

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

Кафедра економічної теорії та підприємництва  
на морському транспорті

Колісніченко Дар'я Олексіївна

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

НА ТЕМУ

ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ РОБОТИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ВІД  
ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙ

Спеціальність - 073 «Менеджмент»

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

Науковий керівник

к.е.н., доцент

Примачова Н.М.

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_

Науковий керівник \_\_\_\_\_

Завідуючий кафедрою \_\_\_\_\_

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

Одеса 2023

## ЗАВДАННЯ

на розробку кваліфікаційної магістерської роботи за темою:

«ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ РОБОТИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ВІД  
ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙ»

	Зміст окремих частин кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання	Фактично виконано
1	2	3	4
2	Мета роботи: проведення комплексного дослідження та аналізу інновацій в морському транспорті з метою визначення їхнього впливу на сталість та ефективність цієї галузі	20.09.2023	19.09.2023
3	Об'єкт дослідження: морський транспорт	20.09.2023	19.09.2023
4	Предмет дослідження: розвиток морського транспорту, впровадження інновації та економічний та екологічний вплив від їх використання	20.09.2023	19.09.2023
5	ВСТУП	15.11.2023	15.11.2023
6	РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІННОВАЦІЙ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ	17.09.2023	17.09.2023
7	РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В МОРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ	14.10.2023	14.10.2023
8	РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПЕРЕВАГ ВІД РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ	23.11.2023	23.11.2023
9	ВИСНОВКИ	08.12.2023	08.12.2023
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	08.12.2023	08.12.2023
11	Анотація	15.12.2023	15.12.2023
12	Формування ілюстративного матеріалу	15.12.2023	15.12.2023
13	Відгук керівника	19.12.2023	19.12.2023
14	Рецензування	21.12.2023	21.12.2023

15	Дата захисту	25.12.2023	25.12.2023
----	--------------	------------	------------

Здобувач вищої освіти

Керівник

Завідувач кафедри

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ВДЕ - Відновлювані джерела енергії

КТМУ – Кодекс торговельного мореплавання України

МАНС - Морське автономне або дистанційно кероване надводне судно

МАРПОЛ – Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення з суден

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ТНК - транснаціональні корпорації

ШІ - Штучний інтелект

ІМО – International Maritime Organization

ІСО - International Organization for Standardization

LNG - Liquefied Natural Gas

LPG - Liquefied Petroleum Gas

SOLAS – International Convention for the Safety of Life at Sea

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІННОВАЦІЙ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ .....	10
1.1. Зелені інноваційні технології в морському транспорті. Використання відновлюваних джерел енергії .....	10
1.2. Перспективи застосування водню в морському транспорті .....	21
1.3. Інноваційне автономне судноплавство .....	27
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В МОРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ.....	38
2.1. Аналіз світового досвіду та факторів впливу на використання інновацій в різних країнах.....	38
2.2. Зменшення витрат та економічна ефективність на морському транспорті через інноваційні рішення .....	47
2.3. Фінансові стимули для впровадження інновацій у морському транспорті України.....	64
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПЕРЕВАГ ВІД РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ .....	71
3.1. Значимість зелених інновацій для сталого розвитку морського транспорту .....	71
3.2. Прогнозування перспектив використання відновлюваних джерел енергії в українському морському секторі.....	75
3.3. Економічні переваги від використання інноваційних стратегій на прикладі водневих на морському транспорті України .....	88
ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	98

## ВСТУП

У контексті сучасного розвитку транспортного сектору, особливо морського та річкового транспорту, тема інновацій набуває великої актуальності.

*Актуальність теми кваліфікаційної роботи* обумовлена зростанням конкуренція в галузі транспортного бізнесу, і компанії, які швидко адаптуються до нових технологій та стандартів, отримують конкурентну перевагу. Актуальність зумовлюється також тим, що впровадження зелених інновацій у морський транспорт може підняти рівень ефективності, знизити витрати та забезпечити позиції лідера на ринку.

Екологічні та енергетичні проблеми світового масштабу підносять питання використання інновацій та зелених технологій у морському та річковому транспорті. Ефективний менеджмент може стати ключовим чинником у переході до сталого розвитку та зменшенні впливу на довкілля.

Глобальний торговельний оборот зростає з кожним роком, ставлячи під загрозу навколишнє середовище через великі кількості викидів, забруднення водойм та інші екологічні наслідки. У світлі цього розвитку стале використання морського транспорту стає необхідністю, але водночас і причиною серйозних турбулентностей для екосистем.

Технологічні інновації та автоматизація можуть підвищити ефективність перевезень та забезпечити безпеку в галузях морського та річкового транспорту. Проте, важливо знаходити оптимальний спосіб впровадження та управління цими нововведеннями.

Для ефективного захисту навколишнього середовища від впливу морського транспорту, важливо спрямовувати інновації на зменшення викидів, використання відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності суден. Застосування новітніх технологій для

оптимізації логістики та маршрутизації може допомогти знизити вартість та викиди вуглекислого газу, забезпечуючи більш стале використання ресурсів.

*Метою кваліфікаційної роботи* є проведення комплексного дослідження та аналізу інновацій в морському транспорті, зокрема зелених інновацій, з метою визначення їхнього впливу на сталість та ефективність цієї галузі.

Завдання включають:

- розробити огляд інновацій в морському транспорті, розглянути зелені інновації та автономне судноплавство;
- дослідити вплив інновацій на екологію;
- провести аналіз світового досвіду з стимулювання та впровадження інновацій на приклад країн лідерів з новітніх технологій;
- провести аналіз економічного та соціального впливу від інновацій на морському транспорті;
- встановити перспективи впровадження інновацій в Україні, зокрема відновлювальних джерел енергії;
- сформулювати рекомендації для оптимізації морського сегменту України.

*Об'єктом дослідження* є морський транспорт в світі та в Україні.

*Предметом дослідження* є розвиток морського транспорту, впровадження інновації та економічний та екологічний вплив від їх використання. Це означає, що увага зосереджена на конкретних екологічних та інноваційних змінах, які впливають на функціонування та розвиток морського транспорту.

Для досягнення поставлених завдань та вивчення предмету дослідження використовуються різні *методи дослідження*. Вивчення наукових публікацій, статей, книг та інших джерел для отримання теоретичного розуміння існуючих інновацій в морському транспорті та їхнього впливу. Обробка та аналіз

статистичних даних щодо витрат, викидів, технічних характеристик суден та інших параметрів морського транспорту. Вивчення законодавства, стандартів та політичних документів, які регулюють морський транспорт та інновації в цій галузі. Також були використані розрахунково-аналітичні методи.

Були враховані сучасні наукові джерела, такі як звіти Міжнародної морської організації (IMO), Конференції ООН з торгівлі та розвитку (UNCTAD), а також актуальні книги, монографії та публікації за останні 5 років, що стосуються даної теми.

**Наукова новизна** отриманих результатів виявляється в прогнозах перспектив використання відновлюваних джерел енергії, розробці прогнозів розвитку та використання відновлюваних джерел енергії в українському морському секторі. По-друге ідентифікація та аналіз основних чинників, які визначають успіх чи виклики при впровадженні інновацій в морському транспорті.

**Практична значущість.** Отримані результати мають важливе практичне значення в контексті розвитку морського транспорту та зелених інновацій. На основі досліджень можуть бути розроблені конкретні стратегії для впровадження зелених інновацій у морський транспорт.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати кваліфікаційної роботи розглядались на засіданні кафедри «Економічної теорії та підприємництва на морському транспорті». Автор брав участь у ІХ Всеукраїнської науково-практичної онлайн Конференції молодих науковців та здобувачів вищої освіти, де розглядав аспекти інновацій в морському транспорті з доповіддю на тему «Економічні та соціальні переваги роботи морського транспорту від використання інновацій для захисту навколишнього середовища» 23-24 листопада 2023 року. Одеса: ВидатІнформ НУОМА. 2023.

Морський транспорт, як головна ланка світової торгівлі, має потенціал стати важливим катализатором для впровадження інновацій, спрямованих на зниження впливу на навколишнє середовище та покращення його ефективності.

Отже, враховуючи актуальність та суттєвість вивчення інновацій в морському транспорті, ця дослідницька робота спрямована на глибокий аналіз та висвітлення ключових аспектів цієї теми.

## **РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІННОВАЦІЙ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ**

### **1.1. Зелені інноваційні технології в морському транспорті. Використання відновлюваних джерел енергії**

Роль інновацій у морському транспорті у вирішенні екологічних проблем визначається їхнім потенціалом трансформації традиційних підходів до перевезень та операцій, спрямованих на забезпечення сталості та зниження негативного впливу на морське середовище. Інновації в морському транспорті розглядаються як ключовий елемент в досягненні балансу між потребами глобальної торгівлі та збереженням екосистем океанів та морів.

