена швидкість, залежність від дорожнього стану та дорожнього руху.

#### 2. Залізничний транспорт:

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

- Характеристики: Залізниця є важливим компонентом інтермодальної системи перевезень. Вона забезпечує велику ємність та ефективність для перевезення великого обсягу вантажів на великі відстані.

- Переваги: Висока вантажопідйомність, ефективність для довгих відстаней, менша залежність від дорожнього руху порівняно з автомобільним транспортом, можливість перевозити небезпечні та великогабаритні вантажі.

- Обмеження: Обмежена гнучкість у виборі маршруту, потреба у спеціальних терміналах для завантаження та розвантаження, можливість затримок через розклади та інфраструктурні обмеження.

### 3. Водний транспорт:

- Характеристики: Водний транспорт, такий як судна та кораблі, є важливим елементом інтермодальних перевезень, особливо для доставки великих вантажів через моря, річки та озера.

- Переваги: Велика вантажопідйомність, економічність для довгих відстаней, низька вартість палива порівняно з іншими видами транспорту.

- Обмеження: Обмежена гнучкість у виборі маршруту, потреба у доступному порту для завантаження та розвантаження, залежність від погодних умов та сезонності.

### 4. Повітряний транспорт:

- Характеристики: Повітряний транспорт, такий як літаки, забезпечує швидку доставку вантажів на велику відстань.

- Переваги: Швидкість доставки, глобальна досяжність, можливість перевезення вантажів великого обсягу на великі відстані, незалежність від дорожнього руху.

- Обмеження: Високі витрати, обмежена вантажопідйомність для великого обсягу перевезень, необхідність спеціальних аеропортових терміналів та інфраструктури.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

Для організації інтермодальних перевезень наливних вантажів найбільш вигідним видом транспорту є водний транспорт, зокрема судна та кораблі.

Таблиця 5

Переваги водного транспорту в інтемодалності

Причина	Опис
Велика вантажопідйомність	Водні судна та кораблі можуть перевозити великі обсяги наливних вантажів, таких як нафта, газ, нафтопродукти, зерно та інші товари. Це дозволяє економічно і ефективно перевозити великі обсяги вантажу одним разом
Економічність	Водний транспорт зазвичай має нижчі витрати на перевезення на великі відстані порівняно з іншими видами транспорту, такими як повітряний транспорт. Такі перевезення можуть бути більш економічно вигідними, особливо при великих обсягах вантажу
Широке географічне охоплення	Водний транспорт дозволяє доставку вантажу через моря, річки та озера, що забезпечує доступ до різних регіонів та міжнародних ринків. Це особливо важливо для глобальних логістичних ланцюгів
Екологічна стійкість	Водний транспорт зазвичай має менший вуглецевий слід та нижчі викиди шкідливих речовин порівняно з іншими видами транспорту, такими як автомобільний або повітряний. Це сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля.
Стійкість до затримок	Водний транспорт не залежить від дорожнього руху та інших перешкод, що можуть виникати на суходолі або в повітряному просторі. Це дозволяє

	зменшити ризик затримок та забезпечити більш точне планування логістичних операцій.
--	---

Висновок. Впровадження різних видів транспорту в організації інтермодальних перевезень є важливим фактором для досягнення оптимальної логістики і забезпечення швидкої та ефективної доставки вантажів. Комбінація автомобільного, залізничного, водного та повітряного транспорту дозволяє забезпечити гнучкість, економічність та екологічну стійкість в системі перевезень. Проте, зважаючи на переваги різних видів транспорту, використання водного транспорту є найбільш вигідним для організації інтермодальних перевезень наливних вантажів. Однак, слід враховувати конкретні умови, включаючи географічне положення, доступність портів та терміналів, час доставки та інші фактори, що можуть впливати на вибір оптимального транспортного рішення.

Враховуючи особливості кожного виду транспорту, розроблення оптимальних комбінацій в рамках інтермодальної системи перевезень дозволяє досягти ефективно та економічно вигідної логістики.

### 3. ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦИПУ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ В ІНТЕРМОДАЛЬНУ СИСТЕМУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

#### 3.1 Розрахунок кількості шкідливих викидів при інтермодальних перевезеннях

Інтермодальні перевезення відносяться до систем перевезення, де вантаж може бути переміщений використовуючи різні види транспорту (наприклад, автомобільний, залізничний, морський, повітряний). Це передбачає використання комбінації різних модальних сполучень, забезпечуючи оптимальний маршрут та ефективне використання ресурсів.

У контексті сталого розвитку та збереження навколишнього середовища, розрахунок кількості шкідливих викидів є важливим завданням. Це дозволяє оцінити екологічну ефективність різних видів транспорту та порівняти їх вплив на довкілля. Розрахунки шкідливих викидів допомагають розробляти стратегії зменшення негативного впливу на атмосферу, водні ресурси та ґрунти.

Різновиди шкідливих викидів від транспортних засобів,  
що використовуються в інтермодальній системі  
перевезень

Вуглеводні та інші органічні сполуки	Гарячі викиди
Оксид азоту $NO_x$	Холодні викиди
Вуглекислий газ $CO_2$	Діоксид сірки $SO_2$
Метан $CH_4$	Свинець Pb
Діоксид азоту $N_2O$	

Рис. 18. Різновиди шкідливих викидів, спричинених транспортними засобами, які використовуються в інтермодальній системі перевезень

Під час інтермодальних перевезень можуть виникати різні типи шкідливих викидів, включаючи:

- Викиди вуглеводнів та інших летких органічних сполук, що призводять до формування смогу та негативно впливають на якість повітря.
- Викиди оксидів азоту, що сприяють утворенню кислотного дощу та атмосферного забруднення.
- Викиди парникових газів, таких як вуглекислий газ ( $CO_2$ ), метан ( $CH_4$ ) та діоксид азоту ( $N_2O$ ), які впливають на глобальне потепління.
- Гарячі викиди.
- Холодні викиди.

