

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МОРСЬКОГО ПРАВА ТА
МЕНЕДЖМЕНТУ

Кафедра менеджменту та економіки морського транспорту

Шонін Степан Олексійович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

НА ТЕМУ

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЛАНЦЮЖКА ПОСТАВОК ЗАДЛЯ
СТІЙКОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Спеціальність – 073 «Менеджмент»

Освітня програма – «Менеджмент в галузі морського та річкового
транспорту»

Науковий керівник
д.е.н., професор
Сотниченко Л.Л.

Здобувач вищої освіти _____

Науковий керівник _____

Завідуючий кафедрою _____

Нормоконтроль _____

Одеса 2024

ЗАВДАННЯ
на розробку кваліфікаційної роботи магістра
за темою:
«КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЛАНЦЮЖКА ПОСТАВОК ЗАДЛЯ
СТІЙКОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ»

	Зміст окремих частин дослідження	Строк виконання	Фактично виконано
1	2	3	4
1	Мета: розробка теоретико-методологічних основ та практичних рекомендацій для впровадження комплексного підходу до управління ланцюгами поставок, який забезпечує стійкість морських вантажних перевезень у контексті економічних, екологічних та соціальних викликів.	05.10.24	05.10.24
2	Об'єкт дослідження: ланцюги поставок, що функціонують у сфері морських вантажних перевезень	05.10.24	05.10.24
3	Предмет дослідження: теоретичні підходи, принципи та практичні інструменти забезпечення стійкості ланцюгів поставок у сфері морської логістики	05.10.24	05.10.24
4	ВСТУП	08.10.24	08.10.24
5	РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮЖКАМИ ПОСТАВОК У МОРЬСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ	22.10.24	22.10.24
6	РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І ЛАНЦЮЖКІВ ПОСТАВОК	12.11.24	12.11.24

7	РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО СТІЙКОГО ЛАНЦЮЖКА ПОСТАВОК У МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ	28.11.24	28.11.24
8	ВИСНОВКИ	05.12.24	05.12.24
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	05.12.24	05.12.24
10	Анотація	05.12.24	05.12.24
11	Формування ілюстративного матеріалу	08.12.24	08.12.24
12	Відгук керівника	12.12.24	12.12.24
13	Рецензування	12.12.24	12.12.24
14	Дата захисту	18.12.24	18.12.24

Здобувач вищої освіти

Керівник

Завідувач кафедри

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮЖКАМИ ПОСТАВОК У МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ	9
1.1. Особливості ланцюжків поставок у морських вантажних перевезеннях.....	9
1.2. Принципи забезпечення стійкості на морському транспорті	23
1.3. Особливості логістичного планування в умовах невизначеності.....	30
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І ЛАНЦЮЖКІВ ПОСТАВОК.....	37
2.1. Глобальні тенденції ринку морських перевезень.....	37
2.2. Аналіз стійкості ланцюжків поставок у морському транспорті.....	43
2.3. Інфраструктурні і технологічні обмеження морського транспорту.....	52
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО СТІЙКОГО ЛАНЦЮЖКА ПОСТАВОК У МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ.....	57
3.1. Методологія оптимізації морських логістичних процесів...	57
3.2. Інноваційні рішення для зниження впливу морських перевезень на довкілля.....	64
3.3. Практичні рекомендації та розрахунок економічної ефективності забезпечення стійкості морських перевезень..	69
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи. Морські вантажні перевезення є основою міжнародної торгівлі, забезпечуючи транспортування понад 80% товарів у світі. Завдяки масштабності, ефективності та економічній доцільності, цей вид транспорту відіграє ключову роль у функціонуванні глобальних ланцюгів поставок. Однак у сучасному світі галузь морських перевезень стикається з численними викликами. Серед них можна відокремити загострення кліматичних змін, зростання екологічного навантаження, економічну нестабільність, стрімкий розвиток цифрових технологій, а також високий рівень невизначеності на світових ринках.

Ефективність морських вантажних перевезень залежить від здатності ланцюгів поставок бути адаптивними, стійкими до зовнішніх впливів і водночас конкурентоспроможними. Це вимагає інтеграції принципів стійкого розвитку, які охоплюють економічну, екологічну та соціальну складові. Забезпечення стійкості ланцюгів поставок у морській логістиці є важливим завданням як для комерційних організацій, так і для державних структур, адже воно сприяє збереженню навколишнього середовища, покращенню умов праці та підвищенню економічної стабільності.

Незважаючи на наявність численних досліджень у сфері логістики, питання комплексного підходу до забезпечення стійкості ланцюгів поставок у морських перевезеннях залишаються недостатньо вивченими. Це визначає необхідність поглибленого аналізу та розробки інноваційних рішень, що враховують специфіку морського транспорту і сучасні виклики.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка теоретико-методологічних основ та практичних рекомендацій для впровадження комплексного підходу до управління ланцюгами поставок, який забезпечує стійкість морських вантажних перевезень у контексті економічних, екологічних та соціальних викликів.

Досягнення поставленої мети вимагало вирішення наступних взаємопов'язаних завдань, які визначили внутрішню логіку і структуру кваліфікаційної роботи:

- розглянути особливості ланцюжків поставок у морських вантажних перевезеннях;
- визначити принципи забезпечення стійкості на морському транспорті;
- дослідити особливості логістичного планування в умовах невизначеності;
- проаналізувати глобальні тенденції ринку морських перевезень;
- дослідити стійкість ланцюжків поставок у морському транспорті;
- визначити інфраструктурні і технологічні обмеження морського транспорту;
- дослідити методологію оптимізації морських логістичних процесів;
- розглянути інноваційні рішення для зниження впливу морських перевезень на довкілля;
- сформулювати практичні рекомендації забезпечення стійкості морських перевезень
- розрахувати економічну ефективність забезпечення стійкості морських перевезень.

Об'єктом дослідження в даній роботі є ланцюги поставок, що функціонують у сфері морських вантажних перевезень.

Предметом дослідження є теоретичні підходи, принципи та практичні інструменти забезпечення стійкості ланцюгів поставок у сфері морської логістики.

Методи дослідження. Для досягнення мети роботи використовувалися такі методи, як системний аналіз для вивчення структури та динаміки ланцюгів поставок у морських перевезеннях, методи статистичного аналізу

для оцінки тенденцій та ризиків у сфері морських вантажних перевезень, економіко-математичне моделювання для оцінки впливу факторів невизначеності на стійкість логістичних процесів, експертні методи для розробки рекомендацій щодо впровадження інноваційних технологій та підходів, порівняльний аналіз для вивчення найкращих практик у галузі сталого розвитку морської логістики.

У сучасному науковому середовищі питання стійкості морських вантажних перевезень достатньо вивчаються та обговорюються. Дослідженню окремих питань ефективності та стійкості ланцюжка поставок присвячені роботи Л. Сотниченко, М. Примачова, І. Кучер та інших. Разом із цим деякі специфічні питання з приводу підходів до ланцюжка поставок задля стійкості морських вантажних перевезень залишаються не розкритими повною мірою та потребують дослідження. Інформаційну базу дослідження становлять дані Міністерства інфраструктури України та Державної служби статистики, показники міжнародних рейтингів.

Елементи наукової новизни дослідження полягають в розробці теоретичних положень і науково-практичних рекомендацій щодо комплексного підходу до ланцюжка поставок задля стійкості морських вантажних перевезень, який враховує інтеграцію економічних, екологічних та соціальних аспектів

Практична значущість даної кваліфікаційної магістерської роботи має високу цінність і може бути використана логістичними операторами та транспортними компаніями для розробки стратегій підвищення ефективності та адаптивності своїх ланцюгів поставок, морськими портами для оптимізації операцій з урахуванням екологічних вимог і соціальної відповідальності, державними структурами для вдосконалення нормативно-правової бази, спрямованої на підтримку сталого розвитку морської логістики, освітніми та науково-дослідними установами для подальшого розвитку теоретичних і прикладних аспектів логістики морських перевезень.

Апробація результатів роботи. Основні результати кваліфікаційної роботи розглядалися на засіданні кафедри менеджменту та економіки морського транспорту та опубліковано тези: особливості ланцюжків поставок у морських вантажних перевезеннях. *Морське право та менеджмент: еволюція та сучасні виклики: матеріали Міжнародної студентської науково-практичної конференції*. Одеса: ВидатІнформ НУ ОМА, 2024.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮЖКАМИ ПОСТАВОК У МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

1.1. Особливості ланцюжків поставок у морських вантажних перевезеннях

Морські перевезення займають ключову роль у глобальних ланцюжках поставок, забезпечуючи близько 80% обсягів міжнародної торгівлі (за даними Міжнародної морської організації, ІМО). Їхня популярність обумовлена високою вантажопідйомністю, відносно низькою вартістю перевезення великих обсягів вантажів і можливістю транспортування на значні відстані [1, 2].

Основні види вантажів, що перевозяться морським транспортом, є:

- контейнерні вантажі — товари широкого вжитку, промислове обладнання.
- навалювальні вантажі — вугілля, зернові, руда.
- наливні вантажі — нафта, нафтопродукти, хімікати.
- спеціалізовані вантажі — автомобілі, товари, що вимагають температурного контролю.

Ланцюжок поставок у морському транспорті складається з декількох основних компонентів [3]:

1. **Порти.** Вони виконують функцію вузлів для перевантаження вантажів між морським і наземним транспортом. Ефективність портів значною мірою визначає продуктивність усього ланцюжка поставок. Важливим фактором є наявність сучасної інфраструктури: терміналів, кранів, автоматизованих складів.

Судноплавні компанії. Ці організації забезпечують перевезення вантажів між портами. Основними гравцями ринку є великі контейнерні лінії, такі як Maersk, MSC, CMA CGM [4].

2. Логістичні оператори та експедитори. Вони координують транспортування вантажу, забезпечуючи інтеграцію морського транспорту з іншими видами перевезень, такими як залізничні чи автомобільні.

3. Інформаційні системи. Управління морськими перевезеннями включає використання цифрових платформ для відстеження вантажів, оптимізації маршрутів і координації між учасниками ланцюжка.

Ключові переваги морських перевезень [5]:

1. Економічність. Морський транспорт є найдешевшим способом транспортування великих обсягів вантажів на далекі відстані.

2. Велика вантажопідйомність. Сучасні судна можуть перевозити десятки тисяч контейнерів одночасно.

3. Міжнародна інтеграція. Морські порти є частиною глобальної логістичної мережі, що сприяє розвитку міжнародної торгівлі.

Виклики, пов'язані з морськими перевезеннями:

1. Залежність від інфраструктури портів. Необхідність модернізації багатьох портів для підвищення їхньої пропускної здатності та забезпечення екологічної стійкості [6].

2. Кліматичні ризики. Урагани, шторми та зміна рівня моря можуть перешкоджати нормальному функціонуванню морських перевезень [7].

3. Вплив міжнародного регулювання. Введення стандартів ІМО щодо зниження викидів суднами (наприклад, MARPOL Annex VI) змушує компанії переходити на екологічно чисті технології, що вимагає значних інвестицій [8].

4. Тривалість транспортування. У порівнянні з авіаперевезеннями, морський транспорт значно повільніший, що впливає на ланцюжки поставок з чутливими до часу товарами.

Морські перевезення мають безпосередній вплив на економічну, екологічну та соціальну складові стійкості ланцюжка поставок:

- економічна складова: ефективне управління флотом і портовими операціями знижує логістичні витрати.
- екологічна складова: використання низьковуглецевих технологій (наприклад, перехід на LNG або електричні судна) допомагає зменшити екологічний вплив.
- соціальна складова: розвиток портової інфраструктури сприяє створенню робочих місць і економічному зростанню регіонів.

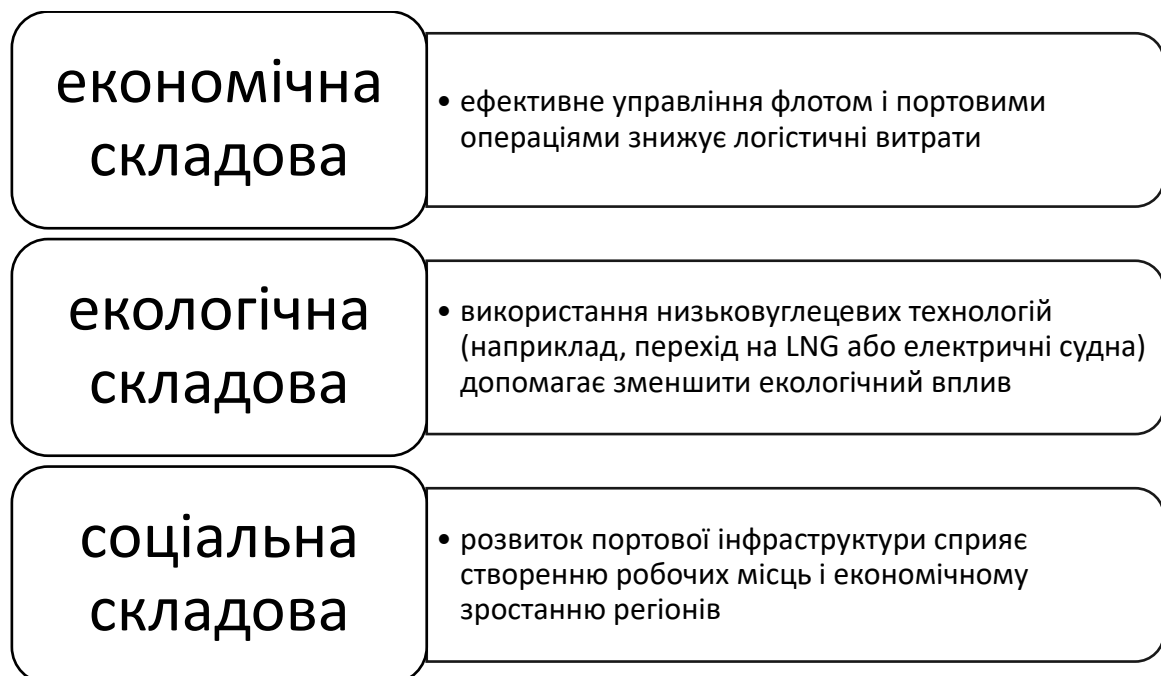


Рис. 1.1. Економічна, екологічна та соціальна складові стійкості ланцюжка поставок

Джерело: складено автором

Економічна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті:

1. Зниження витрат на транспортування [9].

Морський транспорт вважається одним із найбільш економічно вигідних способів перевезення вантажів, особливо на далекі відстані. Це досягається

завдяки великій вантажопідйомності суден, що дозволяє перевозити значний обсяг вантажів за один рейс, знижуючи витрати на одиницю продукції.

Фактори зниження витрат включають:

- економія масштабу. Використання великих контейнеровозів (Ultra Large Container Ships) дозволяє зменшити собівартість транспортування.
- консолідація вантажів. Логістичні оператори часто об'єднують вантажі від кількох клієнтів, що зменшує витрати для кожного з них.
- оптимізація маршрутів. Судноплавні компанії використовують інструменти прогнозування та цифрові платформи для планування маршрутів, що дозволяє мінімізувати час у дорозі та витрати на паливо.



Рис. 1.2. Економічна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті

Джерело: складено автором [9]

2. Зниження фінансових ризиків у ланцюжку поставок [10].

Морський транспорт дозволяє більш ефективно розподіляти ризики, пов'язані з перевезенням великих партій вантажів. До основних фінансових переваг належать:

- довгострокові контракти. Часто судноплавні компанії укладають довгострокові угоди з клієнтами, що забезпечує стабільність у ціноутворенні та дозволяє уникнути коливань вартості перевезень.
- інструменти хеджування. Для уникнення ризиків, пов'язаних із коливаннями цін на паливо, компанії використовують паливні деривативи (fuel hedging), що допомагає зберігати економічну стабільність.
- страхування вантажів. Морські перевезення супроводжуються обов'язковим страхуванням, яке знижує фінансові втрати у разі форс-мажорних обставин.

3. Підвищення ефективності роботи портів [11].

Ефективність портових операцій є ключовим фактором у забезпеченні економічної стійкості ланцюжків поставок. Сучасні порти інвестують у:

- автоматизацію процесів. Використання роботизованих кранів і автоматизованих систем управління зменшує час обробки вантажів і витрати на персонал.
- розвиток логістичної інфраструктури. Інтеграція морських портів із залізничними та автомобільними шляхами дозволяє зменшити витрати на мультимодальні перевезення.
- диверсифікацію послуг. Багато портів пропонують додаткові послуги, такі як зберігання, митне оформлення, що підвищує їхню економічну привабливість для клієнтів.

4. Інновації та цифровізація.

Цифрові технології відіграють важливу роль у підвищенні економічної ефективності морського транспорту:

- системи управління ланцюжками поставок (SCM). Вони дозволяють відстежувати вантажі в реальному часі, координувати операції між учасниками та знижувати логістичні витрати [12];
- блокчейн. Використання блокчейн-технологій у документообігу зменшує адміністративні витрати та прискорює процеси обміну інформацією [13];
- Big Data і штучний інтелект. Аналіз великих даних допомагає передбачати попит, оптимізувати перевезення та скорочувати витрати на технічне обслуговування суден [14].