Впровадження інновацій в морському транспорті спрямоване на декілька напрямків для забезпечення екологічно стійких рішень. Так інновації в області морського транспорту включають розробку та використання зелених джерел енергії. Впровадження сонячних панелей, вітрогенераторів та гібридних систем енергозабезпечення на судах допомагає зменшити використання традиційних паливних, знижуючи викиди та вплив на атмосферу.

Екологічно чисті судна - це судна, які використовують передові технології та концепції для зменшення впливу на навколишнє середовище. Ось деякі з основних концепцій і технологій, що використовуються в екологічно чистих судах:

По-перше, це енергоефективність. Судна можуть бути спроектовані з урахуванням оптимальної форми корпусу, щоб знизити опір води та споживання пального. Також використовуються нові матеріали, що дозволяють зменшити вагу судна.

По-друге, гібридні та електричні приводи. Заміна традиційних двигунів на газові, електричні або гібридні системи може значно знизити викиди шкідливих речовин та покращити ефективність використання енергії.

Також дуже важливе використання відновлюваних джерел енергії. Сонячні панелі, вітряні генератори та інші відновлювані джерела енергії можуть допомогти зменшити залежність суден від традиційних джерел енергії та знизити емісії CO<sub>2</sub> [1].

Перше місце по викидам CO<sub>2</sub> займає Китай, друге посідають Сполучені Штати Америки, далі Індія, Європа, Японія. Викиди за рік від міжнародного судноплавства становили 991 мільйон тонн CO<sub>2</sub>, що становить близько 2,5% світового CO<sub>2</sub>, близько 6% SO<sub>x</sub> і 12% NO<sub>x</sub>.

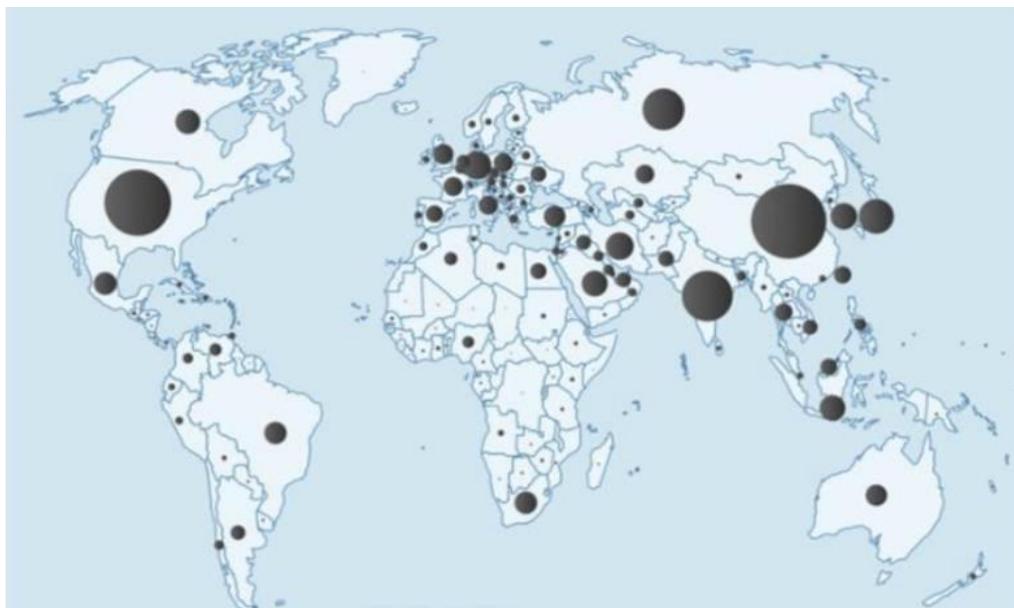


Рис.1.1. Рівень викидів за обраними країнами

*Джерело: [1]*

Ще слід відмітити енергозберігаючі технології та ефективно використання пального. Використання систем енергозбереження, таких як оптимізовані системи кондиціонування повітря, LED-освітлення та інші технології, що спрямовані на зменшення енергоспоживання. Використання високоефективних двигунів та оптимізованих систем керування для зниження витрат пального та викидів.

Важливу роль також відіграє екологічно безпечні матеріали. Використання матеріалів, які не мають токсичних викидів під час виробництва, експлуатації та в умовах відходів.

Ці концепції і технології можуть використовуватися окремо чи в комбінації для створення сучасних, екологічно чистих суден.

Економічний потенціал ВДЕ – частина технічного потенціалу, перетворення якого у корисну енергію економічно доцільно при даному рівні цін на викопне паливо, теплову та електричну енергію, обладнання, матеріали та транспортні послуги, оплату праці. Процес видобутку нафти і газу, вугілля, палива або газу природного є складним і вибагливим процесом, який вимагає великого складного обладнання, фізичних і хімічних процесів.

Зелені технології в морському транспорті, зокрема використання відновлюваних джерел енергії, є важливим напрямком для зменшення негативного впливу суден на навколишнє середовище та зменшення емісій.

Сонячна енергетика (геліоенергетика – альтернативна назва) – основана на перетворенні прямого сонячного випромінювання на теплову та електричну енергію. Вона поділяється на теплоенергетику, теплоелектроенергетику та фотоенергетику.

Сонячні панелі на судах. Використання сонячних панелей на поверхні суден для виробництва електроенергії. Це може бути використано для живлення електричної системи судна та покращення енергетичної ефективності [1].

Сонячні понтони та платформи. Розвиток плаваючих сонячних платформ, які можуть постачати електроенергію суднам або забезпечувати зарядку для акумуляторів.

Сонячну енергію можна використовувати у двох напрямках:

1. Пряме використання для опалення, гарячого водопостачання, для двигунів
2. Перетворення її в електричну енергію.

Перетворення сонячної енергії в електричну здійснюється за допомогою фотоелектричних сонячних батарей.

Основні складнощі застосування батарей пов'язані з високою металомісткістю, їх ціною, а також необхідністю відведення для їх розміщення великих територій.

Вітроенергетика – це сукупність засобів перетворення енергії вітру в електричну енергію. Вітроустановки в деяких джерелах поділяють на три групи: малої (до 100 кВт), середньої (до 1 МВт) і великої (понад 1 МВт) потужності [1].

Вітрові турбіни на судах: Використання вітрових турбін або парусів для отримання додаткового руху від вітру та зменшення використання двигунів, особливо під час сприятливих вітряних умов.

Вітрові ферми. Розгортання вітрових ферм на відкритих морських територіях для виробництва електроенергії, яку можна використовувати для суден через систему енергійного зв'язку.

Основні фактори впливу вітроенергетики на навколишнє середовище – висока металомісткість вітроустановок, вібраційний та шумовий вплив (особливо при експлуатації потужних двигунів), загибель перелітних птахів під ударами лопатей.

У всьому світі розробляється ряд проєктів, спрямованих на використання переваг вітроенергетики й енергії сонця для судноплавної галузі. Нижче наводяться деякі з основних концепцій і технологій екологічно чистого судна.

Компанія «Eco Marine Power» працює над застосуванням енергії сонця та вітру в судноплаванні. Для цього вони розробили «Aquarius MRE System». Залежно від розміру, типу та профілю судна, система «Aquarius MRE» знизить витрату палива на 10-40%. В основі системи лежить запатентований EnergySail – жорсткий парус, який дозволить судам використовувати енергію сонця та вітру.

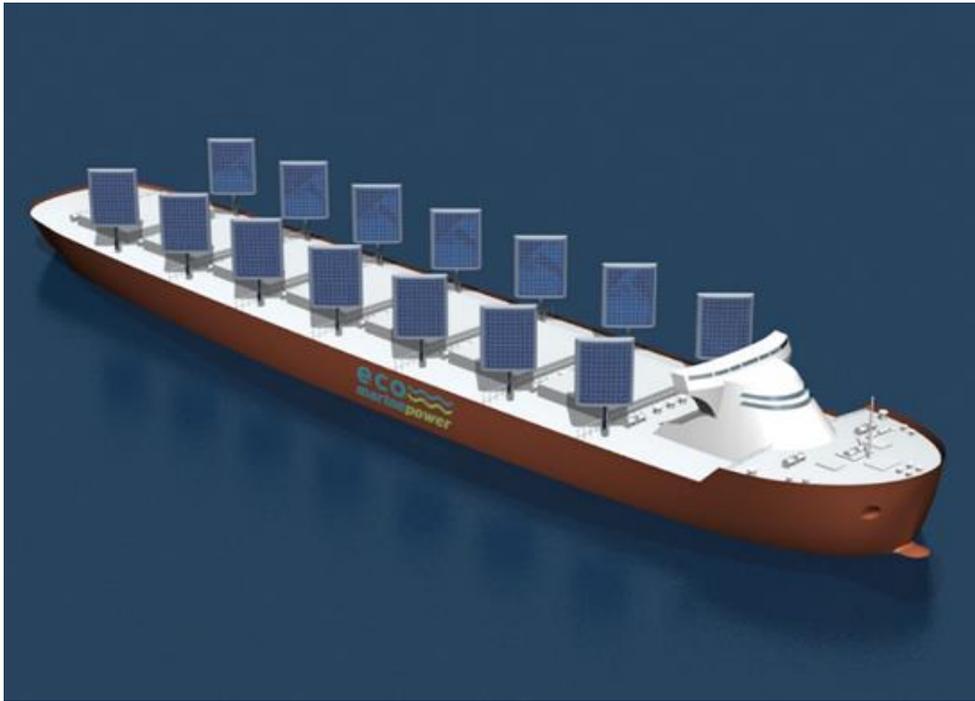


Рис.1.2. Ескіз судна компанії «Есо Marine Power»

*Джерело: [5]*

«EnergySail» - це жорсткий парус, розроблений компанією «Есо Marine Power» для використання в системі Aquarius MRE в судноплавстві. Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати вітер та сонячну енергію для допомоги в приводі суден та зменшення витрат палива [5].