Кількість шкідливих викидів при інтермодальних перевезеннях залежить від різних факторів, таких як:

- Типи транспорту, використовувані в системі інтермодальних перевезень. Кожен вид транспорту має свої особливості щодо шкідливих викидів.
- Відстань, яку необхідно пройти для доставки вантажу. Зазвичай, більша відстань призводить до більшої кількості викидів.
- Ефективність роботи транспортних засобів. Сучасні технології та енергоефективність можуть знизити кількість викидів.

Методи розрахунку кількості шкідливих викидів, включають в себе інвентаризаційний підхід та математичне моделювання.

Один з поширених методів розрахунку кількості шкідливих викидів є інвентаризаційний підхід. Він передбачає збір даних про кількість перевезень, типи транспорту та види використовуваних палив. На основі цих даних розраховується кількість викидів різних забруднюючих речовин.

Математичне моделювання є ще одним підходом до розрахунку кількості шкідливих викидів. Воно базується на використанні математичних моделей, які враховують різні фактори, такі як швидкість руху, навантаження

транспортних засобів, характеристики палива та ефективність засобів перевезення.

Для розрахунку шкідливих викидів від різних видів транспорту можуть застосовуватися різні формули, залежно від типу забруднюючих речовин та характеристик транспортного засобу. Нижче наведено кілька загальних формул для розрахунку шкідливих викидів деяких типових забруднюючих речовин:

Розрахунок кількості вуглекислого газу ( $CO_2$ ):

$$CO_{2, \text{викид}} = \text{Об'єм вантажу} \times \text{Коефіцієнт емісії вуглекислого газу}$$

де  $CO_{2, \text{викид}}$  – кількість вуглекислого газу, викинутого в атмосферу (у кілограмах або тоннах);

**Об'єм вантажу** – об'єм перевезеного вантажу (у кубічних метрах або тоннах); **Коефіцієнт емісії вуглекислого газу** – коефіцієнт емісії вуглекислого газу для конкретного типу транспорту (у кілограмах або тоннах  $CO_2$  на одиницю об'єму вантажу).

Розрахунок кількості оксидів азоту ( $NO_x$ ):

$$NO_{x, \text{викид}} = \text{Об'єм вантажу} \times \text{Коефіцієнт емісії } NO_x$$

де  $NO_{x, \text{викид}}$  – кількість оксидів азоту, викинута в атмосферу (у кілограмах або тоннах);

**Коефіцієнт емісії  $NO_x$**  – коефіцієнт емісії оксидів азоту для конкретного типу транспорту (у кілограмах або тоннах  $NO_x$  на одиницю об'єму вантажу).

Розрахунок кількості викидів вуглеводнів (НС):

$$HC_{\text{викид}} = \text{Об'єм вантажу} \times \text{Коефіцієнт емісії НС}$$

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47



де  $HC_{\text{викид}}$  – кількість вуглеводнів, викинута в атмосферу (у кілограмах або тоннах);

**Коефіцієнт емісії  $HC$**  – коефіцієнт емісії вуглеводнів для конкретного типу транспорту (у кілограмах або тоннах  $HC$  на одиницю об'єму вантажу).

Викиди внаслідок випаровування в гарячому стані – це викиди, що виникають, коли гарячий двигун вимикається. Тепло від двигуна та вихлопної системи підвищує температуру палива в системі, яке більше не надходить. Чаші поплавця карбюратора є особливо значним джерелом викидів гарячого замокання.

Такі викиди залежать від низки факторів, включаючи відстань, яку проїжджає кожен транспортний засіб, його швидкість (або тип дороги), вік, об'єм двигуна та вагу. Багато країн не мають надійних оцінок цих даних. Тому було запропоновано метод оцінки викидів за наявними твердими даними. Однак важливо, щоб кожна країна використовувала найкращі наявні дані. Це питання, яке має вирішувати кожна країна окремо.

Основна формула для оцінки гарячих викидів з використанням експериментально отриманих коефіцієнтів викидів:

$$\text{Викиди [г]} = \text{коефіцієнт викидів [г/км]} \times \text{кілометри автомобіля на рік [км]}$$

Холодний запуск двигуна, порівняно з «гарячими», призводить до додаткових викидів. Такі викиди відносяться для всіх категорій транспортних засобів. Однак коефіцієнти викидів доступні або можуть бути обґрунтовано оцінені лише для легкових автомобілів, що працюють на бензині, дизельному паливі та зрідженому газі. Крім того, вони не вважаються функцією віку автомобіля.

Ці викиди розраховуються як додаткові, які можна було б очікувати, якби всі транспортні засоби працювали лише з гарячими двигунами та розігрітими каталізаторами. Коефіцієнт, співвідношення холодних і гарячих

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

викидів, використовується і застосовується до частки кілометрів, пройдених з холодними двигунами. Ці фактори можуть відрізнятися від країни до країни. Різна поведінка під час водіння (різна тривалість поїздки), а також клімат із різним часом (і, отже, відстанню), необхідним для прогріву двигуна та/або каталізатора, впливають на частку відстані, пройденої з холодними двигунами. Ці фактори слід взяти до уваги, але, зважаючи на те, що інформація може бути недоступна для того, щоб зробити це повністю в усіх країнах, оцінки повинні закрити виявлені прогалини.

Холодні викиди вводяться в розрахунок як додаткові викиди на км за допомогою такої формули:

$$E_{cold;ij} = \beta_j \times m_j \times e^{hot} \times (e^{cold} / e^{hot} - 1)$$

де  $E_{cold;ij}$  – викиди забруднювача  $i$  при холодному запуску (за рік), спричинені категорією транспортного засобу  $j$  (припущення: усі оцінки холодного запуску розподіляються на міську їзду);

$\beta_j$  – частка пробігу з холодними **двигуном<sup>2</sup>** або каталізатором, який працював нижче температури вимкнення;

$m_j$  – загальний річний пробіг транспортного засобу категорії  $j$ ;

$e^{cold} / e^{hot}$  – співвідношення холодних і гарячих викидів.