5. Зменшення енергетичних витрат.

Оскільки витрати на паливо становлять значну частину операційних витрат у морських перевезеннях, судноплавні компанії активно впроваджують енергозберігаючі технології:

- використання альтернативних видів палива (зріджений природний газ, біопаливо, водень) [16];
- енергоефективні судна. Нові конструкції суден зі зниженим опором воді зменшують споживання палива;
- системи управління енергоспоживанням. Упровадження технологій для оптимізації витрат енергії на борту суден (наприклад, автоматичне регулювання швидкості) [17].

6. Створення додаткової економічної вартості.

Морський транспорт забезпечує створення додаткової вартості в регіонах, де розташовані порти. Це відбувається за рахунок [18]:

- зростання зайнятості. Робота портів і супутньої інфраструктури створює тисячі робочих місць;
- розвитку суміжних галузей. Логістичні центри, склади, транспортні компанії розвиваються навколо великих портів, що сприяє економічному зростанню регіону;
- інвестицій у місцеву економіку. Порти залучають іноземні інвестиції, сприяючи модернізації місцевої інфраструктури.

7. Конкурентні переваги для учасників ланцюжка поставок.

Підвищення економічної стійкості ланцюжка поставок через оптимізацію морських перевезень дозволяє учасникам отримати конкурентні переваги [19]:

- зменшення часу доставки завдяки ефективній координації між транспортними вузлами.
- стабільність цін на продукцію через контрольовані витрати на логістику.
- гнучкість у реагуванні на зміни попиту завдяки використанню резервів морської транспортної потужності.

Економічна складова стійкості є фундаментом для довгострокового розвитку морських перевезень і забезпечення стабільності в глобальних ланцюжках поставок. Вона інтегрує фінансову ефективність, інновації та стратегії зниження витрат для задоволення потреб усіх учасників логістичної системи.

Урахування особливостей морських перевезень дозволяє будувати стійкі та ефективні ланцюжки поставок, що відповідають вимогам сучасної логістики та екологічних стандартів.

Екологічна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті.

Екологічна складова спрямована на зменшення негативного впливу морського транспорту на довкілля та інтеграцію принципів сталого розвитку в управління ланцюжками поставок. Це передбачає впровадження екологічних технологій, відповідальне використання ресурсів і дотримання міжнародних стандартів [20].

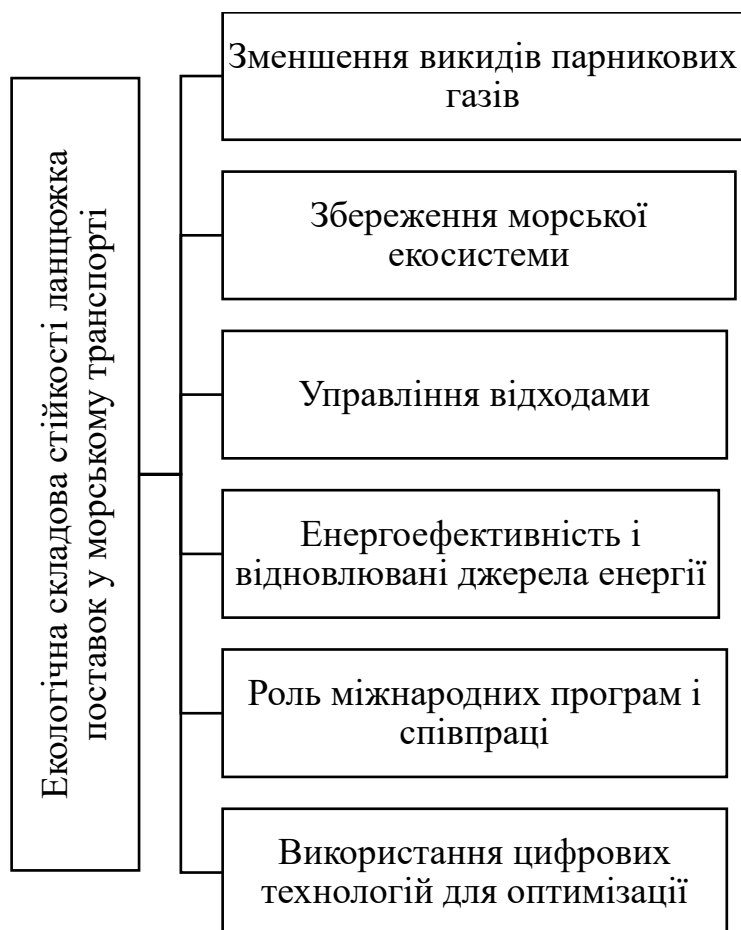


Рис. 1.3. Екологічна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті

Джерело: складено автором за [20]

Екологічна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті спрямована на:

1. Зменшення викидів парникових газів.

Морський транспорт є одним із значних джерел викидів парникових газів, зокрема CO₂, SO_x, та NO_x. За даними ІМО, морська галузь відповідає за близько 2,9% глобальних викидів CO₂. Для мінімізації цього впливу впроваджуються такі заходи:

1. Переходи на екологічні види палива:
 - зріджений природний газ (LNG). Знижує викиди CO₂ на 20-25% порівняно з традиційним мазутом [21];

- біопаливо та метанол. Забезпечують нейтральність викидів вуглецю [22];
- водень. Має великий потенціал як нульовий викидний ресурс [23].
- 2. Впровадження енергоефективних технологій [24]:
 - пропульсивні системи нового покоління: використання гребних гвинтів із високою ефективністю.
 - системи регулювання швидкості суден (slow steaming): зменшення швидкості знижує споживання палива і, відповідно, обсяг викидів.
- 3. Дотримання міжнародних стандартів [1, 25]:
 - стандарти IMO MARPOL Annex VI щодо зниження викидів SO_x і NO_x .
 - стратегія ІМО з декарбонізації: до 2050 року зменшити викиди CO_2 на 70% (у перерахунку на одиницю вантажу).

2. Збереження морської екосистеми.

Морський транспорт може завдати шкоди морським екосистемам через викиди, шумове забруднення, перевезення інвазивних видів тощо.

1. Зменшення забруднення вод:
 - установлення систем очищення баластних вод (Ballast Water Treatment Systems) для запобігання перенесенню інвазивних видів.
 - використання екологічно безпечних фарб для корпусів суден, що запобігають забрудненню токсичними речовинами.
2. Зменшення шумового впливу: використання конструктивних рішень для зменшення шуму від двигунів і гвинтів, які впливають на морських тварин.
3. Мінімізація ризиків розливу нафти: підвищення стандартів безпеки на танкерах і використання двокорпусних суден [26].

3. Управління відходами.

Морські перевезення генерують значні обсяги відходів, включаючи тверді відходи, шлаки та харчові залишки. Для мінімізації їхнього впливу застосовуються [21-23]:

1. Системи переробки та утилізації. Оснащення суден установками для переробки відходів.
2. Обмеження використання одноразових матеріалів. Впровадження багаторазових контейнерів та зменшення пластику.
3. Портові екологічні програми. Організація збору та утилізації відходів у портах.
4. Енергоефективність і відновлювані джерела енергії [16, 24]:
 1. Сонячні панелі та вітрові турбіни. Деякі сучасні судна вже оснащуються відновлюваними джерелами енергії для зменшення споживання палива.
 2. Гібридні енергетичні системи. Поєднання традиційних і відновлюваних джерел енергії зменшує залежність від викопного палива.
 3. Ефективні системи освітлення та кондиціонування. Упровадження LED-освітлення та енергоефективних систем клімат-контролю.
5. Використання цифрових технологій для оптимізації [14-15]:
 1. Big Data і штучний інтелект (AI): аналіз маршрутів, погоди та портової завантаженості допомагає зменшити споживання палива.
 2. Системи відстеження викидів: автоматизовані системи контролю обсягів викидів CO₂ на кожному етапі транспортування.
 3. Віртуальні симуляції: тестування нових конструкцій суден і маршрутів для зниження впливу на довкілля.
6. Роль міжнародних програм і співпраці:
 1. Програма "Green Shipping Programme": сприяє створенню низьковуглецевих і нульовиковуглецевих рішень для судноплавства [21].
 2. Глобальний альянс за стійке судноплавство (Getting to Zero Coalition): об'єднання зусиль судноплавних компаній, урядів і наукових установ для розробки екологічних технологій [27].
 3. Регулювання ЄС: Європейська система торгівлі квотами на викиди (EU ETS) поступово охоплює морський транспорт [28].
7. Переваги для ланцюжків поставок [3, 12, 19]:

1. Підвищення конкурентоспроможності: компанії, що впроваджують екологічні рішення, привабливіші для екологічно свідомих клієнтів.

2. Зменшення ризиків штрафів: відповідність міжнародним екологічним стандартам знижує фінансові ризики.

3. Економія ресурсів: енергоефективні технології знижують операційні витрати.

Екологічна складова ланцюжків поставок у морському транспорті є невід'ємною частиною їхньої стійкості. Впровадження сучасних екологічних технологій і дотримання міжнародних стандартів дозволяє зменшити вплив на довкілля та створити позитивний імідж у галузі.



Рис. 1.4. Соціальна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті

Джерело: складено автором [28]

Соціальна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті.

Соціальна складова стійкості зосереджується на впливі морських перевезень на людей, громади та умови праці. Вона включає захист прав працівників, сприяння розвитку місцевих спільнот, безпеку та здоров'я персоналу, також формування позитивного соціального іміджу компаній [29].

Соціальна складова стійкості ланцюжка поставок у морському транспорті направлена на:

1. Умови праці та права працівників.

1.1. Забезпечення гідних умов праці. Морський транспорт є однією з найважливіших галузей глобальної економіки, але робота моряків часто супроводжується високими ризиками. Сталий розвиток передбачає забезпечення:

- достойної оплати праці відповідно до міжнародних стандартів.
- комфортних умов проживання на суднах, включаючи якісне харчування, доступ до зв'язку та відпочинку.
- дотримання робочого графіка: уникнення перевантаження та забезпечення належного відпочинку між змінами.

1.2. Захист прав працівників. Дотримання норм Конвенції про працю в морському судноплавстві (MLC, 2006), яка визначає [30]:

- мінімальні умови роботи моряків.
- захист їхнього здоров'я та соціального забезпечення.
- обов'язкове страхування на випадок нещасних випадків.

1.3. Освіта та підвищення кваліфікації. Розвиток компетенцій працівників через:

- постійні тренінги з безпеки на суднах та в портах.
- вивчення нових технологій і цифрових рішень, які впроваджуються в галузі.
- програми професійного зростання, що підвищують мотивацію співробітників.

2. Вплив на місцеві громади [6, 10].

2.1. Створення робочих місць. Морські перевезення забезпечують працевлаштування не лише для моряків, а й для робітників портів, логістичних компаній та супутніх галузей. Розвиток портової інфраструктури сприяє економічному зростанню регіонів.

2.2. Інвестиції у місцеву інфраструктуру. Будівництво та модернізація портів включає:

- поліпшення транспортної інфраструктури (дороги, залізничні шляхи).
- створення складів та логістичних центрів.
- розвиток міської інфраструктури (житла, шкіл, медичних закладів) для працівників та їхніх родин.

2.3. Соціальна відповідальність бізнесу. Багато судноплавних компаній реалізують програми корпоративної соціальної відповідальності (КСВ), спрямовані на:

- забезпечення освітніх грантів для місцевих студентів.
- підтримку екологічних ініціатив у громадах.
- надання фінансової допомоги у разі надзвичайних ситуацій.

3. Здоров'я та безпека персоналу [23]:

3.1. Охорона праці. Управління безпекою є ключовим для забезпечення стійкості:

- регулярне проведення інструктажів з охорони праці.
- використання сучасних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).
- постійний моніторинг технічного стану суден і портового обладнання.

3.2. Профілактика професійних захворювань. Через специфіку роботи моряки піддаються впливу різних стресових факторів: шуму, вібрацій, замкнутих просторів. Запобіжні заходи включають:

- регулярні медичні огляди.

- створення умов для фізичної активності та психологічної підтримки.

- встановлення систем вентиляції та звукоізоляції.

3.3. Управління ризиками та аварійними ситуаціями. Навчання працівників щодо дій у разі аварійних ситуацій, таких як пожежа, розлив нафти чи інші надзвичайні події, є обов'язковим елементом. Це включає:

- проведення навчальних евакуацій.
- забезпечення доступу до засобів першої допомоги.

4. Гендерна рівність та інклюзивність [31].

4.1. Гендерна рівність. Індустрія морських перевезень поступово відкривається для жінок, хоча вони становлять менше ніж 2% працівників на судах. Для сприяння рівності необхідно:

- забезпечити рівні умови праці та оплати для чоловіків і жінок.
- впроваджувати політику протидії дискримінації та сексуальним домаганням.

4.2. Інклюзивність. Залучення працівників із різними здібностями, культурними та соціальними особливостями сприяє розвитку інноваційних ідей та соціальної гармонії в колективі.

5. Розвиток культури сталого споживання [32].

5.1. Освітні програми для працівників. Підвищення обізнаності персоналу щодо принципів стійкого розвитку та екологічної відповідальності.

5.2. Екологічно відповідальна поведінка. Морські компанії можуть заохочувати своїх працівників до:

- ефективного використання ресурсів.
- зменшення кількості відходів.
- використання відновлюваних джерел енергії.

6. Міжнародна співпраця та соціальні ініціативи.

6.1. Участь у глобальних програмах. Судноплавні компанії беруть участь у програмах, спрямованих на підвищення добробуту працівників, наприклад:

- Seafarers' Rights International (захист прав моряків) [33];
- Maritime Labour Convention (MLC) (глобальні стандарти праці) [34].

6.2. Ініціативи гуманітарної допомоги. Морський транспорт відіграє ключову роль у доставці гуманітарної допомоги під час криз або стихійних лих, забезпечуючи життєво важливі товари в регіони, що постраждали.

Переваги соціальної стійкості:

1. Покращення іміджу компанії: соціально відповідальні компанії викликають більше довіри серед клієнтів і партнерів.
2. Залучення та утримання кваліфікованих кадрів: кращі умови праці стимулюють працівників залишатися в компанії.
3. Стабільність у ланцюжку поставок: задоволені працівники забезпечують більш ефективну та надійну роботу системи.

Соціальна складова стійкості сприяє розвитку морських перевезень, забезпечуючи баланс між економічними інтересами, екологічною відповідальністю та добробутом людей.

1.2. Принципи забезпечення стійкості на морському транспорті

Стійкість морського транспорту базується на інтеграції економічних, екологічних та соціальних аспектів у всі етапи управління ланцюгами поставок. Вона спрямована на досягнення довгострокової ефективності та відповідальності перед суспільством і природою.



Рис. 1.5. Принципи забезпечення стійкості на морському транспорті

Джерело: складено автором [1, 4, 35]

Принципи забезпечення стійкості на морському транспорті спрямовані на баланс між економічною вигодою, екологічною відповідальністю та соціальною справедливістю. Їхнє дотримання дозволяє компаніям ефективно працювати, мінімізуючи ризики та сприяючи сталому розвитку галузі.

Принципи забезпечення стійкості на морському транспорті, розроблені на основі матеріалів UNCTAD, спрямовані на створення системи морських перевезень, яка є екологічно, економічно та соціально збалансованою. [1].

Принципи забезпечення стійкості морського транспорту є фундаментальними орієнтирами, що визначають траєкторію розвитку цієї галузі у глобальному контексті. Вони базуються на ідеях раціонального використання ресурсів, зменшення впливу на навколишнє середовище, соціальної відповідальності та інновацій. Матеріали UNCTAD, зокрема щорічний огляд *Review of Maritime Transport*, [1], підкреслюють важливість збалансованого підходу для досягнення довготривалої стійкості.

Таблиця 1.1

Принципи стійкості морського транспорту за трьома основними
аспектами

Аспект	Принцип	Заходи та інструменти реалізації
Економічна стійкість	Рационалізація ресурсів	Оптимізація маршрутів, впровадження енергоефективних двигунів, автоматизація портових операцій.
	Інвестиції у "зелену" інфраструктуру	Модернізація портів, створення розумних портових систем, використання альтернативних видів палива.
	Підтримка країн, що розвиваються	Надання доступу до фінансування, міжнародні програми співпраці, розвиток логістичних послуг у регіонах з низькою транспортною доступністю.
Екологічна стійкість	Зменшення впливу на довкілля	Використання екологічно чистого палива (водень, LNG), технології очищення викидів і баластних вод.
	Захист морських екосистем	Дотримання стандартів MARPOL, запобігання перенесенню інвазивних видів, скорочення забруднення океанів.
	Адаптація до кліматичних змін	Інфраструктурні рішення для протистояння підвищенню рівня моря, використання стійких матеріалів для будівництва портів.
Соціальна стійкість	Захист прав працівників	Дотримання норм Конвенції MLC, створення безпечних і гідних умов праці для моряків.
	Сприяння гендерній рівності	Освітні програми для жінок у галузі морського транспорту, забезпечення рівного доступу до професій.
	Підтримка місцевих громад	Розвиток соціальної інфраструктури навколо портів, програми корпоративної соціальної відповідальності.
Інновації та технології	Використання цифрових рішень	Впровадження систем IoT, автоматизованих систем управління логістикою, електронного документообігу.
	Розробка автономних суден	Технології штучного інтелекту для навігації, уникнення зіткнень і зниження витрат на експлуатацію.
	Моніторинг і прогнозування ризиків	Системи для виявлення кліматичних загроз, технічних несправностей і піратських атак.