«EnergySail» відрізняється від традиційних парусів тим, що він має жорстку конструкцію. Це дозволяє забезпечити стабільність та контроль над парусом під час роботи.

«EnergySail» обладнаний автоматизованим управлінням, яке взаємодіє з системою моніторингу та управління, щоб оптимізувати його роботу в залежності від умов вітру та сонячного випромінювання. Система може автоматично налаштовувати положення парусів для досягнення найбільш ефективного використання вітру.

Варіабельний паукард (Variable Pitch Rotor): В EnergySail може бути вбудований варіабельний паукард, що дозволяє автоматично налаштовувати парус для оптимального збору вітру в залежності від його швидкості та напрямку [5].

Варіабельний паукард (Variable Pitch Rotor) - це технологічний елемент, який використовується в системах, де важливо регулювати кут нахилу лопатей ротора чи вітроколеса для оптимального використання вітрової енергії. Цей елемент грає ключову роль у підтримці ефективності та стабільності вітроенергетичних систем.

Варіабельний паукард дозволяє змінювати кут нахилу лопатей ротора вітроколеса. Це може бути важливо для оптимізації збору вітрової енергії в залежності від умов вітру. Регулювання кута нахилу дозволяє ефективно використовувати вітро і забезпечує найкращу продуктивність системи. [5]

Змінюючи кут нахилу лопатей, система може адаптуватися до змін інтенсивності та напрямку вітру. Це особливо корисно в умовах змінюючихся вітрових умов, коли потрібно швидко реагувати для збереження ефективності.

Важливою функцією варіабельного паукарда є можливість зменшувати навантаження на систему в умовах сильного вітру чи шторму. При зміні кута нахилу можна зменшити ефективну площу, яку охоплюють лопаті, що сприяє зменшенню опору вітру та збереженню цілісності системи.

Сонячні панелі. Парус може також включати сонячні панелі, що додають можливість генерації електроенергії з сонячного випромінювання.

«NYK Super Eco-Ship 2030» Мріючи створити до 2030 року судно з нульовим викидом, «NYK» розробило футуристичний «Eco-Ship 2030». Концепція екологічного судна має безліч унікальних особливостей: конструкція для зниження ваги, оптимізована форма корпусу для ефективності тяги, сонячна та вітрова енергії.



Рис.1.3. Ескіз судна проекту «NYK Super Eco-Ship 2030»

*Джерело: [6]*

Унікальних особливостей цього екологічного судна

1. Зниження ваги конструкцією: «NYK Super Eco-Ship 2030» використовує конструкцію, спрямовану на зниження ваги судна. Це може включати в себе використання високоміцних матеріалів, оптимізацію конструкції та застосування передових технологій

2. Оптимізована форма корпусу: Ефективність тяги грає важливу роль в екологічному суднобудівництві. Оптимізована форма корпусу сприяє зменшенню опору води, що веде до менших витрат палива та зменшення викидів

3. Використання сонячної енергії: Інтеграція сонячних панелей може допомагати генерувати електроенергію за допомогою сонячного випромінювання, що дозволяє скоротити залежність від традиційних джерел енергії

4. Використання вітрової енергії: Системи для використання вітрової енергії, наприклад, вітряних турбін, можуть допомагати забезпечувати додаткову енергію для судна

5. Системи енергозбереження: Впровадження передових систем енергозбереження може забезпечити оптимальне використання енергії та зменшити витрати палива

6. Технології управління та моніторингу: Використання систем моніторингу та управління для постійного контролю ефективності та оптимізації роботи судна [6].

«STX Eoseas». Інноваційна концепція круїзних лайнерів, розроблена «STX Europe». Проєкт спрямований на використання морських чистих технологій для зниження енергоспоживання на 50%, викидів CO<sub>2</sub> на 50%, SO<sub>2</sub> на 100%, NO<sub>x</sub> на 90% і золи на 100%.



Рис.1.4. Ескіз судна проєкту «STX Eoseas»

*Джерело: [9]*

Проєкт «STX Eoseas» представляє інноваційну концепцію круїзних лайнерів, зорієнтовану на використання морських чистих технологій для значного зниження впливу на довкілля. Ключових аспектів цього проєкту:

1. Зниження енергоспоживання: «STX» Eoseas ставить перед собою завдання зменшити енергоспоживання на 50%. Це може бути досягнуто за

рахунок оптимізованої конструкції корпусу, використання високоефективних двигунів та електрогенераторних установок, а також застосування енергоефективних технологій управління

2. Зменшення викидів CO<sub>2</sub>: Проєкт має на меті зменшити викиди CO<sub>2</sub> на 50%. Це може бути досягнуто за рахунок використання енергоефективних двигунів, оптимізації процесів спалювання палива та інших заходів

3. Повна електрифікація та використання вітрової енергії: «STX Eoseas» оснащено чотирма дизельними електрогенераторними установками. Використання електрогенераторів може сприяти ефективному управлінню енергією на судні. Зокрема, використання вітрової енергії для руху може допомогти знизити споживання палива та викиди CO<sub>2</sub>

4. Повністю відсутні викиди SO<sub>2</sub> і золи: Проєкт «STX Eoseas» розрахований на досягнення повної відсутності викидів SO<sub>2</sub> та золи. Це може бути досягнуто використанням сучасних систем очищення викидів та використанням більш чистого виду палива

5. Зниження викидів NO<sub>x</sub>: Проєкт також передбачає значне зменшення викидів NO<sub>x</sub> на 90%, що може бути досягнуто за допомогою технологій, що мінімізують формування оксидів азоту під час згорання палива [9].

«STX» Eoseas відзначається високим рівнем амбіцій у сфері екології та використання чистих технологій у морському транспорті, щоб забезпечити більш екологічно чистий та енергоефективний спосіб перевезення пасажирів.

«Sky Sails» / Kite Ship. Технологія Skysail використовує буксирувальні повітряні змії для переміщення судна вперед, зниження навантаження на двигун і зниження витрат палива. Технологія “небесного вітрила”, як було доведено, зменшує споживання палива судами, коли використовується при сильному вітрі.



Рис.1.5. Ескіз судна з технологією «SkySails»

*Джерело: [4]*

Технологія «SkySails» використовує буксирувальні повітряні змії (називані також вітровими зміями чи "кайтами") для допомоги у переміщенні судна, зменшення навантаження на двигун та, відповідно, зниження витрат палива. Ця інноваційна концепція вже застосовується в морському транспорті для поліпшення енергоефективності та зменшення викидів [4].

Буксирувальні повітряні змії виробляють тягу від вітру та забезпечують додаткову потужність для руху судна. Зазвичай ці змії пристосовані для використання на великих високих стійких мачтах або буксируються невеликими дронами.

Використання повітряних змій може допомогти зменшити навантаження на двигун, оскільки частина потужності для переміщення судна може надходити від вітру. Це може призводити до економії пального та зниження викидів.

При використанні технології «SkySails» можна досягти зниження витрат палива, особливо в умовах сильного вітру, коли повітряні змії можуть бути

найефективнішими. За деякими оцінками, зменшення може становити від 10% до 35%.

Технологія «SkySails» може бути обладнана системами моніторингу та автоматизації, які визначають оптимальний кут нахилу та висоту змії в залежності від умов вітру та шляху судна.

Застосування повітряних змії може бути гнучким, і їх можна використовувати як додатковий джерело тяги разом з традиційними двигунами.

Приведені вище технології є прикладом того, як інновації у використанні вітру та сонця можуть сприяти зменшенню витрат палива та покращенню енергоефективності в морському транспорті. Але хоча відновлювана енергія має багато переваг у порівнянні з традиційними джерелами енергії, вона також має свої недоліки. Декілька основних недоліків відновлюваної енергії включають:

1. Нестійкість та залежність від погодних умов. Більшість форм ВДЕ, таких як сонячна та вітрова енергія, залежать від погодних умов. Вони можуть бути нестабільними та непередбачуваними, що робить необхідними запасні джерела енергії або зберігання для компенсації відсутності сонця чи вітру.

2. Необхідність інфраструктури та зберігання енергії. Для ефективного використання ВДЕ, часто потрібні спеціальні інфраструктури та системи зберігання енергії, оскільки виробництво може не збігатися з піковими часами споживання.