Параметр  $\beta$  залежить від температури навколишнього середовища  $t_a$  (з практичних міркувань пропонується використовувати середньомісячну температуру) і модель використання транспортного засобу, зокрема середню довжину поїздки  $l_{trip}$ . Однак, оскільки доступу до інформації про  $l_{trip}$  немає у багатьох країнах для всіх класів транспортних засобів, деякі спрощення були введені для деяких категорій транспортних засобів.

Співвідношення  $e^{cold} / e^{hot}$  також залежить від температури навколишнього середовища та забруднювача.

Викиди діоксиду сірки  $SO_2$  оцінюються, припускаючи, що вся сірка в паливі повністю перетворюється на  $SO_2$  використовуючи формулу:

$$E_{SO_2} = 2 \sum_j \sum_l k_{S,l} \times b_{j,l}$$

де  $k_{S,l}$  – ваговий вміст сірки в паливі типу  $l$  [кг/кг];

$b_{j,l}$  – загальне річне споживання палива типу  $l$  у [кг] транспортними засобами категорії  $j$ . Для фактичного  $b_{j,l}$  береться розрахункова витрата палива.

Викиди свинцю Pb оцінюються з припущенням, що 75% свинцю, що міститься в паливі, викидається в повітря. Використовується формула:

$$E_{Pb} = 0,75 \sum_j k_{Pb} \times b_j$$

де  $k_{Pb}$  – ваговий вміст свинцю в бензині в [кг/кг];

$b_j$  – загальне річне споживання бензину в [кг] транспортними засобами категорії  $j$ , які експлуатувалися продовж року.

За фактичне значення  $b_j$  слід взяти статистичне споживання палива.

Важливо враховувати, що дані формули є загальними та можуть варіюватися в залежності від конкретних параметрів та особливостей досліджуваного виду транспорту.

Дослідження в галузі розрахунку кількості шкідливих викидів при інтермодальних перевезеннях є важливим кроком у напрямку розвитку сталого транспортного сектору та збереження довкілля.

### 3.2 Оцінка зменшення негативного впливу вантажних перевезень на навколишнє середовище

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

Перш за все, важливо розглянути різні види негативного впливу, які вантажні перевезення можуть мати на навколишнє середовище. Основні з них включають:

1. Забруднення повітря: Вантажні транспортні засоби викидають шкідливі речовини, такі як оксиди азоту (NO<sub>x</sub>), сульфури (SO<sub>x</sub>) та вуглецеві сполуки, що призводять до забруднення повітря та формування смогу. Це може мати шкідливий вплив на здоров'я людей та екосистеми.
2. Шумове забруднення: Великі вантажні автомобілі та поїзди генерують значний рівень шуму, що може спричинити негативні наслідки для людей, живих організмів та екологічної рівноваги в екосистемах.
3. Викиди токсичних речовин: Вантажні перевезення часто використовують паливо, яке містить токсичні речовини, такі як свинець Pb, бензопірен C<sub>20</sub>H<sub>12</sub> та інші шкідливі речовини. Викиди цих токсинів можуть негативно впливати на якість ґрунту, водойм та біологічну різноманітність.
4. Енергетичні витрати: Вантажні перевезення вимагають значних енергетичних ресурсів, особливо при використанні традиційних видів палива. Споживання цих ресурсів призводить до викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин, що сприяє зміні клімату та екологічним проблемам.

Для зменшення негативного впливу вантажних перевезень на навколишнє середовище розробляються різні екологічно чисті технології та методи. Основні з них включають:

1. Електричні та гібридні двигуни: Використання електричних або гібридних приводів вантажних автомобілів та поїздів може значно знизити викиди шкідливих речовин та рівень шуму. Ці технології використовують батареї та електричні мотори для забезпечення руху транспортних засобів.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

2. Використання альтернативних видів палива: Використання біопалива, водню, скрапленого (CNG) та зрідженого (LPG) природного газу та інших альтернативних видів палива може знизити кількість викидів токсичних речовин і парникових газів.
3. Вдосконалення систем керування вантажним транспортом: Використання сучасних систем керування рухом, оптимізації маршрутів та управління вантажем може допомогти зменшити витрати палива та забезпечити більш ефективне використання ресурсів.
4. Інтермодальні перевезення: Використання комбінації різних видів транспорту, таких як залізниця, водний транспорт та авіація, може допомогти знизити негативний вплив вантажних перевезень шляхом ефективного використання ресурсів та зменшення кількості вантажних транспортних засобів на дорогах.

Оцінка ефективності застосування екологічно чистих технологій та методів є важливим етапом у дослідженні зменшення негативного впливу вантажних перевезень на навколишнє середовище. Для цього можуть бути використані наступні підходи:

1. Аналіз викидів та забруднень: Оцінка кількості викидів шкідливих речовин, таких як оксиди азоту (NO<sub>x</sub>) та сульфури (SO<sub>x</sub>), здійснюється за допомогою вимірювань та моделювання. Також слід провести аналіз забруднення повітря та води, спричиненого вантажними перевезеннями.
2. Вимірювання рівня шуму: Здійснення вимірювань шуму, спричиненого вантажними транспортними засобами, дозволяє оцінити його вплив на навколишнє середовище та прийняти заходи для зменшення рівня шуму.
3. Економічний аналіз: Оцінка витрат та ефективності екологічно чистих технологій та методів проводиться через економічний аналіз, який

враховує витрати на впровадження, зниження споживання палива та викидів, а також можливі економічні вигоди.