Джерело: складено автором [1, 4, 35]

Стійкість морського транспорту починається з економічної ефективності. Принцип раціоналізації ресурсів передбачає впровадження енергозберігаючих технологій та оптимізацію логістичних процесів. Наприклад, використання альтернативних видів палива (зрідженого природного газу, водню) дозволяє зменшити витрати на енергоресурси та викиди.

Інвестиції у "зелену" інфраструктуру, такі як автоматизація портових терміналів і створення розумних портів, сприяють зниженню експлуатаційних витрат і покращують ефективність логістичних ланцюжків. Паралельно, регіональні та міжнародні програми підтримують країни, що розвиваються, забезпечуючи їх доступ до новітніх технологій та фінансування [21].

Морський транспорт є джерелом близько 3% глобальних викидів парникових газів, тому впровадження заходів зі зменшення цього впливу є пріоритетом. Одним із ключових принципів є перехід на екологічно чисті види палива та скорочення споживання енергії за рахунок впровадження інноваційних двигунів і покращеної аеродинаміки суден.

Додатково, екологічна стійкість включає заходи збереження морських екосистем. Наприклад, контроль за перенесенням інвазивних видів через баластні води та впровадження міжнародних стандартів, таких як MARPOL, що спрямовані на зменшення забруднення океанів [2, 16, 20, 21].

Соціальна стійкість морського транспорту базується на створенні справедливих умов для працівників галузі та розвитку місцевих громад. Конвенція MLC (2006) визначає мінімальні стандарти праці, які гарантують безпеку, гідні зарплати та захист прав моряків [34].

Розширення доступу до професійної освіти та гендерна рівність є важливими компонентами цього напрямку. Морська галузь активно підтримує участь жінок у судноплавстві та розширює можливості для молоді, залучаючи нове покоління до професій у галузі транспорту та логістики [30, 34].

Інновації є рушієм стійкості у морському транспорті. Використання цифрових платформ, таких як автоматизовані системи управління

вантажопотоками та електронні документообіги, сприяють прозорості та підвищують швидкість логістичних операцій.

Автономні судна, що здатні самостійно пересуватися, аналізуючи маршрути та погодні умови, є майбутнім галузі. Їх впровадження дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати та ризики людських помилок.

UNCTAD наголошує на важливості міжнародної співпраці у забезпеченні стійкості. Організації, такі як Міжнародна морська організація (ІМО), створюють стандарти та нормативи, спрямовані на зниження впливу транспорту на навколишнє середовище та покращення безпеки перевезень [1, 2].

Реалізація цих принципів потребує зусиль усіх учасників: від урядів і бізнесу до громадських організацій та місцевих громад. Тільки об'єднавши ресурси та знання, морська галузь зможе забезпечити стійкий розвиток у довгостроковій перспективі.

Якщо систематизувати принципи забезпечення стійкості морського транспорту, базуючись на аналітичних матеріалах UNCTAD, які охоплюють багатогранний підхід до управління транспортними процесами. Ці принципи забезпечують довготривалу економічну життєздатність, екологічну відповідальність і соціальну справедливість, що є основою сталого розвитку глобальної логістики. Систематизуємо дані принципи.

1. Економічна ефективність.

1.1. Раціоналізація ресурсів:

- оптимізація операцій: використання ефективних маршрутів, сучасних суден і інтегрованих логістичних систем.
- енергозбереження: перехід на технології, які знижують споживання енергії, включаючи впровадження електрифікованих портів і цифрових рішень для управління трафіком.

1.2. Інтеграція фінансових моделей:

- створення партнерств між державним і приватним секторами (PPP) для фінансування сталих транспортних проектів.

- використання міжнародних грантів та ініціатив для підтримки зелених технологій, наприклад, інвестицій у порти з нульовими викидами.

1.3. Розвиток інфраструктури:

- модернізація портів для підвищення їхньої продуктивності та зниження впливу на довкілля.
- інтеграція автономних систем для обробки вантажів і управління рухом суден.

2. Екологічна відповідальність.

2.1. Зменшення викидів:

- впровадження чистих видів палива, таких як зріджений природний газ (LNG) або водень, що дозволяє суттєво зменшити викиди парникових газів.
- технології очищення: використання скрубберів і систем очищення баластних вод для мінімізації забруднення океанів.

2.2. Адаптація до змін клімату:

- розробка кліматостійких портів та суден, здатних ефективно працювати за умов екстремальних погодних змін.
- впровадження систем моніторингу кліматичних ризиків для оцінки потенційних загроз транспортній інфраструктурі.

2.3. Збереження морської екосистеми:

- контроль перенесення інвазивних видів через баластні води та запобігання розливам нафти.
- підтримка міжнародних ініціатив із захисту морської флори і фауни.

3. Соціальна інклюзивність.

3.1. Права працівників:

- забезпечення дотримання норм Конвенції про працю в морському судноплавстві (MLC, 2006) для гарантування гідних умов праці.
- впровадження програм перекваліфікації для працівників, які можуть втратити роботу через автоматизацію процесів.

3.2. Розвиток регіональних громад:

- створення програм соціальної відповідальності бізнесу (CSR), спрямованих на поліпшення життя місцевих громад, пов'язаних із портовою діяльністю.

- розширення доступу до освітніх програм для працівників морської галузі.

3.3. Підтримка інклюзивності:

- гендерна рівність у працевлаштуванні, створення можливостей для молоді та соціально вразливих груп.

4. Інновації та цифровізація.

4.1. Розумні порти:

- використання технологій Internet of Things (IoT) для управління портовою інфраструктурою.

- застосування Blockchain для прозорості та безпеки даних у ланцюжках поставок.

4.2. Автоматизація:

- автономні системи завантаження/розвантаження вантажів та автоматичне управління суднами.

- використання AI для аналізу даних і оптимізації перевезень.

4.3. Прогнозування ризиків:

- впровадження систем моніторингу для виявлення технічних несправностей або несприятливих погодних умов.

5. Управління ризиками.

5.1. Розробка кризових стратегій:

- планування дій у надзвичайних ситуаціях, включаючи пожежі, витоки нафти чи природні катаклізми.

- навчання екіпажів і персоналу щодо реагування на потенційні загрози.

5.2. Відповідність міжнародним стандартам:

- дотримання норм ІМО (Міжнародної морської організації), спрямованих на зниження впливу транспорту на довкілля.

5.3. Інтеграція систем безпеки:

– застосування технологій, які запобігають піратству та забезпечують захист вантажу під час перевезень.

Ці принципи становлять основу для розвитку стійкої морської транспортної системи, сприяючи глобальній торгівлі, збереженню екосистеми та соціально відповідальному підходу до економічного зростання.

1.3. Особливості логістичного планування в умовах невизначеності

Логістичне планування є критично важливим елементом ефективного функціонування ланцюжків поставок, особливо в умовах нестабільного середовища. Невизначеність може виникати через економічні кризи, природні катаклізми, геополітичні конфлікти або глобальні події, як-от пандемія, війна. Ці фактори створюють численні виклики для логістики, вимагаючи адаптивності, стійкості та ефективного управління ризиками [37].

Невизначеність впливає на ключові аспекти логістичного планування:

- попит та пропозиція. Різкі зміни попиту на товари або перебої в постачанні ресурсів ускладнюють прогнозування. Наприклад, у морських перевезеннях нестабільність може проявлятися у відсутності вантажів для повернення судна в порт відправлення, що збільшує витрати.
- транспортна доступність. Обмеження на міжнародні перевезення, закриття портів або зміна тарифів призводять до збоїв у доставці. Умови можуть ускладнювати вибір оптимальних маршрутів і транспортних засобів.
- затримки та перебої. Через природні катаклізми (шторм, цунамі), технічні несправності або соціально-економічні кризи відбуваються значні порушення у графіку перевезень.

Логістичне планування в умовах нестабільності вимагає впровадження гнучких підходів і технологій [3]:

- сценарне планування. Аналіз можливих сценаріїв розвитку подій дозволяє підготувати кілька альтернативних планів дій. Це включає оцінку ризиків, розробку резервних маршрутів та пошук альтернативних постачальників;
- цифрові технології. Використання систем штучного інтелекту, машинного навчання та великих даних дозволяє прогнозувати зміни в попиті та адаптувати ланцюжок поставок до змінних умов. Наприклад, цифрові близнюки портів можуть моделювати вплив несподіваних подій і пропонувати найкращі рішення [29];
- запаси та резервні ресурси. В умовах нестабільності важливо забезпечити стратегічні запаси ключових ресурсів. Це допомагає уникнути дефіциту у випадку збоїв;
- диверсифікація ланцюжків поставок. Розширення географії постачальників та використання мультимодальних транспортних систем знижує ризики, пов'язані із залежністю від одного джерела.

Ключовим аспектом у плануванні стає не лише досягнення максимальної ефективності, але й створення стійкої та адаптивної системи. Наприклад, морські перевезення можуть використовувати судна меншої місткості для швидкого перенаправлення вантажів між регіональними портами у випадку закриття великих хабів.

Важливим компонентом також є координація між усіма учасниками ланцюжка поставок. Спільне використання даних, прозорість та налагоджена комунікація допомагають мінімізувати втрати та швидко реагувати на зміни.

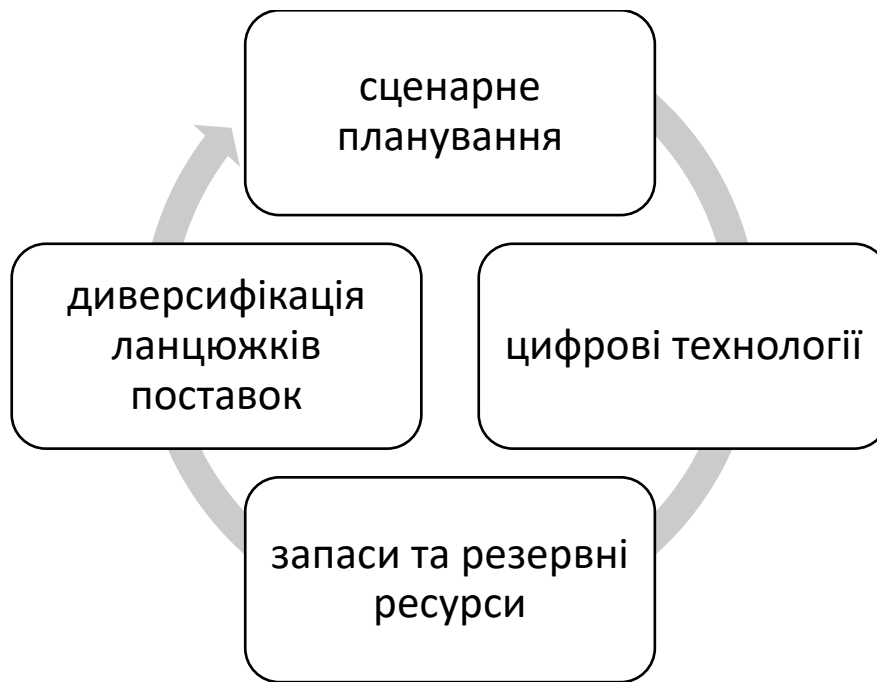


Рис. 1.6. Підходи та технології логістичного планування в умовах нестабільності

Джерело: [3, 29, 36]:

Прикладом адаптації до умов невизначеності може слугувати COVID-19, який спричинив значні порушення у глобальних ланцюжках поставок. Морська логістика реагувала шляхом переорієнтації маршрутів, впровадження безконтактних технологій в портах та збільшення запасів найбільш затребуваних товарів.

Інший приклад – вплив змін клімату на логістику. Підвищення рівня моря змушує порти адаптувати інфраструктуру, а судна – враховувати нові погодні ризики. У таких умовах стає важливим залучення спеціалізованих систем прогнозування та автоматизованих технологій управління флотом.

Логістичне планування в умовах невизначеності вимагає системного підходу, який включає проактивне управління ризиками, використання цифрових технологій та формування адаптивних стратегій. Стійкість і гнучкість стають ключовими конкурентними перевагами для компаній, що працюють у глобальному морському транспорті, дозволяючи їм долати

виклики невизначеності та зберігати стабільність у довгостроковій перспективі [37].

Логістичне планування є однією з ключових функцій управління ланцюгами поставок, особливо в глобалізованому світі, де багато процесів залежать від взаємозв'язків між країнами та регіонами. В умовах невизначеності, викликаній економічними, політичними, соціальними або природними факторами, планування набуває більшої складності. Це потребує інтеграції гнучких підходів, використання інноваційних технологій і адаптивного управління ризиками.

У сучасній логістиці невизначеність виникає через низку глобальних та локальних явищ, які мають прямий вплив на операційну діяльність:

- нестабільність попиту та пропозиції. Невизначеність ринкових умов може спричиняти коливання попиту на товари або нерегулярність у постачанні сировини. Наприклад, пандемія COVID-19 викликала різке зростання попиту на медичні товари, тоді як в інших секторах спостерігалось зниження попиту.
- порушення транспортної інфраструктури. Природні катаклізми, геополітичні конфлікти чи терористичні загрози можуть тимчасово або постійно обмежити доступність портів, транспортних шляхів чи митних пунктів.
- зміни у законодавчій базі. Введення нових митних правил, обмежень на імпорт/експорт, зміни тарифів або екологічних стандартів часто відбуваються без належної підготовки і створюють додаткові бар'єри.
- кліматичні ризики. Для морської логістики особливо актуальні ризики, пов'язані зі змінами клімату: підвищення рівня моря, часті шторми або нестабільність погодних умов.

Розглянемо методи логістичного планування в умовах невизначеності [37]:

1. Сценарне планування [36].

Цей метод базується на моделюванні можливих сценаріїв розвитку подій з урахуванням існуючих ризиків. Наприклад, у морській логістиці це може включати:

- розробку альтернативних маршрутів доставки у разі блокування ключових портів.
- аналіз варіантів заміни постачальників у разі відсутності доступу до сировини через локальні кризи.

2. Розширення запасів [36].

У нестабільному середовищі важливо формувати стратегічні запаси критичних матеріалів або продуктів. Наприклад, у морському транспорті створення "хабів запасів" у ключових портах дозволяє швидко реагувати на локальні збої.

3. Диверсифікація ланцюжків поставок [12].

Щоб уникнути надмірної залежності від окремого постачальника чи маршруту, компанії створюють альтернативні шляхи постачання. Наприклад, якщо один порт закритий через погодні умови, товари можуть бути перенаправлені через інші порти чи використовуватись мультимодальні перевезення.

4. Використання цифрових технологій [13, 14].

Цифровізація логістики дозволяє знизити рівень невизначеності завдяки таким інструментам:

- системи управління транспортом (TMS), які дозволяють відстежувати рух вантажів у реальному часі.
- штучний інтелект, який аналізує великі обсяги даних для прогнозування ризиків.
- автоматизація портових операцій для скорочення часу обробки вантажів і зниження людських помилок.

5. Страхування ризиків [38].

Компанії активно використовують інструменти страхування для захисту від непередбачуваних витрат, зокрема страхування вантажів, ризиків простою або форс-мажорних ситуацій.