3. Високі витрати на встановлення. Встановлення сонячних панелей чи вітряних турбін може бути вартісним, особливо на ранніх стадіях розвитку технології. Вартість може бути обґрунтованою з погляду економії пального у середньостроковій та довгостроковій перспективі, але потребує значних інвестицій на початковому етапі.

4. Землекористання та екологічні побоювання. Для великих електростанцій на сонячних панелях або вітряних турбінах потрібно велике

земельне простірство, що може викликати конфлікти щодо використання землі та становити загрозу екосистемам.

5. Використання Рідкісних Металів. Деякі види ВДЕ, зокрема сонячні батареї та вітряні турбіни, використовують рідкі метали, які можуть бути обмеженими в ресурсах та привести до проблем у сфері видобутку та відновлення.

6. Вплив на види та екосистеми. Деякі електростанції на ВДЕ можуть впливати на місцеві види та екосистеми, особливо якщо розташовані в екологічно чутливих районах.

7. Виробництво та утилізація технологій. Процеси виробництва та утилізації ВДЕ технологій також можуть мати негативний екологічний вплив, особливо відносно використання рідкісних матеріалів та обробки великої кількості відходів.

Не зважаючи на ці недоліки, інновації в області ВДЕ продовжуються, спрямовуючись на зменшення цих обмежень і вдосконалення технологій.

## **1.2. Перспективи застосування водню в морському транспорті**

Взаємозв'язок між економічною та екологічною системами є складною та важливою проблемою в сучасному світі. Економічна діяльність нерідко впливає на навколишнє середовище, а в свою чергу, стан природи може впливати на економічні умови.

Економічна діяльність потребує великої кількості природних ресурсів, таких як водній, газ, нафта, мінерали та інші. Управління цими ресурсами стає ключовим аспектом для забезпечення сталого розвитку та уникнення виснаження природних ресурсів.

З іншого боку, економічна діяльність може призводити до забруднення повітря та води. Це може негативно впливати на здоров'я людей, екосистеми

та клімат. Тому важливо розробляти та впроваджувати екологічно чисті технології та практики для зменшення негативного впливу.



Рис.1.6. Взаємозв'язок економічної та екологічної систем

*Джерело: [1]*

У 2015 році Рамкова конвенція ООН про зміну клімату прийняла Паризьку угоду з довгостроковою метою підтримки зростання температури не вище ніж на 2 °С і продовження зусиль до досягнення показника 1,5 °С шляхом досягнення балансу парникових газів у другій половині цього століття.

Початкова стратегія спрямована на збільшення внеску ІМО у глобальні зусилля щодо викидів парникових газів з суден, зайнятих у міжнародних перевезеннях, та визначення дій, які слід вжити в секторі міжнародних перевезень.

Початкова стратегія ІМО включає наступні рівні прагнень з конкретними цілями зниження рівня викидів парникових газів з суден для міжнародних перевезень:

- інтенсивність викидів вуглецю судна слід знижувати шляхом реалізації подальших етапів конструктивного коефіцієнта енергоефективності для нових суден;

- інтенсивність викидів вуглецю з суден, зайнятих у міжнародних морських перевезеннях, слід знижувати шляхом зниження викидів CO<sub>2</sub> на одиницю транспортної роботи;

– в середньому по міжнародних морських перевезеннях – принаймні на 40 % до 2030 року, прагнучі забезпечити показник 70 % до 2050 року в порівнянні з 2008 роком;

- рівні викидів парникових газів з суден, задіяних міжнародних морських перевезеннях, повинен досягти максимуму і почати знижуватися якомога швидше зі зниженням загального рівня щорічних викидів парникових газів, принаймні, на 50 % (враховуючи збільшення морських перевезень) до 2050 року в порівнянні з 2008 роком [1].

Ключовим фактором руху в бік зниження викидів є використання «чистих» палив.

Водень має потенціал виступати як ключовий компонент у переході морського транспорту до більш сталого та екологічно чистого майбутнього. Водень (H<sub>2</sub>) - це хімічний елемент, найлегший та найпоширеніший у всесвіті. Водень є безбарвним, беззапаховим та безсмаковим газом в стандартних умовах температури та тиску. Зараз велика увага приділяється використанню водню як чистого та сталого джерела енергії [3].

Сірий водень утворюється з викопних палив та вугілля і становить приблизно 95% водню, що виробляється сьогодні у світі. На жаль, в процесі його виробництва утворюються парникові гази.

Найбільш перспективними вважаються 2 види водню: синій та зелений. Синій виробляється з викопних палив, але в процесі відбувається уловлювання вуглецю. Зелений – виробляється з відновлювальних джерел енергії шляхом поділу води на два атоми водню і один атом кисню за допомогою процесу електролізу. Саме зелений водень називають «чистим воднем» і він є

найперспективнішим з точки зору декарбонізації різних секторів, зокрема транспортного [3].

Також виділяють жовтий водень, отриманий за допомогою електроенергії АЕС. Прихильники атомної енергетики наполягають, що жовтий водень може бути таким само екологічно чистим, як і зелений.

Застосування водню може допомогти зменшити екологічний вплив суден, а також зробити їх більш стійкими та енергоефективними. Основні напрямки використання водню в морському транспорті включають:

#### 1. Водневі паливні елементи для суден

Водневі паливні елементи можуть використовуватися для створення електроенергії, не викидаючи при цьому шкідливих газів або забруднюючих речовин. Це може бути особливо важливим у великих суднах, які вимагають значних кількостей енергії.

#### 2. Водневі технології для великих суден

У великих суднах, де традиційні методи зменшення емісій можуть бути важкими для впровадження, водень може слугувати альтернативним паливом, допомагаючи знизити викиди CO<sub>2</sub> та інших забруднюючих речовин.

#### 3. Використання водню для зменшення емісій прибережного та портового обладнання

Водень може використовуватися для живлення обладнання в портах та на прибережних станціях. Водневі паливні елементи також можуть використовуватися для заміни бортової та берегової енергетики для зменшення забруднюючих викидів та уникнення значних витрат на встановлення електричних з'єднань у гавані.

#### 4. Розвиток водневої інфраструктури для морського транспорту

Створення інфраструктури для виробництва, зберігання та постачання водню стає ключовим аспектом впровадження водневих технологій в морському транспорті. Заснована на розвитку водневих танкерів та терміналів для обробки водню, така інфраструктура дозволяє суднам безперешкодно використовувати водень як паливо.

Найбільш перспективними вважаються 2 види водню: синій та зелений. Синій виробляється з викопних палив, але в процесі відбувається уловлювання вуглецю. Зелений – виробляється з відновлювальних джерел енергії шляхом поділу води на два атоми водню і один атом кисню за допомогою процесу електролізу. Саме зелений водень називають «чистим воднем» і він є найперспективнішим з точки зору декарбонізації різних секторів, зокрема транспортного [5].

Головними перевагами водню як палива в даний час є необмежені запаси сировини і відсутність або мала кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Сировинна база для отримання водню практично необмежена. Досить сказати, що у світі це найпоширеніший елемент.

При цьому водень має значно вищу енергоємність, ніж природний газ, нафта чи вугілля, а продуктом згоряння водню є лише вода, що абсолютно безпечно для навколишнього середовища.

Водень є унікальним паливом, яке видобувається з води і після згоряння знову утворює воду. Якщо в якості окислювача застосовувати кисень, то єдиним продуктом згоряння буде дистильована вода. При використанні повітря до води додаються оксиди азоту, вміст яких залежить від коефіцієнта надлишку повітря.

Відновлювальні джерела енергії є хаотичними, вони не дозволяють використовувати їх постійно, коли взимку треба більше електроенергії, вона не виробляється: іде сніг, холодно, сонця нема. Або навпаки, спека, виробляється багато електроенергії, а споживання є меншим. За допомогою водню цю енергію можна акумулювати.

Зайві обсяги електроенергії, яка одразу не споживається, можна спрямувати на виробництво водню, який можна зберігати роками у соляних печерах чи газових сховищах, як ми зараз зберігаємо природний газ. А коли енергії із відновлювальних джерел недостатньо, використовувати цей водень або для виробництва електроенергії, або як газ.

Значущі недоліки водню – висока дифузійна здатність і широка область займистості і вибуховості водневокисневої газової суміші, але ці недоліки вже не є причинами, що перешкоджають його застосуванню на транспорті.

Тож перша причина, чому водень не став головним паливом, — ціна. Щоб отримати кілограм водню з води шляхом електролізу, знадобиться 50 кВт-год електроенергії. Таким чином, собівартість "зеленого" водню для традиційної енергетики поки що залишається надто високою порівняно з іншими методами.

Вигіднішим водень можуть зробити карбонові податки - податки на викиди CO<sub>2</sub>. Це може вплинути на експортерів: їм доведеться доводити, що продукція виготовлена на зеленій енергії або платити ці податки.