4. Оцінка впливу на клімат: Зменшення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин може мати позитивний вплив на зміну клімату. Оцінка цього впливу проводиться за допомогою кліматичних моделей та показників енергоефективності.

Під час дослідження зменшення негативного впливу вантажних перевезень на навколишнє середовище слід враховувати як позитивні, так і негативні аспекти застосування екологічно чистих технологій.

Позитивні аспекти включають зменшення забруднення повітря та води, зменшення рівня шуму, зменшення викидів токсичних речовин та парникових газів, збільшення енергоефективності та зниження споживання палива. Впровадження екологічно чистих технологій може сприяти сталому розвитку та покращенню якості життя людей.

Однак, негативні аспекти також потрібно враховувати. Наприклад, впровадження нових технологій може вимагати значних витрат на їх розробку, виробництво та впровадження. Деякі екологічно чисті технології також можуть мати обмежену ефективність або бути несумісними з існуючою інфраструктурою.

Тому важливо провести всебічний аналіз та оцінку різних аспектів зменшення негативного впливу вантажних перевезень на навколишнє середовище, щоб знайти оптимальний баланс між екологічною ефективністю, економічними факторами та можливостями впровадження.

Для прикладу візьмемо доставку 300 м<sup>3</sup> зрідженого природного газу (LPG) з відповідного газового терміналу Ras Laffan, Катар до LPG-терміналу Marmara Ereğlisi, Туреччина, далі Рені, Україна. Зважаючи на те, що використання контейнеровоза вимагає залучення додаткового транспорту, навіть, на початковому етапі, найбільш доцільним рішенням буде використати на початковому етапі або танкер, або автомобільний

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

транспорт безпосередньо з LPG-терміналу. Якщо варіант доставки з залученням танкера, в Marmara Ereğlisi необхідне перевантаження з танкера в газову цистерну автомобільного транспорту, який надалі відправиться в Рені. Інший варіант доставки – залучення лише автомобільного вантажного транспорту з Катару до України. Визначимо найбільш вигідний та екологічний спосіб.

Розглянемо спосіб доставки морським танкером, найбільш екологічним вантажним автомобільним транспортом, що задовольняє принцип зеленої логістики та звичайним вантажним автомобільним транспортом. З'ясуємо кількість викидів шкідливих речовин під час даної доставки та вартість грн.л/км.

В середньому морський танкер спалює, приблизно, 10 т дизельного палива на добу або, приблизно, 416 літрів на годину при швидкості 13 вузлів. При спалюванні одного літру дизельного палива утворюється 2,6 кг вуглекислого газу, який потрапляє в атмосферу. Місткість танкера, в середньому, 200 тисяч м<sup>3</sup> зрідженого природного газу. 300 м<sup>3</sup> це 0,15% від 200 тисяч м<sup>3</sup>.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

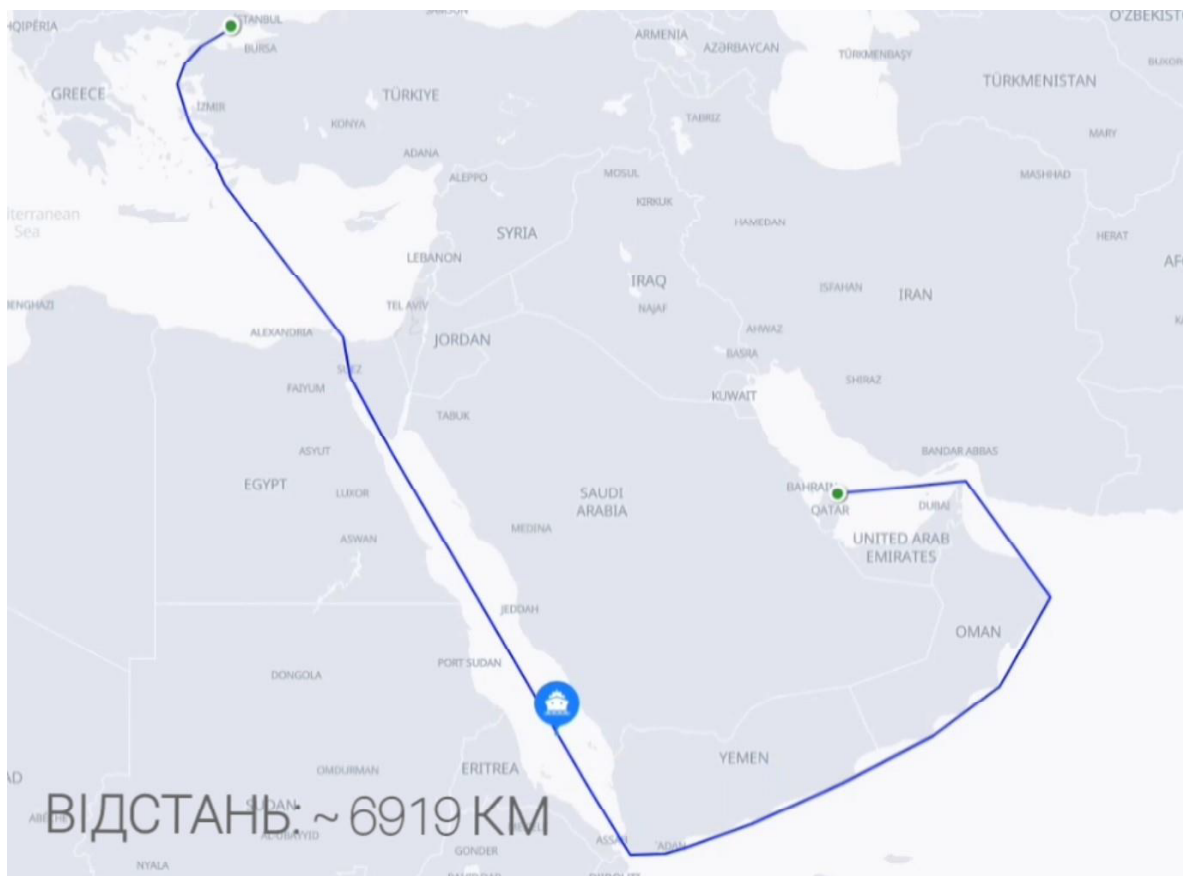


Рис. 19. Маршрут морського танкера з Катару до Туреччини.