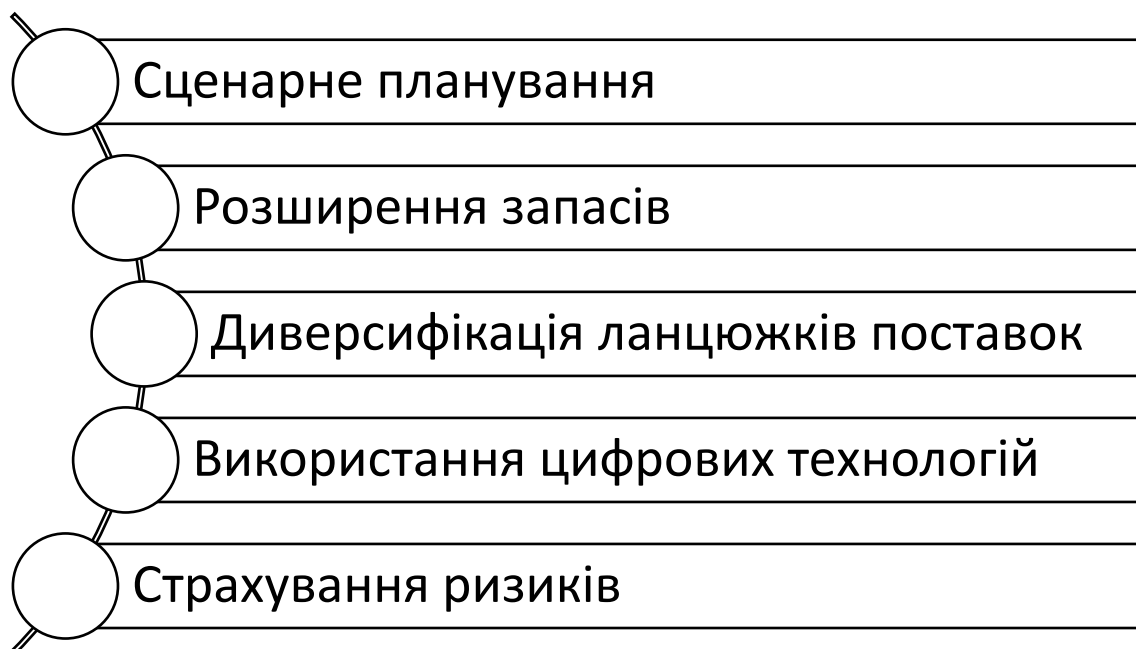


Рис. 1.7. Методи логістичного планування в умовах невизначеності

Джерело: [12, 13, 14, 36, 38]

Розглянемо особливості адаптації морського транспорту, так як у галузі морських перевезень логістичне планування в умовах невизначеності має свою специфіку:

1. Оптимізація маршрутів. Морські маршрути часто проходять через зони підвищеного ризику (наприклад, райони піратства біля берегів Сомалі). Планування включає використання систем моніторингу та супроводу суден, щоб мінімізувати ризики.
2. Гнучкість флоту. Судноплавні компанії адаптують свій флот, використовуючи менші судна для перевезення вантажів до регіональних портів, якщо великі порти перевантажені або закриті.
3. Екологічна стійкість. В умовах посилення екологічних стандартів компанії переходять на використання екологічно чистих видів палива, що

також допомагає знизити залежність від коливань цін на традиційні енергоресурси.

Інноваційні підходи до управління логістикою [3].

Одним із перспективних напрямків є впровадження "розумних" портів. Такі порти обладнані технологіями IoT, що дозволяють автоматизувати більшість операцій, забезпечити прозорість процесів та знизити витрати. Наприклад, цифрові близнюки портових систем моделюють процеси в режимі реального часу, допомагаючи швидко адаптуватися до змін.

Ще один приклад – блокчейн-технології, які забезпечують безпечний обмін даними між учасниками ланцюга поставок, спрощуючи документообіг і скорочуючи час на перевірку транзакцій [13].

Сучасна логістика переживає період інтенсивних змін, викликаних розвитком новітніх технологій та постійними вимогами до більш ефективного і стійкого управління ланцюгами поставок. З огляду на глобалізацію, економічну невизначеність і швидко змінювані ринкові умови, інновації в галузі логістики стають важливим фактором для забезпечення конкурентоспроможності, зменшення витрат, підвищення рівня обслуговування та стійкості ланцюгів поставок [15, 19].

Логістичне планування в умовах невизначеності є комплексним процесом, який вимагає синергії адаптивності, гнучкості та технологій. Особливо у морському транспорті, де глобальні виклики часто мають локальні наслідки, стійкі підходи стають критично важливими для забезпечення надійності поставок та ефективного використання ресурсів. Використання сучасних технологій, диверсифікація та інтеграція екологічних стандартів дозволяють мінімізувати ризики і забезпечити стійкий розвиток у довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І ЛАНЦЮЖКІВ ПОСТАВОК

2.1. Глобальні тенденції ринку морських перевезень

Світовий ринок морських перевезень у 2023 році відображає адаптацію до наслідків пандемії, цифрової трансформації та кліматичних викликів. Морський транспорт залишається ключовою складовою глобальної економіки, забезпечуючи понад 80% фізичного обсягу міжнародної торгівлі, що підтверджує його стратегічну роль у забезпеченні ланцюгів поставок.

Станом на 2023 рік глобальна місткість досягла 2,27 млрд дедвейт-тонн, збільшившись на 3,2% у 2022 році. Основними драйверами зростання були контейнерні судна (+3,9%) і газові танкери (+5%). Найвищі темпи зростання спостерігалися в азіатському регіоні, зокрема в Китаї, Республіці Корея та Японії, які спільно забезпечують 93% глобального виробництва суден [1, 40].

Таблиця 2.1

Динаміка зростання світового флоту (2020 – 2023)

Тип судна	2020	2021	2022	2023 (оцінка)	Зростання (%)
Контейнеровози	250 млн	260 млн	270 млн	274 млн	+3,9
Суховантажні судна	910 млн	920 млн	940 млн	951 млн	+2,8
Танкерні судна	720 млн	730 млн	740 млн	746 млн	+3,4
Газові танкери	60 млн	62 млн	63 млн	64 млн	+5,0

Джерело: [1]

Середній вік комерційних суден становить 22,2 роки, що є наслідком недостатнього оновлення флоту у 2020-х роках. Понад 50% суден мають вік понад 15 років, що збільшує їх операційні витрати та знижує екологічну ефективність.

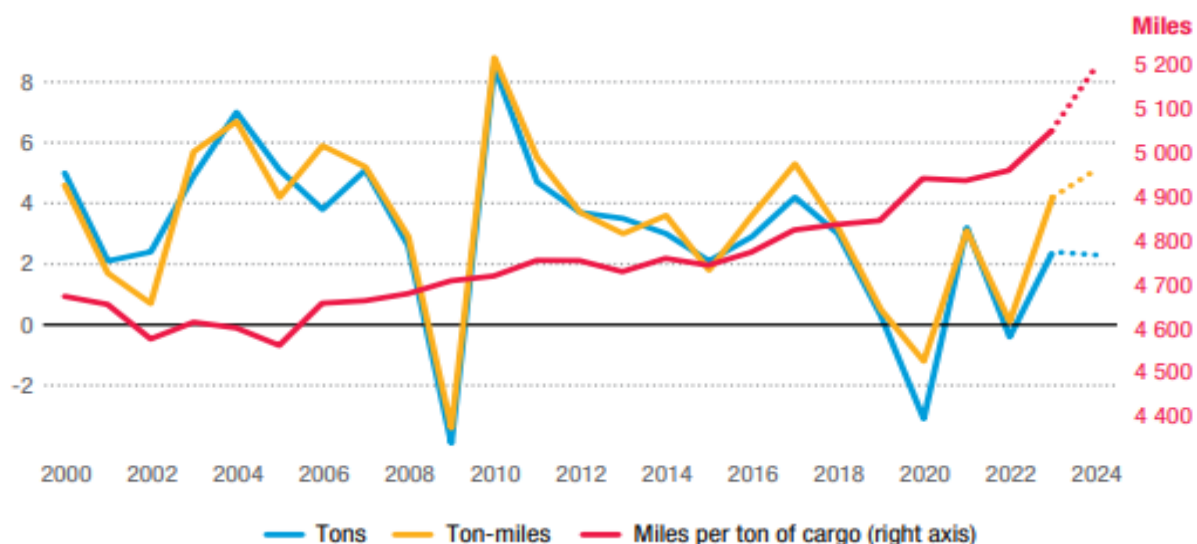


Рис. 2.1. Зростання обсягу морської торгівлі: тонни, тонно-милі та середня відстань перевезення вантажу

Джерело: [1]

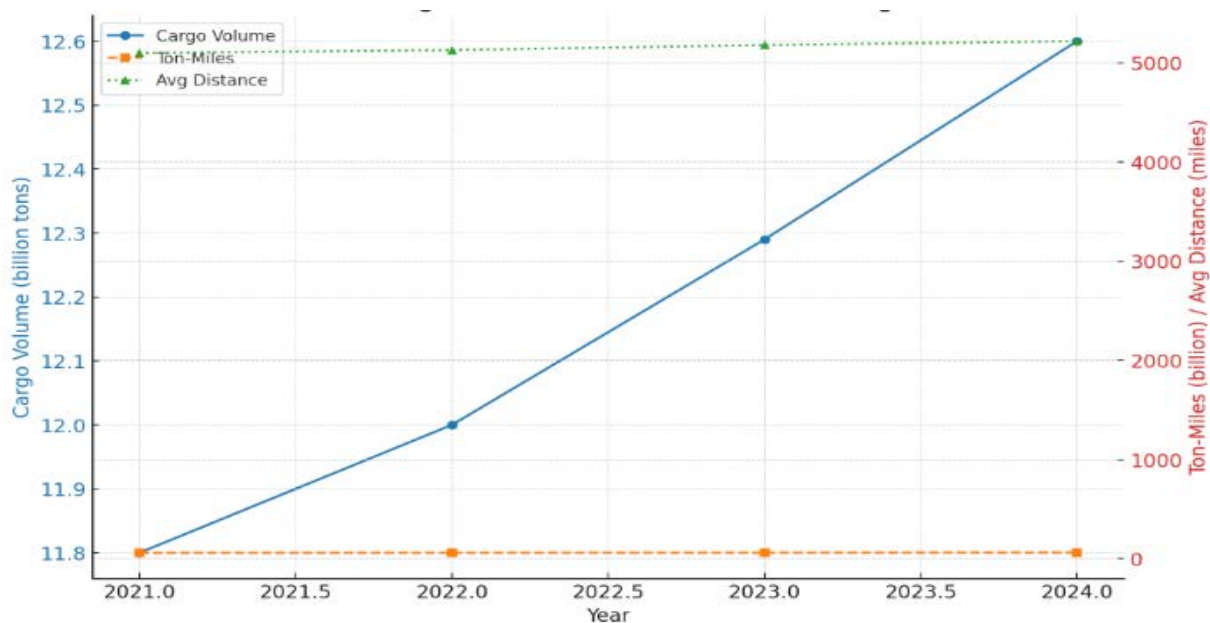


Рис. 2.2. Зростання обсягу морської торгівлі: тонни, тонно-милі та середня відстань перевезення вантажу за 2021 – 2024 роки

Джерело: [1]

У 2023 році морська торгівля відновила зростання після спаду у 2022 році. Загальний обсяг вантажів досяг 12,29 млрд тонн, що на 2,4% більше порівняно з попереднім роком. Важливими драйверами зростання стали відновлення світової економіки (попри очікування рецесії) та послаблення інфляції. Водночас тонно-милі, що враховують відстань перевезень, зросли швидше, ніж загальний обсяг вантажів, продемонструвавши збільшення на 4,2% [40].

Середня відстань перевезення вантажів продовжує збільшуватись. У 2023 році вона досягла 5180 миль, що відображає зміни в глобальних торгових потоках, спричинені геополітичними подіями, включаючи:

- війну в Україні, яка вплинула на маршрути експорту зернових [43];
- скорочення рівня води в Панамському каналі, що змусило судна обирати альтернативні маршрути;
- перенаправлення вантажів через Червоне море, що також збільшило тривалість перевезень [40].

Тонно-милі, що є ключовим показником "транспортної роботи", досягли 62,04 млрд у 2023 році. Таке зростання підкреслює, що вантажі перевозяться на більші відстані, збільшуючи загальний обсяг роботи флоту. За прогнозами, ця тенденція збережеться у 2024 році, оскільки глобальні ланцюжки поставок адаптуються до нових умов [1].

Фрахтові ставки на контейнерні перевезення суттєво зросли у 2021 році через пандемію, досягнувши пікових значень у січні 2022 року. Shanghai Containerized Freight Index (SCFI) показав падіння на 80% до середини 2023 року, повернувшись до передпандемічних рівнів. Основними факторами змін були затори у портах, дисбаланс попиту і пропозиції та регуляторні вимоги [42].

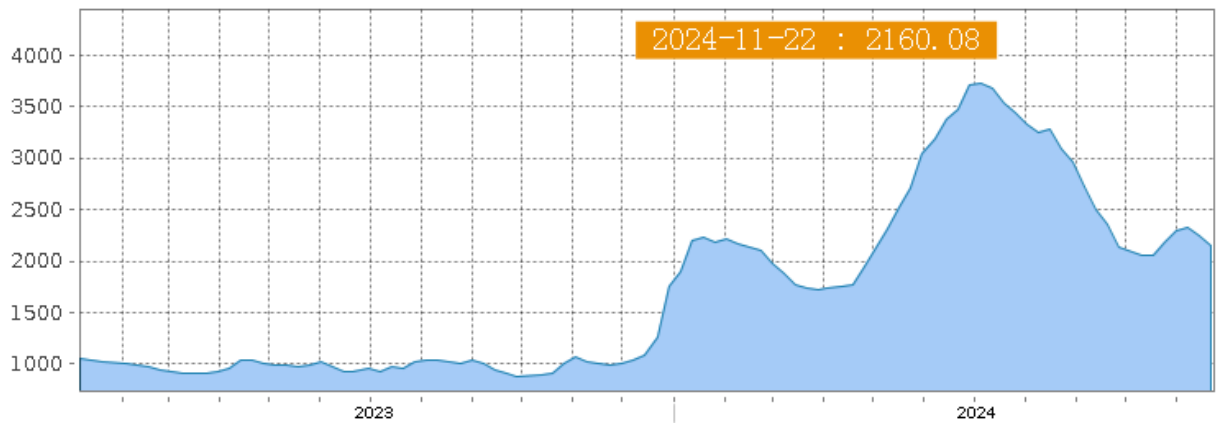


Рис. 2.3. Динаміка фрахових ставок на контейнерні перевезення

Джерело: [42]

Сегмент танкерів зростає стабільно (+3,4%), підживлюючись попитом на енергоресурси та зміну торгових маршрутів після геополітичних криз у 2022 році.

Згідно з вимогами ІМО (Міжнародної морської організації), флот має зменшити викиди вуглекислого газу на 40% до 2030 року. Це стимулює розвиток суден із низьким рівнем викидів, впровадження альтернативних видів палива (зокрема, зрідженого природного газу та аміаку), а також цифровізацію управління перевезеннями [2].

За географічними особливостями розвинені регіони (Європа, Північна Америка): найшвидше відновилися після пандемії, водночас оптимізуючи логістичні процеси.

SIDS (Малі острівні держави): переживають складності через зниження туристичного попиту та зменшення доступу до рентабельних маршрутів. Позитивний виняток становлять регіональні хаби, як-от Ямайка та Домініканська Республіка.

Морські порти залишаються критично важливими центрами у світових та регіональних ланцюгах поставок. Динаміка їх вантажообігу відображає вплив глобальних економічних трендів, регіональних конфліктів, екологічних викликів та зміни споживчого попиту. Особливий інтерес представляють дані

щодо України, де морські порти адаптуються до нових реалій, зокрема військових дій і транспортних обмежень.

Згідно з даними UNCTAD, загальний обсяг морських перевезень у світі у 2022 році досяг 12 мільярдів тонн, що на 3,2% більше, ніж у 2021 році. У 2023 році спостерігається поступова стабілізація, але ринок залишається вразливим до змін геополітичної ситуації та економічної політики. Ключові тренди включають [1]:

- зростання контейнерних перевезень: контейнери займають близько 17% всього вантажообігу, що становить близько 2 мільярдів тонн [27];
- зростання попиту на аграрні та енергетичні вантажі: у 2022 році значний внесок зробили перевезення зерна та зрідженого природного газ [24];
- концентрація перевезень у великих хабах: найзавантаженіші порти, такі як Шанхай, Роттердам і Сінгапур, показують стабільне зростання вантажообігу завдяки цифровізації процесів та розширенню інфраструктури [15].

У 2023 році українські морські порти обробили близько 62 млн тонн вантажів, що на 60% менше, ніж у 2021 році. Основні зміни включають [39]:

1. Різке зниження активності чорноморських портів через блокаду та безпекові ризики.
2. Перенаправлення вантажів до Дунайських портів: Порти «Ізмаїл», «Рені» та «Усть-Дунайськ» забезпечили рекордний вантажообіг у 32 млн тонн, що складає 51% від загального обсягу вантажів України.
3. Зростання перевалки зернових та олії: через обмеження на експорт через Чорне море зерновий коридор змістився до річкових портів та сухопутних маршрутів.

Географічні виклики та можливості:

- геополітичний вплив: військові дії значно вплинули на вантажообіг в українських портах. Водночас було створено тимчасовий морський коридор, через який у 2023 році вдалося вивезти понад 12 млн тонн зернових [37];

– міжнародні інвестиції: для підтримки інфраструктури Дунайських портів Україна залучила близько 100 млн доларів інвестицій [39].

Таблиця 2.2

Порівняння вантажообігу українських портів у 2021 та 2023 роках

Порт	2021 (млн тонн)	2023 (млн тонн)	Зміна (%)
«Одеса»	35.0	8.4	-76
«Чорноморськ»	44.4	11.4	-74
«Південний»	53.0	10.1	-81
Дунайські порти	16.5	32.0	+93

Джерело: [44]

Українські порти в січні-жовтні 2024 року збільшили обробку вантажів у 1,78 рази порівняно з аналогічним показником минулого року до 82,1 млн т, отримавши за цей період дохід 5,2 млрд грн і 2,2 млрд грн чистого прибутку [49].