Але є ще деякі фактори, що стримують впровадження водневих технологій:

- більш висока собівартість, ніж у традиційних джерел палива;
- відсутність водневої інфраструктури;
- недосконалі технології зберігання водню;
- відсутність стандартів безпеки, зберігання, транспортування, застосування тощо.

Висока вартість виробництва зеленого водню в даний час є одним із найважливіших бар'єрів для його широкого використання, але, як показують результати різних досліджень, протягом 5-10 років очікується паритет між вартістю зеленого водню, отриманого, наприклад, від сонячної енергії та поточними цінами водень, отриманий з вуглеводнів [27].

Для зменшення вартості відновлюваного водню необхідно скоротити вартість компонентів, що визначають його вартість. Вартість зеленого водню залежить від ціни на електроенергію за ВДЕ, вартості електролізерів та від коефіцієнта використання потужності. Крім того, на перспективу зменшення вартості водню впливають витрати на зберігання та транспортування зеленого водню.

Використання недорогих технологій та матеріалів, пошук нових способів зберігання водню та пошук можливостей зменшення потреби у його зберіганні призведе до скорочення витрат на доставку та, таким чином, вартості кінцевого продукту. Збільшення обсягів виробництва також призведе до зменшення вартості його зберігання.

Цікаві тенденції спостерігаються в сфері енергетики морського транспорту, де для широкого впровадження водневих паливних елементів вже давно створені міжнародні консорціуми та Асоціації – FellowSHIP, Fuel Cell Boat BV і Marine Hydrogen & Fuel Cell Association (MHFCA).

На даний момент глобальні інвестиції у водневу енергетику, за різними оцінками, становлять 0,85-1,4 млрд євро на рік. Усе це робить його перспективним видом енергії.

### **1.3. Інноваційне автономне судноплавство**

Усі сфери діяльності сьогодні немислимі без інформаційних технологій. Кожна з цих сфер потребує переробки величезної кількості інформації та інформаційного обслуговування. Найбільш оптимальним і єдиним універсальним засобом обробки інформації в даний час є комп'ютер, що допомагає людині в її інтелектуальній діяльності. Інформаційні технології із застосуванням комп'ютерів дозволяють керувати величезними потоками інформації.

Ці технології здатні обробляти інформацію, зберігати практично будь-які її обсяги, передавати відомості в стислі терміни на будь-які відстані та відображати результати обробки даних у вигляді, що полегшує прийняття рішень. Стрімко зростаючий потенціал інформаційних технологій забезпечує скорочення витрат у виробничій сфері, сприяє полегшенню та покращенню рівня життя, відкриває нові можливості для людей. Широко використовуються інформаційні технології в судноводженні. Вони дозволяють значно підвищити

ефективність та безпеку експлуатації суден, одночасно знижуючи навантаження на судноводіїв, особливо у складних умовах плавання[8].

Автоматизація навігації та управління суднами дозволяє оптимізувати маршрути, уникати заторів та зменшувати час подорожі. Це не лише забезпечує ефективне використання пального, але й зменшує викиди в атмосферу, сприяючи зменшенню впливу на клімат.

Моніторинг та автоматизоване управління витратами палива є ключовим елементом енергозберігаючих заходів у морському транспорті. Інтелектуальні системи надають можливість в режимі реального часу слідкувати за споживанням палива, оптимізувати роботу двигунів та забезпечувати економію енергії.

Управління транспортними потоками та логістикою через автоматизовані системи сприяє зменшенню заторів у портах та ефективному розподілу вантажів між суднами, що призводить до скорочення часу перебування суден у портах та мінімізації викидів під час очікування.

Окрім того, інтегровані системи управління флотом та використання сучасних технологій моніторингу погодних умов дозволяють планувати маршрути таким чином, щоб уникати негоди та зменшити ризик аварій.

В цілому, застосування інтелектуальних систем та автоматизації в морському транспорті відкриває шлях до більш сталого та ефективного функціонування галузі, забезпечуючи зниження викидів та оптимізацію використання енергії.

Систематичне впровадження інтелектуальних систем та автоматизації в морському транспорті є ключовим чинником для досягнення двох важливих цілей: зменшення викидів та підвищення енергоефективності. Ці технології сприяють сталому розвитку галузі, знижуючи вплив на навколишнє середовище та оптимізуючи використання ресурсів [8].

Використання штучного інтелекту (ШІ) в управлінні судном представляє собою значний крок у напрямку покращення ефективності, безпеки та

автоматизації морського транспорту. Ці технології можуть знаходити застосування в різних аспектах судноплавства.

Системи ШІ можуть керувати процесами навігації та автоматичного пілотування. Вони використовують алгоритми машинного навчання для аналізу даних з сенсорів, радарів, та інших джерел, щоб ефективно керувати рухом судна, уникати зіткнень та виконувати безпечні маршрути.

ШІ може використовуватися для аналізу історичних даних про споживання пального та погодні умови з метою прогнозування оптимального використання пального. Це дозволяє економити паливо та зменшувати викиди.

ШІ може надавати екіпажу підтримку при прийнятті рішень, аналізуючи велику кількість даних про стан судна, погоду, маршрутизацію тощо. Це допомагає підвищити ефективність та безпеку операцій.

За допомогою ШІ можна виробляти прогнози щодо технічного стану різних систем та обладнання судна. Це дозволяє здійснювати плановий ремонт та обслуговування, попереджаючи виникнення непередбачених ситуацій.

ШІ може використовуватися для моніторингу безпеки на борту, виявлення аварійних ситуацій та надання швидких рекомендацій для їхнього управління.

Аналіз даних за допомогою ШІ може допомагати визначати оптимальні шляхи, враховуючи вітрові умови, що також сприяє енергоефективності.

У сфері управління енергією на морському транспорті інтелектуальні системи впроваджуються для систематичного та ефективного контролю за споживанням енергії, визначення та налаштування оптимальних режимів різних енергоефективних параметрів [8].

Інтелектуальні системи аналізують дані про освітлення на судні та автоматично регулюють його інтенсивність та тривалість в залежності від часу доби, погодних умов та активності на судні. Наприклад, при наявності природного світла система може зменшити інтенсивність штучного освітлення для зменшення витрат електроенергії.

Інтелектуальні системи управління енергією аналізують дані про температуру та вологість на судні. Вони регулюють системи кондиціонування так, щоб забезпечити комфортні умови для екіпажу та обладнання, одночасно мінімізуючи споживання енергії.

Інтелектуальні системи можуть використовувати датчики для моніторингу викидів судна та надавати рекомендації щодо оптимізації параметрів для зменшення впливу на довкілля.

Автономні судна вважаються значущою інновацією в галузі морського транспорту. Автономні судна представляють собою судна, які можуть рухатися та приймати рішення без прямого участі людей на борту. Ця технологія перетворює традиційний підхід до судноплавства та може мати значний вплив на безпеку, ефективність та сталість морського транспорту.

Автоматизовані судна можуть використовуватись у широкому спектрі операцій, у тому числі: рятування, ліквідація аварій та розливів нафти, пасажирські поромні перевезення, буксирування та вантажоперевезення. Основні переваги автономних суден включають:

1. Безпека:

- зменшення ризиків, пов'язаних з людським фактором, такими як втомленість чи помилки екіпажу;
- автономні судна можуть ефективно уникати аварій та зіткнень, використовуючи передові системи виявлення та уникнення.

2. Ефективність:

- оптимізація маршрутів та енергоспоживання за допомогою алгоритмів штучного інтелекту;
- постійний моніторинг та автоматичне реагування на зміни у середовищі дозволяють зменшити витрати та покращити ефективність перевезень.

3. Зменшення витрат:

- відсутність потреби в екіпажі зменшує витрати на оплату праці та утримання;

- автономні судна можуть ефективно працювати цілодобово без необхідності для періодів відпочинку екіпажу.

#### 4. Сприяння екології:

- оптимізація маршрутів та швидкостей може сприяти зменшенню викидів та покращенню екологічних показників;
- ефективніше використання пального та енергоресурсів.

5. Інтеграція з іншими технологіями. Автономні судна можуть бути інтегровані з іншими інноваціями, такими як системи дистанційного управління, дрони для інспекцій та інші автоматизовані технології.

Міжнародної морської організації (ІМО), що є спеціалізованою установою ООН. 98-а сесія Комітету з безпеки на морі (КБМ), що відбулася з 7 по 16 червня 2017 р., вперше ввела в практичний обіг термін «морські автономні надводні судна» (Maritime Autonomous Surface Ships) та відповідний акронім – МАНС (морське автономне або дистанційно кероване надводне судно) (MASS).

Було встановлено такі чотири ступені автономності МАНС:

Ступінь 1. Судно з автоматизованими процесами та підтримкою прийняття рішень. Екіпаж на борту забезпечує управління та контроль за судовими системами та функціями. Деякі операції можуть бути автоматизовані, іноді вони не вимагають контролю, але моряки на борту будь-якої миті готові взяти на себе керування.

Ступінь 2. Дистанційно кероване судно з екіпажем на борту. Судно контролюється та управляється з пункту управління, розташованого поза керованим судном. На борту знаходяться члени екіпажу, які можуть взяти на себе управління та контролювати судові системи та функції.