Маршрут даного танкера проходить узбережжям Оману, Ємену через Суецький канал та Середземне море. Відстань, яку пройде танкер дорівнює 6 919 км.

Розрахуємо витрати палива морського танкера з катарського терміналу Ras Laffan до турецького терміналу Marmara Ereğlisi.

Для цього розрахуємо витрати палива на 1 кілометр:

Швидкість морського танкера 13 вузлів, що дорівнює 24 км/год. (1 вузол = 1,85 км/год,  $13 \text{ вузлів} \times 1,85 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 24 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ ). Відповідно, танкер витрачає 416 літрів дизпалива на кожні 24 кілометри.

Виходячи з цього, розраховуємо витрати дизпалива на 1 кілометр:

$$\frac{416 \text{ л}}{24 \text{ км}} = 17,3 \text{ л/км}$$

Витрати палива танкером за весь маршрут з Катару до Туреччини:

$$17,3 \frac{\text{л}}{\text{км}} \times 6919 \text{ км} = 119698,7 \text{ л} = 119,699 \text{ т}$$

Розрахуємо грошові витрати на паливо під час перевезення.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата



Вартість дизпалива, умовно, беремо турецьку. Вартість дизельного пального в Туреччині 0,88 євро за літр. Переведемо у гривні:

1 євро = 40,09 грн. Відповідно, вартість турецького дизпалива  $0,88 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 35,27 \text{ грн/л}$ .

Розраховуємо грошові витрати на одне перевезення танкером з Катару до Туреччини:

$$119\,689,7 \text{ л} \times 35,27 \text{ грн} = 4\,221\,456 \text{ грн}$$

Визначаємо кількість викиду танкером вуглекислого газу в атмосферу за час перевезення:

$$2,6 \text{ кг} \times 119\,698,7 \text{ л} = 311\,217 \text{ кг} = 311,217 \text{ т}$$

Під час доставки танкером зрідженого природного газу з Ras Laffan, Катар до Marmara Ereglisi, Туреччина, витрати палива в гривнях – 4 221 456 грн, викид  $\text{CO}_2$  – 311,217 т. З них наша частка 0,15%:

Витрати на паливо:

$$4\,221\,456 \text{ грн} \times 0,15\% = 6\,332 \text{ грн}$$

Викид  $\text{CO}_2$ :

$$311\,217 \text{ кг} \times 0,15\% = 466,8 \text{ кг}$$

Але незалежно від того, який процент місткості танкеру замовлений нами, кількість викидів і витраченого палива залишиться тою самою, адже танкер, зазвичай, має повну завантаженість.

Розглянемо ці самі аспекти доставки автомобільним транспортом, працюючому на дизпаливі, стандарту Євро-6. Газова цистерна має об'єм 45  $\text{м}^3$ . Для нашого замовлення зрідженого газу у 300  $\text{м}^3$  нам знадобиться декілька автомобілів:

$$\frac{300\text{м}^3}{45\text{м}^3} = 6,6 = 7 \text{ автомобілів}$$

Викид  $\text{CO}_2$  таким двигуном становить 0,5 г/км. Автомобіль DAF XF Euro 6 по рівнинній місцевості з середньою швидкістю 57 км/год витрачає палива 23,4 л/100км. Так, як вантажні автомобілі стандарту Євро 6

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

обладнанні системою SCR, разом з дизпаливом присутня витрата речовини AdBlue. Її витрата становить 3% від витрати дизпалива:

Витрата AdBlue:

$$23,4 \text{ л} \times 3\% = 0,7 \frac{\text{л}}{100\text{км}}$$

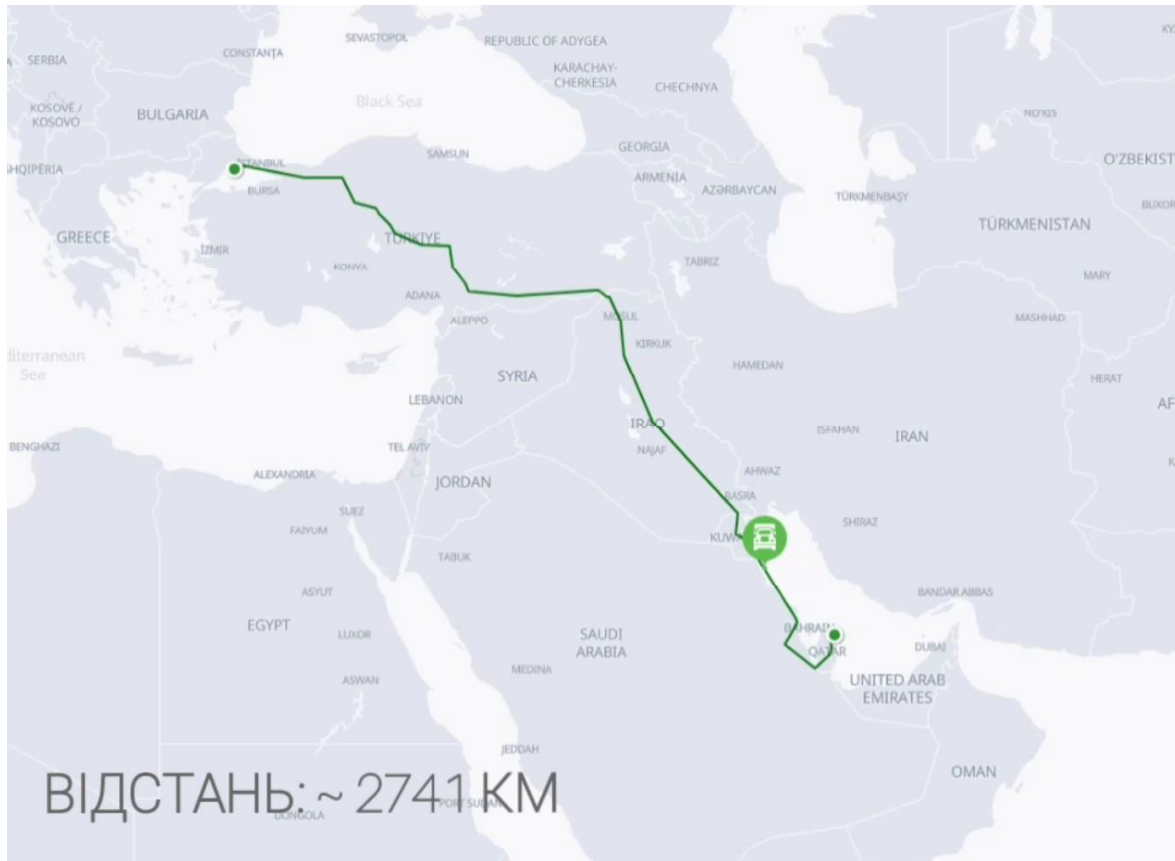


Рис. 20. Маршрут автомобільного транспорту з Катару до Туреччини.

Розраховуємо витрати дизпалива та AdBlue, а також кількість викидів  $\text{CO}_2$  на двох маршрутах: від Ras Laffan, Катар до Marmara Ereğlisi, Туреччина і від Ras Laffan, Катар до Рені, Україна. Відстань від Катару до Туреччини через Саудівську Аравію та Ірак становить, приблизно, 2741 км. Відстань від турецького LPG-терміналу до Рені через Болгарію та Румунію становить 712 кілометрів.

Витрати дизпалива до Туреччини:

$$\frac{23,4 \text{ л} \times 2741}{100} = 641,4 \text{ л}$$

Витрати AdBlue:

$$\frac{0,7 \times 2741}{100} = 19,2 \text{ л}$$

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розрахуємо грошові витрати на дизпаливо (0,88 євро/л) та AdBlue (0,6 євро/л).

Дизпаливо:

$$641,4 \text{ л} \times 0,88 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 564,4 \text{ євро або } 564,4 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 22\,628 \text{ грн}$$

AdBlue:

$$19,2 \text{ л} \times 0,6 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 11,52 \text{ євро або } 11,52 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 461,8 \text{ грн}$$

Загальні витрати становлять 22 628 грн + 461,8 грн = 23 090 грн.

Розрахуємо викиди CO<sub>2</sub>:

$$0,5 \frac{\text{г}}{\text{км}} \times 2741 \text{ км} = 1370,5 \text{ г або } 1,37 \text{ кг}$$

Витрати і кількість шкідливих викидів при перевезенні 300 м<sup>3</sup> газу становлять 23 090 грн × 7 = 161 630 грн; 1,37 кг CO<sub>2</sub> × 7 = 9,59 кг

Розрахуємо ті самі показники при перевезенні з Катару до України.

Відстань від Ras Laffan до Рені: 2741 км + 712 км = 3453 км.

Витрати дизпалива:

$$\frac{23,4 \text{ л} \times 3453}{100} = 808 \text{ л}$$

Витрати AdBlue:

$$\frac{0,7 \times 3453}{100} = 24,2 \text{ л}$$

Розрахуємо грошові витрати на дизпаливо (0,88 євро/л) та AdBlue (0,6 євро/л).

Дизпаливо:

$$808 \text{ л} \times 0,88 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 711 \text{ євро або } 711 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 28\,504 \text{ грн}$$

AdBlue:

$$24,2 \text{ л} \times 0,6 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 14,52 \text{ євро або } 14,52 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 582,1 \text{ грн}$$

Загальні витрати становлять 28 504 грн + 582,1 грн = 29 086,1 грн.

Розрахуємо викиди CO<sub>2</sub>:

$$0,5 \frac{\text{г}}{\text{км}} \times 3453 \text{ км} = 1726,5 \text{ г або } 1,727 \text{ кг}$$

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

Витрати і кількість шкідливих викидів при перевезенні 300 м<sup>3</sup> газу становлять 29 086,1 грн × 7 = 203 602,7 грн; 1,727 кг CO<sub>2</sub> × 7 = 12 кг

Розрахуємо ці показники більш екологічним автомобільним вантажним транспортом Volvo FH, двигун якого працює на суміші дизпалива та зрідженого газу. Витрати палива цього автомобіля становлять, в середньому, 31,3 л/100 км, але 95% суміші палива становить біо-метан, дизпаливо – 5%, а витрати AdBlue становлять на 20% менше від звичайних дизельних автомобілів. Завдяки поєднанню в паливній суміші біо-метану та дизпалива разом з системою SCR компанії Volvo вдалось досягнути на 88% менше викидів від звичайного дизельного вантажного автомобіля стандарту Euro 6.

Витрати AdBlue:

$$(31,3 \times 3\%) - 20\% = 0,75 \text{ л/100км}$$

Витрати палива до Туреччини:

$$\frac{31,3 \text{ л} \times 2741}{100} = 858 \text{ л}$$

З них витрати біо-метану: 858 л × 95% = 815,1 л

Витрати дизпалива: 858 л – 815,1 л = 42,9 л

Витрати AdBlue:

$$\frac{0,75 \times 2741}{100} = 20,5 \text{ л}$$

Розрахуємо грошові витрати на біо-метан (0,43 євро), дизпаливо (0,88 євро/л) та AdBlue (0,6 євро/л).