За оперативними даними АМПУ за січень-жовень 2024 року, українські морські порти обробили 82,1 млн тонн вантажів, тоді як за аналогічний період минулого року - 46,1 млн тонн, що в 1,78 рази менше за поточний показник [44].

Обсяг обробки аграрних вантажів за 9 міс. досяг 50,7 млн т.

Дохід АМПУ за цей період становив 5,2 млрд грн, чистий прибуток - 2,2 млрд грн. До державного бюджету буде заплачено 3,1 млрд грн.

Зазначається, що підприємство досягло високого рівня захисту об'єктів критичної інфраструктури та його елементів - до 95% у кожному з портів України.

Усі філії на 100% забезпечені альтернативними джерелами живлення, що гарантує безперебійну роботу портів. Протягом 2023-2024 років, незважаючи на складну безпекову ситуацію, не було жодного випадку припинення роботи портів [45].

Порти Дунайського регіону залишаються надійним альтернативним маршрутом для українського експорту та критичного імпорту і попри постійні ворожі обстріли забезпечують стабільне функціонування життєво важливих для економіки України логістичних маршрутів.

Для контрасту, світові порти демонструють стабільне або зростаюче завантаження. Наприклад, вантажообіг портів Китаю у 2023 році досяг 15,7 млрд тонн, що забезпечує близько 30% світового обсягу. Порти Європи, такі як Роттердам, обробляють значні обсяги енергоресурсів та контейнерів, сприяючи стабілізації глобальних ланцюгів поставок [46].

Українські морські порти зіткнулися з унікальними викликами, які стимулювали перерозподіл вантажопотоків та розвиток інфраструктури альтернативних портів. Глобальна ситуація демонструє зростання контейнеризації, підвищення екологічних вимог і значну роль великих портових хабів у забезпеченні стабільності міжнародної торгівлі.

2.2. Аналіз стійкості ланцюжків поставок у морському транспорті

Стійкість ланцюжків поставок у морському транспорті є багатовимірною концепцією, яка охоплює економічні, екологічні та соціальні аспекти. З огляду на глобалізацію, посилення кліматичних ризиків та нестабільність через геополітичні конфлікти, важливість стійкості зростає.

Економічний аспект стійкості ланцюжків поставок у морському транспорті [51]:

1. Зменшення витрат та підвищення ефективності. Сучасні ланцюжки поставок оптимізуються шляхом використання технологій, таких як автоматизація портових процесів і цифрова логістика. Це дозволяє:

- скоротити час обробки вантажів.
- зменшити витрати на транспорт.
- уникати перевантаження суден, що може призвести до затримок.

2. Резерви та гнучкість. Резерви у вигляді додаткових складських потужностей чи альтернативних маршрутів підвищують стійкість ланцюгів. Наприклад, розширення інфраструктури Дунайських портів України створює можливості для обходу блокованих чорноморських портів.

3. Збалансованість попиту та пропозиції. Перебої, спричинені пандемією, навчили операторів краще управляти попитом. Контейнеризація стала ключовим інструментом у зниженні витрат і збереженні стійкості поставок.



Рис. 2.4. Взаємозв'язок трьох основних аспектів стійкості ланцюга поставок у морському транспорті: економічного, екологічного та соціального

Джерело: [52]

Екологічний аспект стійкості ланцюжків поставок у морському транспорті:

1. Декарбонізація морських перевезень. Скорочення викидів парникових газів через використання [8]:

- альтернативних видів палива (LNG, метанол, аміак).
- енергоефективних суден.
- технологій вітряних і сонячних панелей.

2. Мінімізація впливу на екосистеми. Захист морського середовища забезпечується шляхом дотримання стандартів МАРПОЛ [2]:

- обмеження скидів сірки та азоту.
- уникнення скидів у прибережних зонах.

3. Циркулярна економіка. Рециклінг старих суден та їх використання для створення нових матеріалів.

Соціальний аспект стійкості ланцюжків поставок у морському транспорті [34]:

1. Безпека працівників. Забезпечення належних умов праці для екіпажів, включаючи:

- захист від хвороб (враховуючи досвід COVID-19).
- покращення умов роботи через автоматизацію ризикованих операцій.

2. Забезпечення зайнятості. Морські перевезення створюють робочі місця в регіонах з активними портами. Наприклад, розвиток Дунайських портів в Україні підтримує місцеву економіку.

3. Соціальна відповідальність. Впровадження програм навчання для підвищення кваліфікації працівників, а також участь у розвитку локальних громад [34].

Проблеми та виклики стійкості:

1. Кліматичні ризики: урагани, повені, підвищення рівня моря впливають на стабільність поставок.

2. Геополітичні ризики: конфлікти змінюють маршрути та ускладнюють роботу портів.

1. Економічні ризики: волатильність цін на паливо та порушення ланцюгів через глобальні кризи.

Таблиця 2.3

Аналіз стійкості ланцюжків поставок у морському транспорті, з фокусом на економічні, екологічні та соціальні аспекти

Аспект	Заходи для підвищення стійкості	Результати
Економічний	автоматизація портових процесів	зниження витрат на операції та час обробки вантажів
	використання резервних потужностей і маршрутів	підвищення гнучкості та адаптивності до змін у ринку
	оптимізація ланцюгів постачання через цифровізацію та управління запасами	підвищення ефективності та скорочення часу доставки
Екологічний	впровадження екологічно чистих технологій, таких як LNG, сонячні та вітрові панелі	зменшення викидів CO ₂ , зниження негативного впливу на екосистеми
	розвиток циркулярної економіки, переробка матеріалів, використання екологічно чистих палив	збереження природних ресурсів, мінімізація відходів
	впровадження стандартів МАРПОЛ для запобігання забрудненню морських екосистем	забезпечення сталого використання ресурсів і збереження біорізноманіття
	впровадження стандартів МАРПОЛ для запобігання забрудненню морських екосистем	забезпечення сталого використання ресурсів і збереження біорізноманіття
Соціальний	поліпшення умов праці для екіпажів та портових працівників	збільшення безпеки працівників, зниження ризиків для здоров'я
	розвиток програм підвищення кваліфікації та навчання	підвищення рівня професіоналізму і продуктивності працівників
	участь у соціальних програмах для розвитку місцевих громад (створення робочих місць, підтримка місцевих ініціатив)	створення додаткових робочих місць, покращення економічного стану місцевих громад

Джерело: складено автором

Морський транспорт є важливою складовою глобальної економіки, але в той же час він має великий екологічний вплив. Одним із основних чинників негативного впливу є викиди парникових газів, що спричиняються спалюванням традиційних видів палива, таких як важкий дизель. З огляду на це, у морській галузі активно впроваджуються стійкі практики, серед яких перехід на альтернативні види палива та оптимізація маршрутів для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.



Рис. 2.5. Аспекти стійких практик у морському транспорті

Джерело: сформовано автором

1. Перехід на альтернативні види палива. Перехід на альтернативні види палива є одним з найважливіших напрямків у забезпеченні стійкості морського транспорту. Використання таких видів палива знижує рівень шкідливих викидів, а також покращує загальний екологічний стан у портах і на морських маршрутах.

Основні альтернативні види палива:

- зріджений природний газ (LNG). LNG є одним із найбільш перспективних варіантів для заміни традиційних видів палива. Завдяки

зниженому рівню викидів оксидів сірки (SO_x), оксидів азоту (NO_x) і CO₂, він зменшує забруднення повітря та покращує екологічний стан у прибережних районах і портах. LNG має також високий енергетичний потенціал і ефективно використовується для великих морських суден. Зокрема, для великих контейнеровозів, танкерів та балкерів LNG є найбільш вигідним і технологічно зрілим варіантом [21].

- водень. Водень, як альтернатива традиційному паливу, має велику перспективу для морського транспорту. Завдяки своїй екологічній чистоті (під час спалювання водню утворюється лише водяна пара) він може стати основним паливом для нових поколінь суден, що працюють на водневих паливних елементах. Проте існує ряд технічних і економічних бар'єрів для широкого впровадження водню в морські перевезення, таких як вартість технологій і необхідність розвитку інфраструктури для виробництва та транспортування водню [27].

- біопаливо. Біопаливо, яке виробляється з органічних матеріалів (рослинних або тваринних відходів), є ще однією альтернативою для морського транспорту. Воно може використовуватися як у чистому вигляді, так і в суміші з традиційними видами палива. Біопаливо значно знижує викиди CO₂, оскільки вуглецевий викид від спалювання біопалива компенсується його поглинанням під час вирощування сировини. Важливим фактором є розвиток біопаливних технологій, що дозволяє знижувати вартість виробництва і робить це паливо більш конкурентоспроможним [23].

- сонячні та вітрові технології. Інтеграція сонячних батарей і вітрових турбін на борту суден є частиною стратегії використання відновлюваних джерел енергії. Це допомагає знижувати споживання традиційних видів палива і, відповідно, зменшувати викиди. Сонячні панелі можуть використовуватися для живлення електронного обладнання, а вітрові турбіни – для допоміжного підштовхування суден, що дозволяє знижувати потребу в споживанні палива [24].

Переваги переходу на альтернативні види палива:

- зниження рівня забруднення повітря та води.
- зменшення залежності від традиційних видів палива.
- зниження викидів парникових газів і позитивний вплив на боротьбу з глобальним потеплінням.

Виклики переходу на альтернативні види палива:

- висока вартість переходу на нові технології.
- недостатньо розвинена інфраструктура для заправки суден альтернативними видами палива.
- технічні обмеження щодо енергетичної потужності нових видів палива.

2. Оптимізація маршрутів і логістичних процесів. Оптимізація морських маршрутів є ще одним важливим кроком до стійкості морського транспорту, оскільки дозволяє знизити витрати палива, час на дорогу та викиди CO₂. Вона включає в себе використання нових технологій для моніторингу і планування маршрутів, що дозволяє суднам обирати найбільш ефективні шляхи [3, 9].

Основні напрямки оптимізації маршрутів:

- використання програмного забезпечення для прогнозування і планування маршрутів. Сучасні програмні продукти дозволяють судновласникам і операторам точно прогнозувати погодні умови, наявність течій і інші фактори, що можуть вплинути на ефективність маршруту. Вони дозволяють вибрати найбільш оптимальні шляхи з урахуванням усіх можливих змін, що зменшує час на дорогу та економить паливо.
- використання великих даних (Big Data). Велика кількість даних, що збираються з різних джерел (метеорологічні станції, датчики на судах, історичні дані про рух суден), дозволяє оператору коригувати маршрут у режимі реального часу. Аналіз цих даних допомагає оптимізувати шляхи та час у дорозі, знижуючи витрати і покращуючи ефективність. [14].
- використання технології штучного інтелекту (AI). Штучний інтелект допомагає визначати найкращі маршрути, враховуючи не тільки поточні погодні умови, але й інші фактори, такі як перевантаження портів, рух

інших суден, інфраструктурні обмеження і навіть загрози для судноплавства. AI може також передбачати майбутні погодні умови та оптимізувати маршрут під час руху [15].

- оптимізація швидкості судна. Проблема "оптимальної швидкості" для зменшення витрат палива є важливою складовою логістики. Дослідження показують, що зниження швидкості навіть на кілька вузлів може значно зменшити витрати палива та викиди CO₂, при цьому не суттєво впливаючи на загальний час доставки [17].

Переваги оптимізації маршрутів:

- зменшення споживання палива та зниження витрат на паливо.
- зниження викидів CO₂ і забруднення навколишнього середовища.
- покращення ефективності і своєчасності перевезень.

Виклики:

- залежність від точності даних і технологій, які можуть бути недосконалими або відсутніми в деяких районах.
- висока вартість впровадження нових технологій і програмного забезпечення.

Перехід на альтернативні види палива та оптимізація маршрутів є ключовими факторами для забезпечення стійкості морського транспорту. Вони дозволяють значно знизити екологічний вплив морських перевезень, зберігати природні ресурси та зменшувати витрати. Проте для успішної реалізації цих практик необхідно подолати низку технічних, економічних та інфраструктурних бар'єрів.

Судноплавні компанії дедалі більше прагнуть впроваджувати екологічно чисті технології, щоб зменшити свій вплив на навколишнє середовище. Багато з них розробляють стратегії, що сприяють зниженню викидів вуглекислого газу, оптимізації споживання палива та покращенню загального екологічного стану морських перевезень. В таблиці 2.4 наведено приклади екологічно відповідальних ініціатив від деяких провідних компаній.

Таблиця 2.4

Приклади екологічно відповідальних ініціатив від провідних
судноплавних компаній

Компанія	Ініціативи	Екологічний ефект
Maersk	Використання суден на LNG (зріджений природний газ)	Зниження викидів CO ₂ на 20-25%
	Впровадження чистих енергетичних рішень, таких як сонячні батареї на суднах	Зменшення викидів сірки на 90%
MSC	Інвестування в судна з низьким рівнем викидів	Впровадження суден, що відповідають стандартам ІМО 2020
	Використання вітрових турбін на нових контейнеровозах	Зниження споживання палива за допомогою вітрових систем
CMA CGM	Розвиток флоту на природному газі LNG	Плани зменшення викидів CO ₂ на 10% до 2025 року
	Створення технологій для відновлювальної енергії на борту суден	Покращення екологічних стандартів в усіх ланках ланцюга поставок
Hapag-Lloyd	Використання ефективних систем управління енергією (EEDI, SEEMP)	Зниження споживання палива, зменшення викидів CO ₂
	Впровадження новітніх систем рециркуляції води та очищення вихлопних газів	Відновлення водних ресурсів і зменшення впливу на океанські екосистеми

Джерело: складено автором [1, 14,15,25, 46].

На рис. 2.6 зазначено середнє зменшення викидів CO₂ завдяки інноваціям, впровадженим провідними судноплавними компаніями. Як видно з графіка, компанії, що використовують зріджений природний газ (LNG), зменшують викиди CO₂ на найбільший відсоток (до 25%), в той час як інші ініціативи, такі як використання вітрових турбін або новітніх систем енергоефективності, також мають значний вплив, знижуючи викиди на 10–20%.

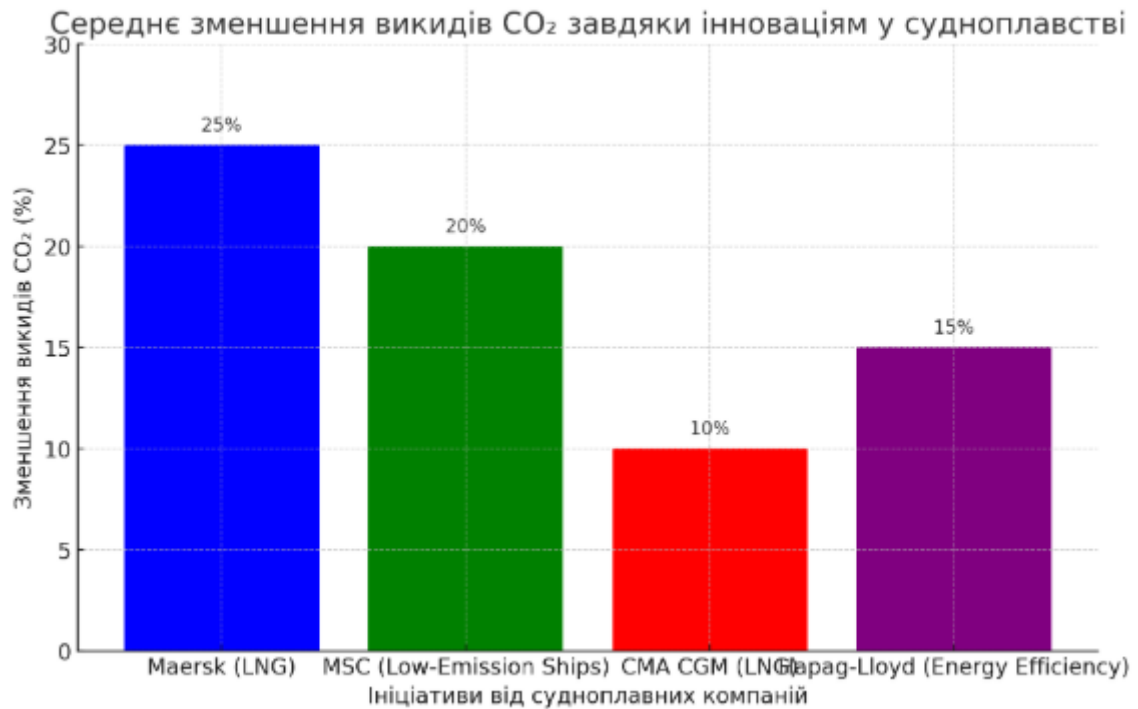


Рис. 2.6. Середнє зменшення викидів CO₂ завдяки інноваціям у судноплавстві
Джерело: складено автором [20, 21]

Ці екологічно відповідальні практики допомагають не тільки зменшити вплив на навколишнє середовище, а й забезпечують довгострокову економічну вигоду для судноплавних компаній через зниження витрат на паливо та відповідність міжнародним екологічним стандартам.