Ступінь 3. Дистанційно кероване судно без екіпажу на борту. Судно контролюється та управляється з пункту управління, розташованого поза керованим судном.

Ступінь 4. Повністю автономне судно без екіпажу на борту. Система управління судном здатна сама приймати рішення та визначати дії, включаючи маршрут та маневрування [10].

Слід наголосити, що наведений вище перелік не є ієрархічним. МАНС може працювати в межах одного або кількох ступенів автономності протягом одного рейсу.

Важливим є запровадження поняття «зовнішній екіпаж», що також відображенням результатів роботи ІМО.

До складу зовнішнього екіпажу автономного судна входять фахівці з управління автономними судами, які відповідають певним вимогам. Таким чином, на повністю автономному судні відсутній екіпаж на борту (бортовий екіпаж), водночас «зовнішній екіпаж», який здійснює дистанційне (віддалене) управління зберігається.

Зовнішній екіпаж – це не просто оператори, це люди, які мають досвід керування морським судном безпосередньо у морі. Вимоги до кваліфікації зовнішнього капітана та членів зовнішнього екіпажу в майбутньому мають бути визначені у відповідних актах, що стосуються дипломування членів зовнішніх екіпажів МАНС.

Член зовнішнього екіпажу автономного судна дає рекомендації капітану напіваавтономного судна щодо режимів роботи судових двигунів та рульового пристрою, маршруту руху судна. Остаточні рішення щодо управління напіваавтономним судном приймає капітан, що знаходиться на борту.

Спочатку, на автономне судноводіння з віддаленим контролем переводяться малі судна які працюють у гаванях. Потім у цю категорію переводяться каботажні прибережні судна та більші. Далі автономними можна зробити великі судна, що працюють на океанських лініях. Переведення в автономний розряд малих судів уже зараз є економічно виправданим. І тут у нас вже є проекти безпілотних надводних суден, які дистанційно керуються, дуже економічні. Для наступної категорії суден «Kongsberg Maritime» також

розробляє концепції Autoship (за підтримки ЄС) - тобто. Найбільші автономні судна.

Перші два ступені автономності мають на увазі наявність людей на борту судна, але в іншій якості, нежелівши теперішній час. При першому ступені автономності частина судових операцій виконуватиметься автоматично, але при цьому екіпаж, що знаходиться на борту, контролюватиме судові процеси і при необхідності приймати управлінські рішення. Судно у разі може керуватися як автоматикою, і вручну - судовим екіпажем. Вимоги до кваліфікації та складу екіпажу не суттєво відрізнятимуться від діючих[10].

Другий ступінь автономності передбачає, що всі судові процеси будуть здійснюватися автоматично, включаючи власне управління рухом судна та прийняття рішень щодо зміни режимів руху судна. Люди, що знаходяться на борту, при цьому повинні втручатися в процес управління тільки в разі необхідності.

Безекіпажні судна відповідно до вищенаведеної класифікації відносяться до 3-го та 4-го ступенів автономності. У цьому виділяється два варіанти управління судном. У першому - судно перебуває під постійним «наглядом» зовнішнього персоналу і управлінські рішення приймаються «зовнішнім екіпажем» (remote crew), що знаходиться поза керованим судном.

Найвища 4-а ступінь автономності судна передбачає такий рівень його автоматизації, у якому судова система самостійно, без участі як судового, і зовнішнього персоналу, приймає всі необхідні управлінські рішення, зокрема зміни курсу, розбіжності коїться з іншими судами тощо. Для цього автономності відсутня необхідність постійного моніторингу судна зовнішнім персоналом [10].

Щоб забезпечити повсюдну експлуатацію безекіпажних судів, явно недостатньо розробити та впровадити технічні засоби, також необхідно створити релевантне «правове середовище».

Оптимальною альтернативою внесення поправок до окремих конвенцій у майбутньому стане розробка комплексного документа (наприклад, Кодексу

МАНС), який можна було б зробити юридично обов'язковим шляхом включення відповідного посилання до Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (Конвенція SOLAS).

Насамперед потрібно уточнити значення термінів "капітан", "екіпаж" або "відповідальна особа компанії". Питання, що стосуються ролі, відповідальності та визначення капітана, особливо для третього та четвертого ступенів автономності, коли зовнішній персонал може керувати судном, були пораховані як потенційні прогалини.

Іншим не менш важливим питанням є вимоги до місця/центру дистанційного управління МАНС (remote control station/centre). У доповіді було зазначено, що необхідно розглянути функціональні та експлуатаційні вимоги до місця/центру дистанційного керування, а також моніторингу керованого судна.

Ще одна ключова проблема позначена формулою «віддалений оператор як моряк» (remote operator as a seafarer). Йдеться про кваліфікацію, відповідальність і роль віддаленого оператора, який фактично виступає як моряк.

Таким чином, увага, яку ІМО приділяє МАНС, свідчить про важливість та практичне значення питань, пов'язаних з майбутніми перспективами міжнародного автономного судноплавства, а також про перехід до етапу розробки та впровадження конкретних положень, спрямованих на регулювання діяльності МАНС.

Відповідальність за можливу шкоду, заподіяну автономним судном. Судновласник і власник автономного судна несуть передбачену міжнародними договорами відповідальність за можливу шкоду третім особам, навколишньому середовищу, а також громадським інтересам, заподіяний внаслідок або у зв'язку з експлуатацією такого судна, з урахуванням положень з обмеження відповідальності [10].

Перевезення вантажів та пасажирів автономними судами. Судновласник автономного судна несе відповідальність за мореплавний стан судна, безпечно

перевезення вантажу відповідно до договору морського перевезення. Перевезення пасажирів повністю автономними судами, крім повністю автономних маломірних судів, не допускається.

Безекіпажні судна повільно, але неухильно пробивають дорогу в морській індустрії. У зв'язку з цим є надзвичайно важливими технічні та відповідні правові дослідження діяльності морських суден без екіпажів.

Далі наведені кілька компаній, що вже використовують штучний інтелект у сфері управління суднами та морського транспорту.

«Maersk» - одна з найбільших морських перевізниць у світі, що використовує інновації в області автоматизації та енергоефективності. Вони експериментують з автономними системами, а також впроваджують технології для моніторингу та оптимізації витрат пального.

Компанія «Rolls-Royce» розробляє та впроваджує автономні системи для суден, включаючи автопілоти та системи контролю руху. Вони активно використовують штучний інтелект для оптимізації навігації та автоматизації судноплавства. Автопілоти та системи контролю руху розробляються з використанням передових алгоритмів машинного навчання та системи штучного інтелекту. Ці системи аналізують величезні обсяги даних з сенсорів, радарів, систем GPS та інших джерел для точного визначення обстановки навколо судна.

Компанія активно здійснює тестування автономних систем на судах та в рамках партнерств співпрацює з іншими суднобудівними компаніями, дослідницькими центрами та організаціями для спільної реалізації інноваційних проектів.

«Wärtsilä» - це глобальна компанія, яка спеціалізується на розробці і постачанні технологій та обладнання для морського та енергетичного секторів. Компанія активно використовує штучний інтелект для розробки інноваційних рішень у галузі судноплавства [7].

«Wärtsilä» використовує штучний інтелект для створення систем автоматизації та керування, які оптимізують роботу суднових двигунів та

електроустаткування для максимізації енергоефективності та зниження викидів.

Компанія використовує аналітичні рішення, що базуються на штучному інтелекті, для створення систем, які надають рекомендації екіпажу для оптимального використання ресурсів та уникнення експлуатаційних ризиків.

«Wärtsilä» виробляє рішення для електроустаткування та електроприводу суден. Інтеграція штучного інтелекту в ці системи дозволяє ефективно керувати роботою двигунів, забезпечуючи оптимальне використання енергії [7].

«Wärtsilä» досліджує та розробляє автономні системи для суден. Штучний інтелект використовується для реалізації рішень, які забезпечують безпеку та ефективність автономного судноплавства.

Застосування штучного інтелекту в діагностичних системах дозволяє «Wärtsilä» розробляти рішення для прогнозування технічного стану обладнання судна та планування планового обслуговування.

«Kongsberg Gruppen» є норвезькою технологічною компанією, яка грає ключову роль у впровадженні автономних систем та інших технологій в морському транспорті. «Kongsberg» розробляє та впроваджує технології для автономних суден. Це включає в себе роботу над автопілотами, системами контролю руху та іншими інтелектуальними системами, які дозволяють суднам пересуватися без прямого участі людини. Їхні рішення включають в себе автономні судна та системи для підвищення безпеки та ефективності.

«Sea Machines Robotics» - це американська компанія, заснована в 2015 році, яка спеціалізується на розробці та впровадженні автономних систем для морського транспорту. «Sea Machines Robotics» фокусується на розробці систем автономного управління для суден різних типів, включаючи тягачі та буксирні судна. Їхні технології використовують штучний інтелект для адаптивного та безпечного судноплавства.