Біо-метан:

$$815,1 \text{ л} \times 0,43 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 350,5 \text{ євро або } 350,5 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 14 052 \text{ грн}$$

Дизпаливо:

$$42,9 \text{ л} \times 0,88 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 37,8 \text{ євро або } 37,8 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 1 515,4 \text{ грн}$$

AdBlue:

$$20,5 \text{ л} \times 0,6 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 12,3 \text{ євро або } 12,3 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 493,1 \text{ грн}$$

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

Загальні витрати становлять 14 052 грн + 1 515,4 грн + 493,1 грн = 16 060,5 грн.

Кількість викидів CO<sub>2</sub> не перевищує 12% від вантажівки DAF XF Euro 6 і складає 0,164 кг.

Витрати при перевезенні 300 м<sup>3</sup> газу становлять 16 060,5 грн × 7 = 112 423,5 грн, викиди CO<sub>2</sub> = 0,164 кг × 7 = 1,148 кг

Розрахуємо ті самі показники при перевезенні з Катару до України.

$$\frac{31,3 \text{ л} \times 3453}{100} = 1080,7 \text{ л}$$

З них витрати біо-метану: 1080,7 л × 95% = 1026,7 л

Витрати дизпалива: 1080,7 л – 1026,7 л = 54 л

Витрати AdBlue:

$$\frac{0,75 \times 3453}{100} = 25,9 \text{ л}$$

Розрахуємо грошові витрати на біо-метан (0,43 євро), дизпаливо (0,88 євро/л) та AdBlue (0,6 євро/л).

Біо-метан:

$$1026,7 \text{ л} \times 0,43 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 441,5 \text{ євро або } 441,5 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} \\ = 17 699,7 \text{ грн}$$

Дизпаливо:

$$54 \text{ л} \times 0,88 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 47,52 \text{ євро або } 47,52 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 1905 \text{ грн}$$

AdBlue:

$$25,9 \text{ л} \times 0,6 \frac{\text{євро}}{\text{л}} = 15,54 \text{ євро або } 15,54 \text{ євро} \times 40,09 \text{ грн} = 622,9 \text{ грн}$$

Загальні витрати становлять 17 699,7 грн + 1 905 грн + 622,9 грн = 20 227,6 гривень.

Викиди вуглекислого газу становлять 0,207 кг

Витрати при перевезенні 300 м<sup>3</sup> газу становлять 20 227,6 грн × 7 = 141 593,2 грн, викиди CO<sub>2</sub> = 0,207 кг × 7 = 1,449 кг

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

Визначимо найбільш екологічний та економний варіант доставки 300 м<sup>3</sup> зрідженого природного газу (LPG) з Ras Laffan, Катар до Рені, Україна.

Таблиця 6

Порівняння показників доставки 300 м<sup>3</sup> газу видів транспорту на одному маршруті

Показники	Катар – Туреччина		
	Танкер	DAF XF EURO 6	VOLVO FH газодизель
Витрати, грн	6332	161 630	112 423,5
CO <sub>2</sub> , кг	466,8	9,59	1,148

З таблиці бачимо, що морське перевезення значно дешевше, ніж автомобільне, але сучасний автомобільний транспорт більш екологічний.

Таблиця 7

Економічні показники та кількість викидів вуглекислого газу при доставці 300 м<sup>3</sup> вантажу з Катару до України різними способами

Способи	Показники	Витрати, грн	Викиди CO <sub>2</sub> , кг
Танкер + DAF XF EURO 6		48 304,7	469,21
Танкер + VOLVO FH газодизель		35 501,7	467
DAF XF EURO 6		203 602,7	12
VOLVO FH газодизель		141 593,2	1,449

Розрахуємо витрати та викиди CO<sub>2</sub> при доставці вантажу з Катару до України, використовуючи танкер до Туреччини та DAF XF EURO 6 або VOLVO FH газодизель з Туреччини до України.

Для цього визначимо показники економічності та екологічності автомобільного транспорту з Туреччини в Україну.

DAF XF EURO 6

Викиди CO<sub>2</sub>: 12 кг – 9,59 кг = 2,41 кг

Грошові витрати: 203 602,7 грн – 161 630 грн = 41 972,7 грн

VOLVO FH газодизель

Викиди CO<sub>2</sub>: 1,449 кг – 1,148 кг = 0,301 кг

Грошові витрати: 141 593,2 грн – 112 423,5 грн = 29 169,7 грн

Маршрут Катар – Україна за допомогою танкера та DAF XF EURO 6

Викиди CO<sub>2</sub>: 466,8 кг + 2,41 кг = 469,21 кг

Грошові витрати: 6 332 грн + 41 972,7 грн = 48 304,7 грн

Маршрут Катар – Україна за допомогою танкера та VOLVO FH газодизель

Викиди CO<sub>2</sub>: 466,8 кг + 0,301 кг = 467,1 кг

Грошові витрати: 6 332 грн + 29 169,7 грн = 35 501,7 грн

Виходячи з показників табл.7, робимо висновок, що доставку зрідженого природного газу (LPG) з Ras Laffan, Катар до Рені, Україна можна виконати двома способами, залежно від того, який аспект переважає. Якщо найважливіше досягти найменшої кількості шкідливих викидів, то найбільш доцільний варіант доставки буде за допомогою лише автомобільного вантажного транспорту, а саме VOLVO FH з газодизельним двигуном, технологія якого дозволяє значно знизити вплив на навколишнє середовище. Якщо переважає економія, то доцільніше доставити вантаж танкером до Туреччини, звідти, перевантаживши газ з танкера в автомобільну цистерну, використати VOLVO FH і довести вантаж до кінцевої точки.