2.3. Інфраструктурні і технологічні обмеження морського транспорту

Морський транспорт є важливою складовою глобальної економіки, забезпечуючи перевезення більшої частини товарів між континентами. Проте, незважаючи на свої переваги, він стикається з низкою інфраструктурних і технологічних обмежень, які можуть обмежити ефективність і стійкість цього виду транспорту.

1. Інфраструктурні обмеження. Інфраструктура морського транспорту включає в себе порти, термінали, навігаційні системи та елементи, що забезпечують ефективне і безпечне переміщення вантажів. Однак існують певні обмеження, які можуть вплинути на ефективність перевезень [55]:

- обмежена пропускна здатність портів. Великі порти та контейнерні термінали часто стикаються з проблемами пропускної здатності, особливо в пікові періоди або під час несприятливих погодних умов. Це може призводити до заторів, затримок суден і, як наслідок, до зниження ефективності перевезень і зростання витрат на зберігання товарів.

- нестача сучасних портових об'єктів. Багато портів не мають достатньо сучасного обладнання для обробки великих суден, зокрема контейнеровозів нового покоління. Це може призвести до значних затримок у вантажообробці і підвищених витрат на транспортування товарів. Порти, що не відповідають вимогам сучасних суден, потребують значних інвестицій для оновлення інфраструктури.

- низька розвиненість внутрішніх транспортних мереж. Не всі морські порти мають розвинену інфраструктуру для перевезення вантажів до внутрішніх ринків (залізниці, автомобільний транспорт), що може призвести до логістичних затримок і неефективності перевезень. Інтеграція портів з іншими видами транспорту є важливою для забезпечення безперервності ланцюга поставок.

- екологічні обмеження портів. Порти стикаються з вимогами щодо скорочення викидів CO₂ і шкідливих речовин у повітря та воду. Технології, необхідні для виконання цих стандартів, часто є дорогими і потребують додаткових інвестицій. Однак недотримання екологічних стандартів може призвести до штрафів і обмежень у роботі портів.

2. Технологічні обмеження. Технології, що використовуються в морському транспорті, мають великий вплив на ефективність і стійкість перевезень. Однак технологічні бар'єри можуть стримувати прогрес у цій сфері [56]:

– обмеження щодо енергоефективності суден. Хоча суднобудівні технології зробили великий крок вперед, зокрема у напрямку створення суден з більш ефективними двигунами та новими конструкційними матеріалами, проблема зниження енергоспоживання все ще залишається актуальною. Високі витрати палива є основним чинником, що збільшує витрати на перевезення і впливає на екологічну складову транспорту. Перехід на більш ефективні джерела енергії, такі як LNG або водень, потребує значних інвестицій і технічної підготовки.

– обмеження в автоматизації та цифровізації. У світі морських перевезень активно розвиваються технології автоматизації та цифровізації, такі як автономні судна і системи управління, засновані на великих даних. Однак на сьогоднішній день багато суден ще не оснащені сучасними цифровими системами управління, що призводить до неефективного використання ресурсів і підвищених витрат на обслуговування.

– недосконалість інфраструктури для альтернативних видів палива. Для широкого впровадження альтернативних видів палива, таких як LNG, водень або біопаливо, необхідна спеціальна інфраструктура, включаючи порти з відповідними терміналами для заправки суден. На сьогоднішній день лише невелика кількість портів у світі має таку інфраструктуру, що значно обмежує можливості використання цих альтернативних палив.

– технологічні бар'єри для відновлювальних джерел енергії на судна. Використання сонячних панелей та вітрових турбін на борту суден є перспективним напрямом для зменшення споживання палива. Однак існують технічні обмеження щодо ефективності таких систем, особливо на великих судах. Інтеграція таких відновлювальних джерел енергії в існуючі судна потребує значних змін у конструкції та додаткових інвестицій.

– кібербезпека та захист від атак. З розвитком автоматизації та цифровізації в морському транспорті зростають і ризики кіберзагроз. Інтеграція нових технологій вимагає посилення заходів безпеки, оскільки зломи або порушення систем управління можуть призвести до великих збитків

і навіть до аварій. Технологічні компанії в судноплаванні повинні інвестувати у вдосконалення кіберзахисту.

3. Шляхи подолання обмежень. Подолання цих обмежень вимагає комплексного підходу, що включає [56]:

- інвестування в оновлення інфраструктури портів для збільшення пропускної здатності та зменшення екологічного впливу.
- впровадження нових технологій в суднобудуванні та автоматизації, що дозволяє підвищити ефективність роботи суден.
- розвиток інфраструктури для альтернативних видів палива у портах і вдосконалення технологій для зниження витрат палива.
- посилення безпеки і захисту даних для забезпечення безпеки судноплавства в умовах цифровізації.

В таблиці 2.5 сформовано аналіз інфраструктурних та технологічних обмежень морського транспорту.

Така таблиця допомагає проаналізувати основні обмеження і їх вплив на розвиток морського транспорту. Важливість кожного обмеження визначена за шкалою від 0 до 100, де 100 означає максимальне обмеження для розвитку сектору.

Інфраструктурні та технологічні обмеження морського транспорту є значними бар'єрами на шляху до його стійкості. Однак з розробкою нових технологій, інвестуванням у модернізацію інфраструктури та інтеграцією альтернативних видів палива, ці бар'єри можна поступово подолати. Поступове усунення обмежень у морському транспорті дозволить знизити екологічний вплив, підвищити ефективність перевезень і досягти більш високого рівня стійкості галузі.

Таблиця 2.5

Аналіз інфраструктурних та технологічних обмежень морського
транспорту

Категорія	Обмеження	Важливість обмеження (від 0 до 100)
Модернізація портової інфраструктури	Недостатні інвестиції в модернізацію портових терміналів	85
Енергоефективність суден	Високе споживання палива старими суднами	80
Альтернативні види палива	Відсутність інфраструктури для альтернативних видів палива	90
Кібербезпека	Вразливість судноплавних компаній до кібератак	75
Автоматизація та цифровізація	Низький рівень автоматизації в портах і на суднах	70
Внутрішні транспортні мережі	Відсутність інтеграції портів з іншими видами транспорту	65
Пропускна здатність портів	Обмежена здатність портів обробляти великий обсяг вантажів	95
Екологічні обмеження	Високий рівень забруднення від морських перевезень	60

Джерело: складено автором [55,56]

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО СТІЙКОГО ЛАНЦЮЖКА ПОСТАВОК У МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

3.1. Методологія оптимізації морських логістичних процесів

Оптимізація морських логістичних процесів – це системний підхід, який спрямований на підвищення ефективності всіх етапів перевезення вантажів морським транспортом. Основна мета – забезпечити стійкість, економічну доцільність, екологічну відповідальність і технологічний розвиток галузі.

Методологія оптимізації морських логістичних процесів складається з етапів, які зазначені на рис. 3.1.

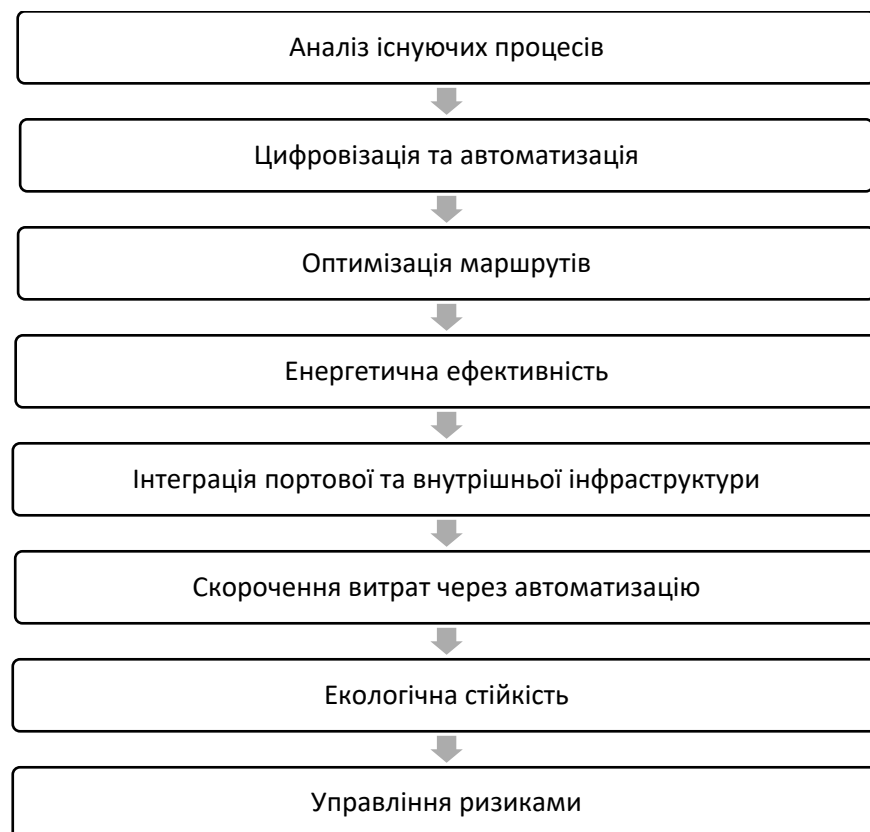


Рис. 3.1. Етапи методології оптимізації морських логістичних процесів

Джерело :складено автором [3,36, 37, 53]

Розглянемо етапи методології оптимізації морських логістичних процесів більш детально:

1. Аналіз існуючих процесів. Перед початком оптимізації необхідно детально вивчити поточний стан логістичних операцій:

- ідентифікація вузьких місць: визначення етапів, які призводять до затримок або підвищення витрат (наприклад, завантаженість портів, простої суден).
- оцінка ефективності маршрутів: аналіз географічного розташування портів, доступності транспортної інфраструктури.
- моніторинг витрат: визначення основних статей витрат (паливо, обробка вантажів, митні збори) для пошуку способів їх скорочення.

2. Цифровізація та автоматизація. Використання сучасних цифрових технологій є одним із ключових інструментів оптимізації [13, 14]:

- цифрові платформи для управління логістикою: системи управління транспортом (TMS) дозволяють в реальному часі відстежувати місцезнаходження суден, координувати графіки прибуття та завантаження.
- автоматизація портових операцій: впровадження робототехніки для швидшого завантаження та розвантаження контейнерів.
- технології блокчейн: підвищення прозорості та безпеки угод між учасниками логістичного ланцюга, мінімізація паперової тяганини.
- інтернет речей (IoT): датчики на контейнерах для моніторингу температури, вологості та стану вантажу.

3. Оптимізація маршрутів. Оптимальне планування маршрутів дозволяє зменшити витрати на паливо та час доставки [29, 36]:

- аналіз погодних умов: використання прогнозів для вибору найкращих маршрутів, уникнення штормів і несприятливих погодних умов.
- моделювання сценаріїв: тестування кількох варіантів маршрутів для вибору найбільш економічного.

- перехід на довші маршрути: у певних випадках (як показала практика 2023–2024 років) використання довших, але менш завантажених маршрутів може бути вигіднішим.

4. Енергетична ефективність. Питання ефективного використання палива є критично важливим [20, 21]:

- перехід на альтернативні види палива: використання скрапленого природного газу (LNG), біопалива, водню або електричних суден.
- оптимізація швидкості суден: практика зниження швидкості для економії палива (slow steaming) показала позитивний вплив на витрати та екологію.
- впровадження енергоефективних технологій: модернізація двигунів, покриття корпусів суден спеціальними матеріалами для зменшення опору води.

5. Інтеграція портової та внутрішньої інфраструктури. Ефективність морського транспорту залежить від якості взаємодії з іншими видами транспорту [53, 56]:

- розвиток мультимодальних перевезень: інтеграція морського транспорту з залізничним, автомобільним та авіаційним.
- оптимізація портової логістики: автоматизація операцій у терміналах, створення систем управління чергами.
- інвестування в інфраструктуру: розширення причалів, підвищення пропускної здатності портів, оновлення обладнання.

6. Скорочення витрат через автоматизацію. Інноваційні підходи до управління витратами включають [36]:

- зниження витрат на обробку вантажів: впровадження безпілотних кранів та роботів.
- мінімізація витрат на адміністративні процеси: використання автоматизованих систем для митного оформлення.
- використання прогнозової аналітики: аналіз даних для уникнення затримок і додаткових витрат на зберігання вантажів.

7. Екологічна стійкість. Сучасна логістика повинна відповідати екологічним стандартам [23]:

- скорочення викидів CO₂: впровадження технологій для моніторингу та зменшення викидів парникових газів.
- утилізація відходів: створення систем для утилізації сміття, яке утворюється під час морських перевезень.
- використання відновлюваної енергії: встановлення сонячних панелей або вітрових генераторів на судах.

8. Управління ризиками. Невизначеність у морській логістиці вимагає спеціального підходу до управління ризиками [38]:

- моделювання кризових ситуацій: аналіз потенційних затримок через геополітичні конфлікти, економічні коливання або погодні умови.
- страхування вантажів і маршрутів: забезпечення фінансового захисту учасників ланцюга поставок.
- розробка альтернативних сценаріїв: створення резервних планів для забезпечення безперервності логістичних процесів.

Методологія оптимізації морських логістичних процесів базується на поєднанні сучасних технологій, аналітики, стратегічного планування та управління ризиками. Її реалізація сприяє зменшенню витрат, підвищенню ефективності роботи і забезпеченню екологічної стійкості, що є ключовими аспектами для успіху морських перевезень у глобалізованому світі.

Моделювання морських перевезень із акцентом на стійкість є важливим інструментом для підвищення ефективності, екологічної відповідальності та надійності логістичних процесів. Воно дозволяє розробити стратегії оптимізації, мінімізувати ризики та забезпечити довгострокову життєздатність перевезень.

Моделювання використовується для вирішення наступних завдань:

- оптимізація маршрутів: вибір найкращого шляху між портами з урахуванням витрат, часу доставки та впливу на довкілля.

- зменшення екологічного впливу: оцінка способів зниження викидів CO₂ і інших забруднювачів.
- управління ризиками: прогнозування можливих затримок, технічних несправностей або впливу геополітичних і природних факторів.
- ефективне використання ресурсів: максимізація завантаження суден і мінімізація простоїв у портах.

Ключові компоненти моделювання:

Вхідні дані для моделювання. Для точності моделювання використовуються різноманітні дані:

- географічні дані: координати портів, глибини фарватерів, кліматичні умови.
- економічні дані: вартість палива, портові збори, витрати на обслуговування суден.
- технічні дані: параметри суден (розміри, швидкість, витрати палива), технічний стан обладнання.
- екологічні дані: рівень викидів, кількість відходів, необхідність дотримання міжнародних екологічних стандартів (наприклад, ІМО 2020).

Типи моделей:

- детерміновані моделі: враховують фіксовані параметри, що не змінюються протягом перевезення (наприклад, прогнозований час прибуття при сталих умовах).
- стохастичні моделі: використовуються для оцінки ситуацій з невизначеністю (наприклад, вплив погодних умов або затримок у портах).
- імітаційні моделі: дозволяють тестувати різні сценарії, наприклад, модифікацію маршруту чи зміну швидкості судна для економії палива.

Інструменти моделювання.

Програмне забезпечення для морської логістики: Navis N4, AnyLogic, MATLAB.

Геоінформаційні системи (GIS): використовуються для візуалізації маршрутів і аналізу географічних факторів.

Моделі великих даних: для аналізу потоків інформації з багатьох джерел (GPS-системи, метеостанції, портові дані).

Є три підходи до моделювання з урахуванням стійкості: Екологічний, економічний та соціальний.

Екологічний підхід. Основна увага приділяється мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище:

- оптимізація швидкості суден: зниження швидкості для зменшення споживання палива та викидів.
- маршрутизація з урахуванням екологічних зон: уникнення маршрутів через зони з високою біологічною активністю.
- оцінка впливу видів палива: моделювання впливу використання LNG або водневого палива.

Економічний підхід. Моделювання спрямоване на зменшення витрат:

- прогноз витрат на паливо: врахування змін у вартості енергоносіїв і вибір оптимальних моментів для заправки.
- оптимізація вантажопідйомності: моделювання оптимального завантаження для мінімізації витрат на тонно-милю.
- аналіз портових зборів: вибір портів із нижчими тарифами за одночасного дотримання термінів доставки.

Соціальний підхід. Моделювання включає елементи, пов'язані з людським фактором:

- безпека перевезень: оцінка ризиків, пов'язаних із безпекою екіпажу та вантажів.
- соціально-відповідальні маршрути: уникнення зон із соціальними конфліктами чи політичною нестабільністю.
- зменшення впливу на прибережні спільноти: мінімізація шумового забруднення та обмеження викидів біля портів.

Практичні приклади моделювання:

Моделювання зміни маршрутів через Суецький канал. Вибір альтернативних маршрутів через затримки в Суецькому каналі дозволяє оцінити економічні та екологічні наслідки використання інших шляхів, наприклад, через мис Доброї Надії. Врахування додаткового споживання палива та часу доставки.