«ABB» — це шведсько-швейцарська міжнародна компанія, яка є однією з провідних у світі в галузі електрифікації, автоматизації, технологій для

промисловості та судноплавства. «ABB» грає важливу роль у впровадженні інноваційних технологій, включаючи штучний інтелект, для оптимізації управління електроприводами, автономних систем та енергоефективних рішень у морському транспорті.

Компанія зосереджується на створенні енергоефективних рішень для морського транспорту. Це включає в себе стратегії енергозбереження, оптимізацію енергоспоживання та використання відновлюваних джерел енергії.

Впровадження автоматизації створює нові можливості для оптимізації морських перевезень та реформує традиційні моделі судноплавства. Однак важливо враховувати правові, етичні та безпекові аспекти при розвитку та впровадженні цих технологій.

## **РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В МОРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ**

### **2.1. Аналіз світового досвіду та факторів впливу на використання інновацій в різних країнах**

У сучасному світі інновації у сфері морського транспорту стають необхідністю та стратегічним фактором для розвитку глобальної економіки. Різноманітні країни активно впроваджують передові технології та новаторські підходи з метою поліпшення безпеки, ефективності та екологічної стійкості у секторі морських перевезень. Це стосується не лише розвинених морських націй, але й країн, що розвиваються, які розглядають морський транспорт як ключовий чинник свого економічного зростання.

В наш час інноваційні технології у сфері морського транспорту охоплюють широкий спектр аспектів, від автономних суден та електричних двигунів до використання вітрової енергії та технологій Інтернету речей. У цьому контексті цікаво розглянути світовий досвід країн, які лідирують у впровадженні інновацій у морському транспорті та розуміти, як ці новації впливають на глобальну логістичну інфраструктуру та сталість морських екосистем.

Запевняючи важливість інновацій в розвитку свого суспільства та господарства, країни Швейцарія, Сінгапур і Німеччина стають яскравими прикладами успішного використання новаторських підходів у різних галузях.

Морські технології та дослідження розвивають Швейцарські компанії та установи, які активно залучені до досліджень у галузі морських технологій, таких як використання нових матеріалів для конструкції кораблів, екологічно чистих палив та інших інновацій, спрямованих на поліпшення якості та ефективності морського транспорту. Прикладом є компанія «Mediterranean Shipping Company» (MSC).

«Mediterranean Shipping Company» (MSC) є однією з найбільших і найважливіших міжнародних морських перевізників у світі. Компаній активно залучена до досліджень у наступних напрямках:

1. Використання нових матеріалів для конструкції суден:

- легкі та міцні матеріали: швейцарські дослідницькі центри працюють над використанням нових легких матеріалів, які можуть зменшити вагу кораблів та поліпшити їхню швидкість та паливну ефективність;

- антикорозійні покриття: розробка антикорозійних матеріалів та покриттів для збереження якості корпусів суден та зменшення необхідності в регулярному обслуговуванні.

2. Інновації в суднобудуванні:

- дизайн та аеродинаміка: дослідження з метою покращення дизайну та аеродинаміки суден для зменшення опору води та зниження енергоспоживання;

- автоматизація та технології "зеленого" флоту: впровадження автоматизованих систем та інших інновацій, спрямованих на зменшення впливу суден на навколишнє середовище.

Протягом значного періоду Швейцарія зберігає статус найбільш конкурентоспроможної та інноваційної держави у світі. У чому ж полягає таємниця успіху цієї невеликої європейської нації. Макроекономічна обстановка в Швейцарії належить до найстабільніших у світі. Основні катализатори економіки Швейцарії визначаються бездоганними інститутами, динамічними ринками і високим потенціалом для інновацій.

Державні структури в Швейцарії славляться своєю високою ефективністю та прозорістю, зокрема, незалежний судовий орган та пріоритет додержання закону сприяють впевненості в сфері бізнесу. Важливим аспектом є наявність міцних традицій співпраці, де влада, бізнес та громадянське суспільство спільно працюють над пошуком шляхів розвитку країни. Активна участь населення у прийнятті рішень сприяє створенню атмосфери взаємного довір'я та співпраці в країні.

Швейцарська економіка є диверсифікованою – з одного боку, країна спеціалізується на експорті високотехнологічних товарів, з іншого – захищає свій внутрішній ринок. Крім того, проводиться раціональне управління природними ресурсами, що є основною привабливістю для туристів. Країна реалізує успішну політику зайнятості, що утримує рівень безробіття на низькому рівні. Ця стратегія, з одного боку, гнучко та ефективно максимізує таланти країни та захищає права працівників, а з іншого – враховує інтереси роботодавців. Завдяки такій політиці взаємини між роботодавцем і працівниками є конструктивними, конфлікти вирішуються через соціальний діалог, а не через страйки.

Система освіти також є прогресивною і забезпечує країну висококваліфікованими кадрами. В той же час Швейцарія приваблює мігрантів з окремих спеціальностей. Фінансовий ринок Швейцарії ефективно функціонує, банківський сектор є одним з найбільш надійних у світі.

Стратегічний розвиток інновацій стоїть переднім планом у цій країні. Виняткова національна інноваційна екосистема надає Швейцарії привабливість для висококваліфікованих фахівців з усього світу. Основними компонентами інноваційної екосистеми в Швейцарії є ефективні ринки праці, вдосконалена система освіти, активне співробітництво між академічним та підприємницьким секторами, суттєві витрати бізнесу на наукові дослідження та захист інтелектуальної власності. Інноваційна система Швейцарії є однією з найефективніших у світі, а країна посідає друге місце у світі за кількістю патентів на душу населення.

Перше місце країни в Глобальному рейтингу конкурентоспроможності свідчить про дієве податкове, торговельне та інвестиційне середовище. Ключові фактори інноваційного виробництва, такі як кваліфікована робоча сила та національна інноваційна екосистема, активно та цілеспрямовано розвиваються. Крім того, впроваджуються спеціальні стимули для підтримки інноваційної діяльності, включаючи фінансову підтримку наукових

досліджень в університетах та стимулювання інновацій в підприємницькому секторі.

Німеччина виступає однією з провідних інноваційних країн не лише в Європі, але й у світі. Її стратегічне розташування робить її привабливою та конкурентоспроможною, а ефективність інноваційної системи підтверджується численними досягненнями.

Портовий флот Гамбурга планується переобладнати під роботу на водні. В даний час в Гамбурзі планується будівництво електролізних установок потужністю близько 100 мВт. Крім того, флот Гамбурга, який належить місту і включає в себе буксири, робочі катера, поліцейські катери і кораблі пожежної служби, буде поетапно переобладнаний для роботи на паливних елементах, можливо, в поєднанні з гібридними приводами [12].

Порт Гамбург активно займається розробкою і впровадженням різних інновацій та сучасної техніки. У 2021 року порт почав використання високопродуктивних безпілотних літальних дронів, які можуть працювати повністю автономно за допомогою «колективного (ройового) інтелекту». Уже зараз в порту використовуються безпілотні літальні дрони в різних областях: захист від стихійних лих, моніторинг будівництва або контроль важкодоступних об'єктів в порту. Крім того, дрони підвищують ефективність утримання та проектів розширення портової інфраструктури. Це стосується як інспекцій стану будівель і споруд, так і обстеження важкодоступних або небезпечних місць. Наприклад, адміністрація порту обстежує за допомогою дронів стан очисних споруд.

Географічне положення Гамбурга і фактично річковий статус його порту обмежують довгостроковий розвиток підприємства. Тому на відміну від своїх конкурентів порт змушений боротися за всі можливості поліпшення ситуації, вкладаючи, в тому числі, великі кошти в оптимізацію фарватеру річки [12].

Поглиблення фарватеру дозволить зберегти колишні позиції і навіть трохи просунутися вперед, але не може стати фундаментом довгострокового розвитку порту.

Основний упор при розвитку порту робиться на автоматизацію виробничих процесів на основі цифрових технологій. Однією з таких технологій є «розумний порт». Це цілий комплекс проектів, які базуються на мережевої інфраструктури з використанням численних сенсорів, що передають інформацію в єдиний центр обробки даних [12].

Стратегія цифровізації, розроблена портовими властями і портовими компаніями, виводить Гамбург на перше місце в різних областях, таких як стійке розвиток, віртуальна реальність, використання підводних і літальних дронів. В адміністрації Гамбурга запевняють, що наприклад в жодному іншому порту немає системи, подібної Гамбурзькому центру координації руху суден (HVCC), який координує заходи суден в порт та консультує судноплавні компанії, наприклад про те, як можна безпечно підійти до порту і при цьому заощадити паливо, знизивши викиди CO<sub>2</sub>.

У порту стартував моніторинг річкового дна за допомогою автономних підводних дронів, які реєструють зайві нашарування мулу і відсилають ці дані прямо на комп'ютери судів-землечерпалок для подальшого видалення ґрунту.