Для прикладу порівняємо викиди вуглекислого газу повністю завантаженого танкера і відповідної кількості автомобілів DAF XF EURO 6 та газодизельної VOLVO FH на маршруті Ras Laffan, Катар – Marmara Ereğlisi, Туреччина.

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Завантажений танкер перевозить 200 тисяч м<sup>3</sup> зрідженого газу. Розрахуємо кількість автомобільних вантажних транспортних засобів для такого об'єму вантажу, зважаючи, що об'єм однієї автомобільної газової цистерни 45 м<sup>3</sup>.

$$\frac{200\,000\text{ м}^3}{45\text{ м}^3} = 4\,444,4 = 4\,445\text{ автомобілів}$$

Викиди CO<sub>2</sub> танкером: 466,8 кг

Викиди CO<sub>2</sub> DAF XF EURO 6: 1,37 кг × 4 445 = 6 089,6 кг

Викиди CO<sub>2</sub> VOLVO FH: 0,164 кг × 4 445 = 728,9 кг



Рис. 21. Порівняння кількості шкідливих викидів видами транспорту.

З діаграми бачимо, що від морського порту до морського порту найбільш екологічний вид транспорту – морський танкер. Проте, сучасні автовиробники навчилися робити вантажний автомобільний транспорт екологічним. Надалі автомобільний транспорт буде ставати ще екологічніше, адже світ прагне знизити вплив транспорту на навколишнє середовище до нуля відсотків і вже впроваджують стандарти, які обмежують використання того транспорту, який не відповідає вимогам екологічності. Тому автовиробники вимушені винаходити такі технології, які будуть відповідати запровадженим стандартам.



## ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було проведено дослідження з організації інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням впровадження принципів зеленої логістики. В процесі аналізу літературних джерел, статистичних даних та практичних прикладів було виявлено ряд важливих висновків:

1. Інтермодальні перевезення наливних вантажів мають значний потенціал для покращення ефективності та сталості логістичних процесів. Використання різних видів транспорту дозволяє знизити витрати на перевезення, зменшити відстань та час доставки, а також забезпечити більшу гнучкість та надійність. Інтермодальні перевезення можуть бути особливо ефективними для наливних вантажів, оскільки вони часто потребують спеціалізованого обладнання та зберігання, яке може бути забезпечено різними видами транспорту.
2. Впровадження принципів зеленої логістики у організацію інтермодальних перевезень наливних вантажів має велике значення для збереження навколишнього середовища та зменшення негативного впливу логістичних процесів. Зелена логістика передбачає застосування екологічно чистих видів транспорту, використання енергоефективних технологій, оптимізацію маршрутів та зменшення викидів шкідливих речовин. Це сприяє зниженню впливу логістичних процесів на забруднення повітря, води та ґрунту, а також зменшенню споживання природних ресурсів.
3. Успішна реалізація інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням принципів зеленої логістики потребує співпраці та партнерства між різними сторонами. Залучення логістичних операторів, перевізників, портових адміністрацій, державних органів та інших зацікавлених сторін є важливим для розвитку інтермодальних мереж та створення екологічно стійкої інфраструктури. Крім того,

					РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

необхідно забезпечити відповідну правову базу, що сприятиме розвитку інтермодальних перевезень та впровадженню зелених практик.

4. Дослідження практичних прикладів компаній, які успішно впроваджують принципи зеленої логістики у організацію інтермодальних перевезень наливних вантажів, показали позитивні результати. Такі компанії досягають зниження витрат, забезпечують більшу ефективність, поліпшують імідж та отримують конкурентні переваги. Це свідчить про те, що впровадження зелених практик не тільки екологічно обґрунтовано, але й економічно вигідно.

Отже, на основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що організація інтермодальних перевезень наливних вантажів з урахуванням впровадження принципів зеленої логістики є перспективним напрямом розвитку логістичних систем. Використання різних видів транспорту, зелених технологій та співпраця між сторонами можуть сприяти покращенню ефективності, екологічності та сталості логістичних процесів.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.020.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Muller G. Intermodal Freight Transportation 4th Edition / Gerhardt Muller., 1999. – 502 с.
2. Saxon S. Container shipping: The next 50 years / S. Saxon, M. Stone., 2017. – 36 с.
3. Ali H. A Comprehensive Literature Review on Green Supply Chain Management: Recent Advances and Potential Research Directions / H. Ali, M. Shoaib. – China: nternational Journal of Supply and Operations Management, 2023. – 19 с.
4. Gabriel Crainic T. Intermodal Transportation / T. Gabriel Crainic, K. Hwan Kim. – Korea: nternational Journal of Supply and Operations Management, 2005. – 83 с.
5. Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands / [J. Klein, J. Hulskotte, N. Ligterink та ін.]. – Netherlands, 2018. – 67 с.
6. Mobilising Green Investment 2023 Green Finance Strategy – United Kingdom: HM Government, 2023. – 132 с.
7. Gechbaia B. PROSPECTS FOR INTERMODAL AND CONTAINER TRANSPORTATION FOR GEORGIA'S INTEGRATION INTO THE GLOBAL TRANSPORT MARKET / B. Gechbaia, A. Tsilosani. – Batumi Navigation Teaching University, Batumi, Geo, 2022. – 17 с.
8. Cheng Y. Green Logistics, Green Human Capital, and Circular Economy: The Mediating Role of Sustainable Production / Y. Cheng, M. Masukujjaman, F. Ahammad Sobhani. – Basel, Switzerland, 2023. – 22 с.
9. Zhou B. Unveiling the Role of Green Logistics Management in Improving SMEs' Sustainability Performance: Do Circular Economy Practices and Supply Chain Traceability Matter? / B. Zhou, A. Bakkar Siddik, G. Zheng. – Basel, Switzerland, 2023. – 19 с.