Оптимізація вантажопідйомності. Використання імітаційних моделей для розрахунку оптимального завантаження контейнеровозів з урахуванням ваги, розподілу навантаження та стабільності судна.

Результати моделювання:

- економічні результати. Зменшення витрат на паливо до 20% завдяки оптимізації швидкості та маршрутів. Скорочення простоїв у портах на 10–15% через інтеграцію цифрових систем.
- екологічні результати. Зниження викидів CO₂ на 30% при впровадженні оптимальних маршрутів і використанні LNG. Скорочення кількості аварій із розливом нафти завдяки прогнозуванню ризиків.
- соціальні результати. Підвищення безпеки екіпажу завдяки використанню сценарного планування. Зменшення впливу шуму на прибережні громади.

Моделювання морських перевезень із урахуванням стійкості є потужним інструментом для розвитку галузі. Воно дозволяє мінімізувати витрати, покращити екологічні показники та забезпечити соціальну відповідальність, що відповідає сучасним вимогам світової економіки. Впровадження інноваційних технологій моделювання сприяє досягненню глобальних цілей сталого розвитку.

3.2. Інноваційні рішення для зниження впливу морських перевезень на довкілля

Морські перевезення є важливим елементом світової економіки, але вони також створюють значний екологічний вплив. Для зниження цього впливу впроваджуються різноманітні інноваційні рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності, скорочення викидів парникових газів та інших забруднювачів, а також покращення екологічної стійкості морської галузі.

Інноваційні рішення для зниження впливу морських перевезень на довкілля:

1. Альтернативні види палива:

1.1. Скраплений природний газ (LNG).

Екологічний ефект: LNG значно зменшує викиди сірки (SO_x), азоту (NO_x) і дрібнодисперсних часток у порівнянні з традиційним важким паливом.

Приклади: Компанії, такі як *Maersk* та *CMA CGM*, інвестують у судна, що працюють на LNG.

Виклики: високі витрати на створення інфраструктури для заправки LNG та обмежений доступ до таких терміналів.

1.2. Біопаливо.

Екологічний ефект: виробляється з відновлюваних ресурсів (рослинні олії, відходи), що сприяє зниженню викидів CO₂.

Приклади: *GoodFuels* співпрацює з судноплавними компаніями для тестування біопалива в глобальних перевезеннях.

Виклики: стабільність постачання та можливі конкуренції з продовольчим сектором.

1.3. Водень та аміак.

Екологічний ефект: не утворюють викидів CO₂ під час згоряння.

Технології: судна з паливними елементами, що використовують водень, знаходяться на стадії активного розроблення.

Приклади: *Maersk* запланувала перехід частини свого флоту на метанол та аміак як альтернативні види палива.

2. Енергоефективні технології:

2.1. Оптимізація корпусу судна.

Покриття корпусів: використання спеціальних матеріалів для зменшення опору води.

Приклади: застосування технології *Air Lubrication System (ALS)*, що створює шар повітря між корпусом і водою, знижуючи тертя.

2.2. Системи управління енергією.

Рішення: автоматизовані системи для моніторингу та регулювання витрат палива.

Приклади: *Carnival Corporation* встановлює системи управління енергією, які дозволяють зменшити споживання палива на 5–10%.

2.3. Відновлювана енергія.

Сонячні панелі та вітрові турбіни: встановлюються на суднах для генерації додаткової енергії.

Приклади: судна типу *Ecoship* від *Peace Boat* інтегрують сонячні батареї та паруси, що використовують енергію вітру.

3. Інновації в дизайні суден:

3.1. Автономні судна.

Переваги: точніше дотримання оптимальних маршрутів, зниження споживання палива через автоматизоване управління.

Приклади: проект *Yara Birkeland* — перше автономне електричне судно.

3.2. Модульні контейнеровози.

Ефективність: модульний підхід дозволяє оптимізувати завантаження та мінімізувати перевитрати палива.

Приклади: нові проекти контейнеровозів компанії *MOL* спрямовані на використання модульних конструкцій.

3.3. Повернення до вітрильних технологій.

Сучасні вітрила: вітрильні системи на основі сучасних матеріалів та технологій, такі як *Oceanbird*, дозволяють скоротити викиди на 90% на певних маршрутах.

4. Оптимізація логістичних процесів:

4.1. Скорочення простоїв у портах.

Цифрові платформи: автоматизація розкладу прибуття суден для уникнення заторів у портах.

Приклади: *Port of Rotterdam* активно впроваджує цифрові системи для оптимізації портових операцій.

4.2. Оптимізація маршрутів.

Моделювання маршрутів: використання штучного інтелекту для прогнозування найкращих шляхів із врахуванням погодних умов і завантаженості портів.

Приклади: *NYK Line* використовує штучний інтелект для розробки "зелених" маршрутів.

4.3. Інтеграція мультимодальних перевезень.

Підхід: комбінування морського транспорту з іншими видами (залізничний, автомобільний) для зменшення екологічного сліду.

Приклади: впровадження мультимодальних логістичних систем у Європі та Азії.

5. Системи управління викидами:

5.1. Скрабери.

Принцип дії: очищення вихлопних газів для зниження викидів SOx.

Приклади: застосування скрубєрів на суднах *Napag-Lloyd* дозволило суттєво скоротити забруднення.

5.2. Моніторинг викидів у реальному часі.

Рішення: використання IoT-датчиків для збору інформації про кількість і склад викидів.

Приклади: *Maersk* встановлює системи моніторингу для своїх суден, дозволяючи в реальному часі коригувати роботу двигунів.

6. Міжнародні ініціативи та стандарти:

6.1. IMO 2020.

Суть: скорочення вмісту сірки в судновому паливі до 0,5% у всьому світі. Результат: зменшення забруднення атмосфери, але підвищення витрат на паливо.

6.2. Green Shipping Corridors.

Мета: створення маршрутів, оптимізованих для використання "зелених" технологій.

Приклади: партнерства між портами для спільної розробки таких маршрутів.

6.3. Система торгівлі викидами.

Ідея: стимулювання компаній скорочувати викиди через фінансову винагороду за перевищення встановлених норм.

Зведемо в таблицю 3.1 інноваційні рішення задля зниження впливу морських перевезень на довкілля.

Таблиця 3.1

Інноваційні рішення задля зниження впливу морських перевезень на довкілля

Інноваційні рішення	Приклади	Ефект на довкілля
Альтернативні види палива	LNG, біопаливо, водень, аміак	Скорочення CO ₂ , SO _x , NO _x
Енергоефективні технології	ALS, автоматизовані системи енергоефективності	Зниження витрат палива та тертя
Оптимізація логістичних процесів	Цифрові платформи, AI маршрути	Зменшення заторів і екологічного сліду
Системи управління викидами	Скрабери, IoT-датчики	Зниження шкідливих викидів
Міжнародні ініціативи та стандарти	IMO 2020, Green Shipping Corridors	Підтримка глобальних екологічних стандартів

Джерело: складено автором

Сформуємо графік на рис. 3.2 задля демонстрування ефективності інноваційних рішень у зниженні впливу морських перевезень на довкілля.

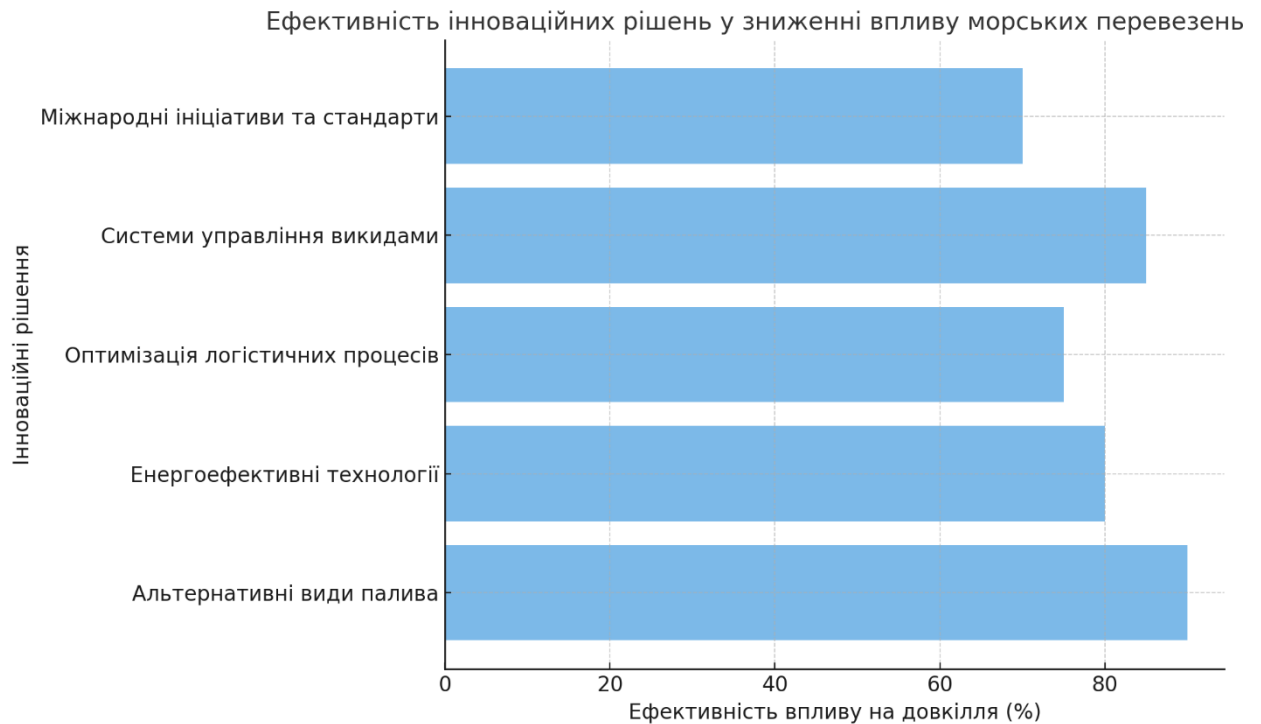


Рис. 3.2. Ефективність інноваційних рішень у зниженні впливу морських перевезень

Джерело: сформовано автором

Графік на рис. 3.2 відображає оцінку зменшення екологічного впливу для кожної з категорій.

Інноваційні рішення для зниження впливу морських перевезень на довкілля відіграють вирішальну роль у переході галузі до сталого розвитку. Впровадження альтернативних видів палива, оптимізація логістичних процесів, розвиток екологічних технологій і міжнародна співпраця дозволяють суттєво скоротити екологічний слід морських перевезень, забезпечуючи їхню відповідність сучасним вимогам екологічної стійкості.

3.3. Практичні рекомендації та розрахунок економічної ефективності забезпечення стійкості морських перевезень

Морські перевезення є основою світової логістики, тому забезпечення їх стійкості потребує комплексного підходу. Це включає впровадження сучасних технологій, використання екологічно чистих рішень, а також економічну та соціальну ефективність.

Рекомендації щодо забезпечення стійкості:

1. Використання альтернативних видів палива.

Альтернативні палива, такі як зріджений природний газ (LNG), водень, аміак або біопаливо, знижують викиди парникових газів та зменшують залежність від традиційних видів палива.

Приклад: Перехід з традиційного мазуту на LNG дозволяє скоротити викиди CO₂ до 20% та майже повністю усунути викиди сірки.

2. Впровадження енергоефективних технологій.

Використання технологій, таких як автоматизовані системи енергозбереження (ALS), зменшує витрати палива. Це включає впровадження обтічних форм корпусів суден, енергозберігаючих гвинтів і систем зменшення тертя.

Приклад: Впровадження системи повітряної змазки може скоротити споживання палива до 10%.

3. Оптимізація маршрутів та швидкості суден.

Зменшення швидкості судна на 10% може призвести до скорочення споживання палива на 15-20%, що також знижує викиди CO₂.

Формула для оцінки економії палива при зниженні швидкості:

$$S_{\text{fuel}} = (V_{\text{base}} - V_{\text{reduced}}) / V_{\text{base}} \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

де:

S_{fuel} — скорочення витрат палива (%);

V_{base} — базова швидкість судна;

V_{reduced} — знижена швидкість.

4. Використання цифрових платформ для управління ланцюгами поставок.

Інтеграція цифрових рішень дозволяє прогнозувати попит, оптимізувати завантаження та знижувати витрати енергії.

5. Автоматизація портових операцій.

Автоматизація вантажно-розвантажувальних операцій зменшує час обробки суден, витрати на паливо та енергоспоживання.

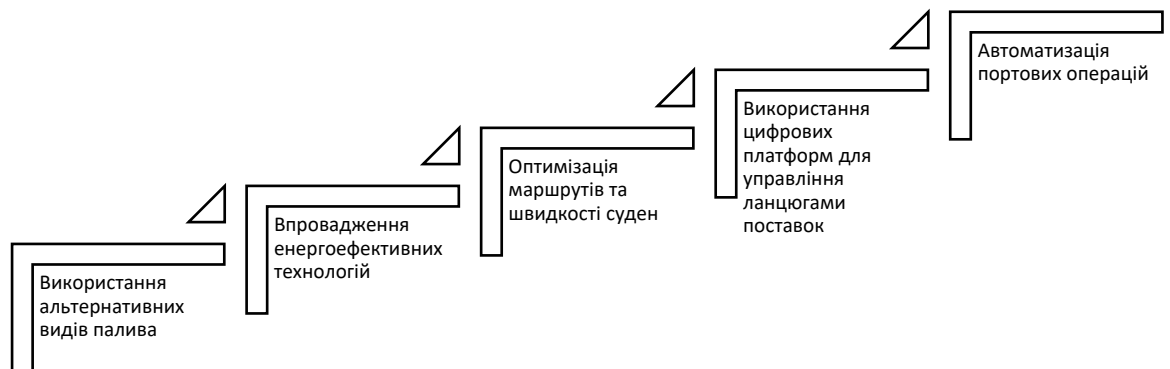


Рис. 3.3. Рекомендації щодо забезпечення стійкості морських перевезень

Джерело: складено автором[57]

Розрахуємо економічну ефективність забезпечення стійкості морських перевезень.

1. Розрахунок економії від переходу на альтернативне паливо:

Порівняємо витрати на мазут (HFO) та зріджений природний газ (LNG):

- вартість HFO: \$500/тонну.
- вартість LNG: \$700/тонну.
- споживання HFO для судна: 100 тонн/добу.
- споживання LNG: знижується на 20% (80 тонн/добу).

Економія витрат:

$$\text{Економія палива} = (\text{Споживання HFO} - \text{Споживання LNG}) \cdot \text{Доба} \cdot \text{Вартість} \quad (3.2)$$

Для 30 днів роботи:

$$\text{Економія} = (100 - 80) \cdot 30 \cdot 500 = 300,000 \text{ USD}$$

2. Оцінка економії від енергоефективних технологій:

Встановлення системи повітряної змазки:

- вартість впровадження: \$2 млн.
- скорочення витрат палива: 10%.
- витрати на паливо судна до впровадження: \$5 млн/рік.

Річна економія:

$$\text{Економія} = \text{Витрати на паливо} \cdot 10 \% \quad (3.3)$$

$$\text{Економія} = 5,000,000 \cdot 0,1 = 500,000 \text{ USD/рік}$$

Окупність:

$$\text{Окупність} = \text{Вартість впровадження} / \text{Річна економія} \quad (3.4)$$

$$\text{Окупність} = 2,000,000 / 500,000 = 4 \text{ роки}$$

3. Економія від оптимізації швидкості:

При зниженні швидкості з 20 вузлів до 18 вузлів:

- витрати палива при 20 вузлах: \$10,000/день.
- скорочення палива: 15%.

Економія:

$$\text{Економія} = 10,000 \cdot 0,15 = 1,500 \text{ USD/день}$$

За 100 рейсів:

$$\text{Загальна економія} = 1,500 \cdot 100 = 150,000 \text{ USD}$$

Зведемо в таблицю 3.2 отриманні результати розрахунків економічної ефективності забезпечення стійкості морських перевезень.

Таблиця 3.2

Результати розрахунків економічної ефективності забезпечення стійкості морських перевезень

Складова	Економія коштів (USD)	Зменшення викидів CO ₂ (%)	Термін окупності (роки)
Перехід на альтернативні види палива (LNG)	300000	20	-
Використання енергоефективних технологій	500000	10	4
Оптимізація швидкості суден	150000	15	-

Джерело: сформовано автором за результатами розрахунків

Сформуємо графік на рис. 3.4, який ілюструє економію коштів (USD) та зменшення викидів CO₂ (%) для кожної складової стійкості.

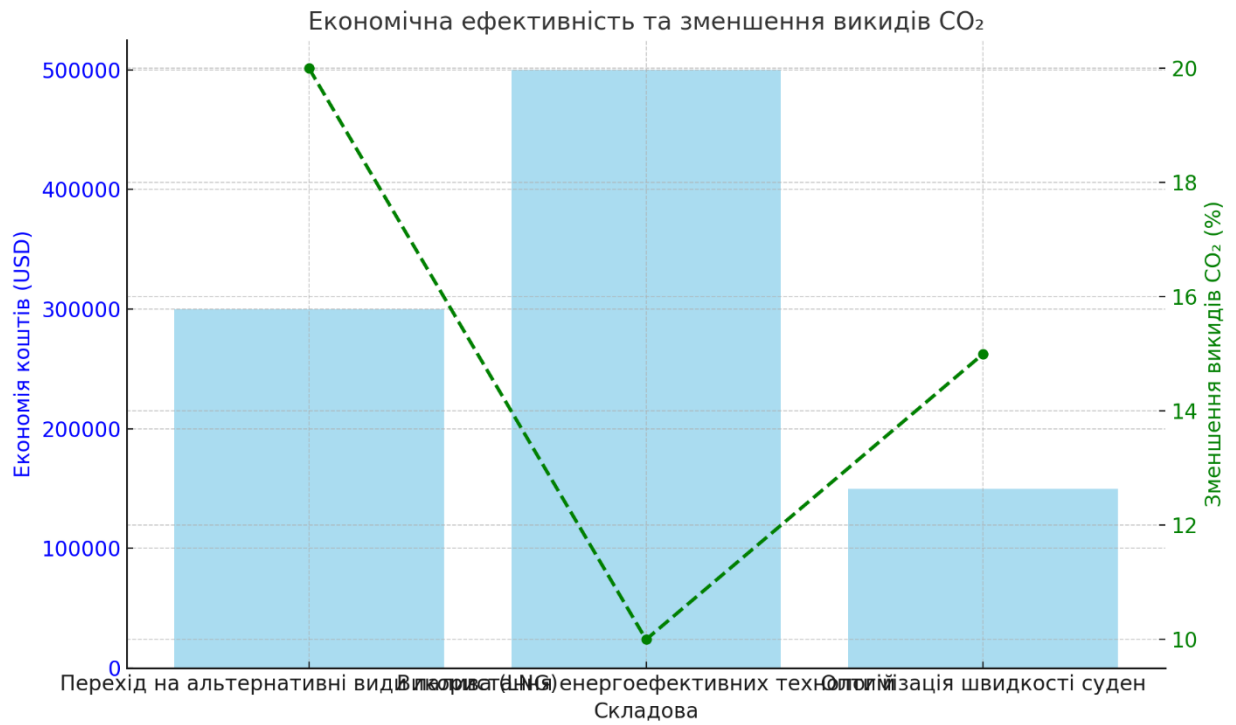


Рис. 3.4. Економічна ефективність та зменшення викидів CO₂ від впровадження складових забезпечення стійкості

Джерело: сформовано автором

Після проведених досліджень можна зробити висновки:

1. Перехід на стійкі рішення приносить значну економічну вигоду, знижуючи операційні витрати.
2. Альтернативні види палива та енергоефективні технології забезпечують зменшення витрат на паливо та скорочення викидів CO₂.
3. Використання цифрових платформ оптимізує логістичні процеси, зменшуючи холості рейси та покращуючи завантаження.

Усі ці заходи сприяють одночасно економічній ефективності та зменшенню впливу на довкілля.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було розглянуто та досліджено теоретичні, аналітичні та практичні аспекти формування стійких ланцюжків поставок у морському транспорті. На основі виконаних досліджень сформульовано наступні висновки:

У першому розділі визначено особливості функціонування ланцюжків поставок у морських вантажних перевезеннях, включаючи складність координації міжнародних операцій, значну залежність від портової інфраструктури та нормативно-правових обмежень. Встановлено, що ключовими принципами забезпечення стійкості є економічна, екологічна та соціальна складові. Розглянуто специфіку логістичного планування в умовах невизначеності, яка виникає через глобальні кризи, зміни попиту та геополітичні ризики.

У другому розділі проведено детальний аналіз глобальних тенденцій розвитку морського транспорту, зокрема зміщення маршрутів до більш тривалих через геополітичні зміни. Проаналізовано стійкість ланцюжків поставок, включаючи рівень адаптації до екологічних, соціальних і технологічних викликів. Особливу увагу приділено інфраструктурним і технологічним обмеженням, які стримують розвиток стійкості, наприклад, недостатнє впровадження цифрових рішень і альтернативних видів палива.

У третьому розділі представлено методологію оптимізації морських логістичних процесів, що базується на впровадженні сучасних інформаційних технологій, зокрема систем управління маршрутами та прогнозування попиту. Окремо розглянуто інноваційні рішення для зниження екологічного впливу, такі як перехід на альтернативні види палива (LNG, водень) і впровадження енергоефективних технологій. Практичні рекомендації, запропоновані у роботі, включають конкретні заходи для підвищення ефективності судноплавства, що забезпечують значну економічну вигоду та скорочення викидів CO₂.

Економічна ефективність забезпечення стійкості підтверджена розрахунками. Наприклад, перехід на альтернативні види палива дозволяє зекономити до 300 тис. USD за 30 днів експлуатації одного судна. Оптимізація швидкості знижує витрати палива на 15–20%, а впровадження енергоефективних систем має окупність до 4 років.

Наукова новизна та практичне значення роботи. У роботі вперше було запропоновано комплексний підхід до забезпечення стійкості морських ланцюжків поставок із врахуванням екологічних, економічних та соціальних аспектів. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх застосування транспортними компаніями та портовими операторами для вдосконалення логістичних процесів, зниження впливу на довкілля та підвищення економічної ефективності.

Стійкість морських вантажних перевезень є критичним аспектом сучасної логістики, який визначає конкурентоспроможність та екологічність галузі. Запропонований у кваліфікаційній роботі комплексний підхід дозволяє ефективно поєднати інноваційні технології, економічну раціональність і соціальну відповідальність, сприяючи сталому розвитку морського транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Review of Maritime Transport 2023. URL: unctad.org
2. IMO (International Maritime Organization). Initial IMO GHG Strategy. URL: imo.org
3. Логістика в організації міжнародних перевезень : навч. посіб. / Войтко С. В., Корогодова О. О. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 138 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/Lohistyka.pdf>
4. International Chamber of Shipping (ICS). Annual Shipping Industry Report 2023. URL: ics-shipping.org
5. Матвієнко М.В., Наврозова Ю.О., Щербина В.В. Основи економіки морського транспорту: навчальний посібник. Одеса: ОНМУ, 2019. 400 с. URL: <https://doi.org/10.31375/966-7716-61-9-2019>
6. Жихарева В.В., Бундюк Р.А., Власенко О.С., Соколова М.С. Економіка судноплавства і сервісної діяльності: глобальні тренди й трансформація : монографія. Одеса, ОНМУ. 2022, 437с. URL: https://issuu.com/vlasenkoolga/docs/monog_economics_shipping
7. Rodrigue, J.-P., Notteboom, T. *The Geography of Transport Systems*. 5th edition. Routledge, 2020.
8. World Bank Group. Transport Decarbonization: Maritime Sector Pathways. Вашингтон: World Bank Publications, 2022.
9. Центр транспортних стратегій. URL: https://cfts.org.ua/news/2023/_godu_obyem_gruzoperevozok_sokratilsya
10. Інститут економіки транспорту України. *Перспективи модернізації портової інфраструктури*. Київ: ІЕТУ, 2022.
11. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80#>

12. Бойченко М. В. Управління ланцюгами поставок: шляхи вдосконалення // ЭВД. 2020. №3 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlinnya-lantsyugami-postavok-shlyahi>
13. How Blockchain Technology Works. Guide for Beginners. URL: <https://cointelegraph.com/bitcoin-for-beginners/howblockchain-technology-works>
14. Яковенко, Я., Білик, М., & Олійник, Є. (2024). Штучний інтелект, big data і відповідальне споживання як імператив інноваційного розвитку бізнес-структур в умовах формування цифрової економіки. *Економіка та суспільство*, (60). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-151>
15. Гвілія Н.А. Сучасні методики оцінки рівня цифровізації інтегрованих міжкорпоративних логістичних систем. *Регіональні проблеми перетворення економіки*. 2022 Т. 8 (94). С. 121-128.
16. Альтернативні види палива у судноплаванні: аналіз та перспективи. *Науковий журнал транспорту і логістики*, 2022, №3.
17. Shashi Kumar, R. *Energy-Efficient Shipping: Challenges and Opportunities*. Oxford University Press, 2021.
18. Дем'янченко А.Г., Сотниченко Л.Л. Вдосконалення організаційно-економічного механізму управління розвитком підприємств морської галузі / монографія. Одеса: НУОМА, 2017. 325.
19. Набока, Р.М., Шукліїна В.В. Вплив інтеграції логістичних ланцюгів поставок на підвищення потенціалу підприємства. *Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка» Сер.: Економіка*. №4. 2020. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2020/89.pdf
20. Transport & Environment. *Maritime Transport: Alternative Fuels and Decarbonization Pathways*. Брюссель, 2022.
21. Green Shipping Initiative. *Innovation in Maritime Sustainability: 2023 Report*. Європейська комісія, 2023.
22. Environmental Protection Agency (EPA). *Marine Emissions and Solutions*. URL: <https://epa.gov>

23. Інститут стійкого розвитку. Впровадження екологічно чистих технологій у транспорті. Харків: Видавництво «Основа», 2023.
24. Tkachenko, P., Yevdokymova, A. & Yevdokymov, A. (2023). Implementation of energy-efficient technologies in the activities of the enterprise. *Visnyk of Sumy State University. Economy Series*, 2, 38–45. <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2023.2-05>
25. IMO MEPC Reports (Marine Environment Protection Committee). International Maritime Organization, 2022–2023.
26. Wang, H., Faber, J. Shipping and Climate Change: Market-based Measures and Innovations. Springer, 2021.
27. Global Maritime Forum. Коалиція Getting to Zero. URL: <https://globalmaritimeforum.org/getting-to-zero-coalition/>
28. Європейська система торгівлі квотами на викиди (EU ETS). URL: <https://www.civic-synergy.org.ua/wpcontent/uploads/2018/04.pdf>
29. Луценко І.С. Управління ланцюгами поставок конспект лекцій : навчальний посібник. КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 175 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/content>
30. Конвенція про працю в морському судноплаванні (MLC, 2006). URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MU06257>
31. Намазова, Ю. (2023). Державна політика гендерної рівності у складі інклюзивної моделі розвитку територіальних громад. *Літопис Волині*, (28), 360-366. URL: <https://doi.org/10.32782/2305-9389/2023.28.52>
32. Sofiia-Diana Yakymiak, Poman Stakanov. Culture of sustainable development as one of the elements of development of the economic, social and security field of the modern society. *Social development & Security*, Vol. 10, No. 1, 2020. 67-76. URL: <file:///C:/Users/User/Downloads/178-Article%20Text-448-20200303.pdf>
33. Seafarers' Rights International. 2024 URL: <https://seafarersrights.org/contact-us/>

34. Maritime Labour Convention, 2006. URL: <https://www.ilo.org/international-labour-standards/maritime-convention>
35. Statista. Maritime Trade Statistics 2023. URL: <https://statista.com>
36. Крикавський Є. В., Шандрівська О.Є. Логістичний менеджмент: підручник. Львів, Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». 2023. 416 с.
37. Морські логістичні операції в умовах війни та кризи. *Збірник наукових праць НАН України*, 2023, №7.
38. Золотарьова О. В., Нікітіна Т. М., Марченко М. Ю. Особливості управління ризиками на транспорті. *Економіка та держава* № 2/2021. С.62-64. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/2_2021/16.pdf
39. Державна служба морського та річкового транспорту України. *Огляд вантажообігу портів України за 2023 рік*. URL: marad.gov.ua
40. Statista. Maritime Trade Statistics 2023. URL: statista.com
41. Lloyd's List. *Global Shipping Market Trends 2023*. URL: <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com>
42. Baltic Exchange. *BIMCO Shipping Analysis*. URL: balticexchange.com
43. Адвокато́ва Н. О., Нікі́тенко К. С. Логістична стратегія реформування морської портової галузі України. *Ефективна економіка*. 2019. № 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6970>
44. Офіційний сайт Адміністрації морських портів. URL: <https://www.uspa.gov.ua/>
45. Rail.insider. URL: <https://www.railinsider.vantazhoobig-morskyh-portiv-ukrayiny>
46. Огляд морського транспорту. Review of Maritime Transport 2022, 2021. URL: <https://unctad.org/en/pages/>
47. Офіційний сайт журналу «Судоходство». URL: <https://sudohodstvo.org/>
48. Офіційний сайт Державної служби статистики. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

49. Офіційний сайт журналу «Порти України» URL: <http://portsukraine.com/>
50. Офіційний сайт Port news. URL: <https://portnews.ru/comments/2850/>
51. Ринок логістичних послуг України: тренди та можливості. URL: <https://trademaster.ua/articles/312595>
52. Christopher M. Marketing logistics. Routledge, 2012. P. 151.
53. Сотниченко Л.Л., Бурмака Л.О., Табенський С.В. Формування інтегрованого управління транспортно-логістичними системами морських портів. *Наука і техніка сьогодні, серія «Економіка»*, № 11(25) 2023. С.349-362. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-11\(25\)-349-361](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-11(25)-349-361)
54. Сотниченко Л.Л., Кузьменко К.М., Станева Я.М., Табенський С.В. The economic sustainability formation features of the seaports of Ukraine. *Economy, finance, management: world problems and development prospects* / Collective monograph. Boston (USA). 2024. С. 161-172 <https://doi.org/10.46299/ISG.2024.MONO.ECON.1.6.1>
55. Степаненко В. О. Морська транспортна інфраструктура: сутність, класифікація та переваги. *Бізнес Інформ*. 2019. №11. С. 187–194. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-11-187-194>
56. Перспективи розвитку інфраструктури портових терміналів України: монографія./ В.А. Будник, О.В. Шкуренко. Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2021. 125 с. URL: <https://files.duit.edu.ua/uploads/scientific-publications/monographs/budnik-kravchenko-23-08-2024.pdf>
57. Сенько, О. В. Стратегія забезпечення стійкого розвитку морського транспорту в Україні : автореф. дис. д-ра екон. наук : Чернігів, 2019. 38 с. URL: <https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/18277>

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему "Комплексний підхід до ланцюжка поставок задля стійкості вантажних перевезень" присвячена дослідженню важливих аспектів управління ланцюгами поставок у морському транспорті та розробці ефективних підходів для забезпечення їх стійкості. Основною метою роботи є розробка комплексної методології для оптимізації морських логістичних процесів з урахуванням економічних, екологічних і соціальних факторів.

У роботі розглянуто особливості функціонування морських ланцюгів поставок, принципи забезпечення їх стійкості, а також проблеми, пов'язані з плануванням та управлінням в умовах невизначеності. Здійснено аналіз сучасного стану морських вантажних перевезень, вивчено глобальні тенденції розвитку ринку морських перевезень, а також розглянуто інфраструктурні і технологічні обмеження, що впливають на стійкість цих ланцюгів.

Особливу увагу приділено розробці методів і технологій для зниження впливу морських перевезень на довкілля, зокрема перехід до альтернативних видів палива та оптимізація маршрутів суден. У кваліфікаційній роботі також надано практичні рекомендації щодо підвищення ефективності морських перевезень і покращення їх стійкості, включаючи економічні розрахунки та оцінку економічної вигоди від впровадження стійких технологій.

Робота демонструє важливість комплексного підходу до управління морськими ланцюгами поставок, який дозволяє забезпечити баланс між економічною вигодою, екологічною безпекою та соціальною відповідальністю. Результати дослідження можуть бути використані транспортними компаніями, портами та іншими зацікавленими сторонами для вдосконалення стійкості морських перевезень та розвитку сталих логістичних стратегій.

Ключові слова: ланцюжок поставок, комплексний підхід, стійкість вантажних перевезень, економічна, екологічна та соціальна складова стійкості

ABSTRACT

The qualification work is dedicated to exploring the key aspects of supply chain management in maritime transport and developing effective approaches to ensuring their sustainability. The main goal of the work is to develop a comprehensive methodology for optimizing maritime logistics processes while considering economic, environmental, and social factors.

The study examines the features of maritime supply chains, the principles for ensuring their sustainability, as well as challenges related to planning and management under uncertainty. An analysis of the current state of maritime freight transport is conducted, global trends in the maritime transport market are explored, and infrastructure and technological limitations affecting the sustainability of these supply chains are considered.

Special attention is given to the development of methods and technologies for reducing the environmental impact of maritime transport, including the transition to alternative fuels and the optimization of shipping routes. The thesis also provides practical recommendations for improving the efficiency of maritime transport and enhancing its sustainability, including economic calculations and assessments of the economic benefits of implementing sustainable technologies.

The work demonstrates the importance of a comprehensive approach to managing maritime supply chains, which allows for balancing economic benefits, environmental safety, and social responsibility. The results of the study can be used by transportation companies, ports, and other stakeholders to improve the sustainability of maritime transport and develop sustainable logistics strategies.

Keywords: supply chain, comprehensive approach, sustainability of freight transport, economic, environmental, and social sustainability factors.