Порт активно впроваджує використання підводних дронів. У підводних робіт досить широке поле застосування. Наприклад, досліджувати корпусу стоять біля причалу суден для виявлення можливих пошкоджень нижче ватерлінії. Це істотно знижує витрати на дороге використання водолазів.

Підводні дрони, що сканують річкове дно, можуть не тільки реєструвати і передавати дані про його стан, а й допомагати лоцманській службі. Рухаючись по річці попереду судна, в майбутньому вони будуть безпосередньо зв'язуватися з торговими судами, видаючи на їх капітанські містки попередження про можливі мілинах на фарватері.

Портова влада замислюються про цифрової мережі, яка зв'яже між собою все: суду, буї на фарватері, вантажну техніку і самі вантажі. Наприклад, буї миттєво розпізнають проходять повз суду і відправляють інформацію прямо на вантажні термінали, щоб час прибуття контейнеровозів було відомо з точністю до хвилини. Завдяки такому обміну даними можна оптимізувати вантажні та

транспортні потоки, до мінімуму скоротити час очікування суден і складування вантажів [12].

Так само портова влада не забувають про екологію. Однією з їх головних завдань стало зниження викидів в атмосферу відпрацьованих газів. Порт планує повністю перейти на електричну енергію. Переважна частина портової перевантажувальної техніки - наприклад, мостові крани, вже переведена на майже безшумний електричний привід. Завдяки переведенню техніки на електропривод порт в майбутньому планує скоротити щорічні викиди вуглекислого газу на 15 500 тонн [12].

Проект виробництва «зеленого» водню в порту, перехід на використання водневих технологій навіть в області промисловості, наприклад, в металургії, підтримані економічною політикою держави і здійснюються промисловими компаніями. Гамбург завжди вибирає проекти, засновані на нових технологіях, коли мова йде про розвиток вільних площ.

До такого успіху у сфері впровадження інновацій велику роль грає науково-дослідна та інноваційна політика Федерального уряду йде в ногу з потребами суспільства, економіки та кожного громадянина країни.

Головною метою цієї політики є вирішення глобальних проблем, зміцнення конкурентоспроможності та створення стійких робочих місць. Важливо відзначити, що ця стратегія орієнтована на досягнення сталого економічного розвитку, включаючи зниження споживчих ресурсів. Федеральний уряд Німеччини активно працює над створенням економічного режиму, який би був не лише ефективним, але й відповідав вимогам сталого розвитку.

Загалом, інноваційний потенціал Німеччини визначається різноманітними чинниками, які включають творчі дослідження в інноваційному суспільстві, рівень підготовки інвестиційних підприємців та їх співробітників, а також політику, науку і систему освіти, спрямовані на підтримку інноваційної діяльності.

Проведені заходи в цьому напрямі є обов'язком відповідного компетентного органу, який має вільний доступ до бюджетних коштів в межах чинного бюджету і фінансового планування. Державна економічна політика Німеччини ґрунтується на усвідомленні, що саме державні інвестиції в наукові дослідження стимулюють активне залучення приватних вкладень в цю сферу.

Слід відзначити, що основою економічного механізму державної наукової політики Німеччини є поєднання конкурсного бюджетного фінансування інноваційних проєктів, окремих дослідників та інфраструктури з різними методами непрямого стимулювання наукової діяльності. До цих методів відносяться податкові механізми, амортизаційна і кредитна політика, ефективний захист авторських прав, а також заходи, спрямовані на стимулювання розвитку малого та середнього бізнесу з інноваційною спрямованістю [12].

Федеральний уряд Німеччини активно використовує два ключові підходи для створення привабливих умов для інвестування в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи. Перший спосіб полягає в загальному зниженні податкового тягаря, тоді як другий включає в себе введення специфічних податкових пільг у сфері інновацій.

Для стимулювання інноваційної діяльності були впроваджені різні види податкових пільг, серед яких можна виділити:

1. Податкові канікули. Підприємства, які отримують прибуток в результаті впровадження інноваційних проєктів, можуть скористатися тимчасовим звільненням від сплати податків.

2. Створення інноваційних фондів. За рахунок отриманого прибутку можуть бути створені спеціальні фонди інноваційного призначення, які звільнені від оподаткування.

3. Інвестиційні знижки. Підприємства можуть отримувати знижки з податку на прибуток в розмірі, що відповідає певній відсотковій частці вартості впроваджуваного інноваційного обладнання [12].

Ці заходи сприяють не лише привертанню інвестицій в наукові проекти, але й стимулюють компанії до активної участі в інноваційному процесі, сприяючи тим самим розвитку інноваційного ландшафту в Німеччині.

Сінгапур, як глобальний торговий хаб та морський вузол, активно впроваджує інновації у морському транспорті для підтримки свого стратегічного положення та підвищення ефективності галузі.

«Eastern Pacific Shipping» є однією зі значущих судноплавних компаній з головним офісом в Сінгапурі. Вона спеціалізується у сферах вантажних та пасажирських морських перевезень. Компанія може здійснювати перевезення різних видів вантажів, таких як сировинні матеріали, контейнери, нафта та газ.

Компанія займається активною підтримкою розвитку та тестування автономних та безпілотних суден для покращення безпеки та ефективності перевезень. А також сприяє використанню енергоефективних технологій та альтернативних джерел енергії для зменшення викидів та підтримки сталого розвитку.

Їх інновації спрямовані на розвиток та вдосконалення морського транспорту в Сінгапурі, забезпечуючи йому конкурентоспроможність та стійкість у світовій економіці.

Сінгапур це інша країна, яка викликає інтерес до її інноваційної політики. Сінгапур вражає своєю неймовірною трансформацією за лише понад 50 років. Почавши як країна з обмеженими природними ресурсами та розвиваючись, він перетворився в процвітаючу глобальну метрополію, яка на сьогодні посідає шосте місце за Глобальним інноваційним індексом. У 1966 році прем'єр-міністр Лі Куан Ю визначив конкурентну перевагу Сінгапуру у його населенні.

Завдяки урізноманітненій політиці уряду та значній фінансовій підтримці галузі науки та інновацій протягом останніх 25 років, Сінгапур вдало створив розмаїту інноваційну екосистему. Країна впровадила реформи у державних університетах з метою підсилення їх науково-дослідної роботи та надання їм можливості виходу на світовий рівень. Фінансування академічних

досліджень значно зросло, і була створена Академічна дослідна рада разом із мережею академічних центрів передових знань.

Додатково, у 1969 році була впроваджена освітня реформа, згідно з якою всі учні середніх шкіл обов'язково проходять 2-річну технічну освіту, а після цього розподіляються за напрямками — технічним, комерційним чи академічним. Уряд активно підтримує баланс між попитом та пропозицією робочої сили, сприяючи таким чином виникненню збалансованої системи освіти.

Відкритість перед зарубіжними інвестиціями, ідеями та талантами є характерною особливістю інноваційної системи Сінгапуру. Для цієї маленької країни з обмеженими ресурсами глобалізація економіки стала невід'ємною частиною існування. З моменту набуття незалежності Сінгапур визначив напрямок політики залучення прямих іноземних інвестицій та транснаціональних корпорацій, чим відрізнявся від багатьох інших країн, які відносились до цього питання неоднозначно [34].

Такий відкритий підхід застосовувався також у сфері наукових досліджень і розвитку: вчені з усього світу були активно залучені для наукового керування проектами місцевих науковців. У науковій спільноті Сінгапуру приблизно 30% складають іноземці. Інноваційна система країни належить до найбільш глобалізованих у світі, на рівні із такими країнами, як Швеція та Німеччина.

Ще однією визначальною особливістю інноваційної системи Сінгапуру є використання моделі відкритих інновацій. Ця модель передбачає, що компанії, розробляючи нові технології та продукти, не обмежуються внутрішніми дослідженнями і розробками, а активно залучають інновації та експертизу зовнішніх джерел. У Сінгапурі використовується ця модель в рамках політики залучення транснаціональних корпорацій та їхніх інноваційних підрозділів, що сприяє розвитку інноваційної екосистеми Сінгапуру і створює робочі місця для місцевих кваліфікованих кадрів. Інноваційні агенції Сінгапуру відіграли активну роль у цьому процесі.

Спільно з міжнародними партнерами за моделлю відкритих інновацій, Сінгапур вивів представництва провідних науково-дослідних центрів. У Сінгапурі був створений кампус для провідних досліджень на базі Національного дослідного фонду, де об'єднані представництва наукових центрів провідних університетів світу, таких як Массачусетський технологічний інститут, Швейцарська вища технічна школа Цюріха, Кембриджський університет, Пекінський університет. Це міжнародне співробітництво сприяє обміну ідеями, талантами та дослідними можливостями для спільного розвитку інноваційної системи Сінгапуру [34].

Для Сінгапуру характерно високий рівень довіри суспільства до уряду, який обумовлений реалізацією політики акцентованої на кваліфікаційні кадри.

На другому рівні важливим аспектом є постійна робота уряду над розбудовою підприємницької екосистеми. Важливим є розвиток ключових факторів інноваційного виробництва, таких як освітня система та ринок робочої сили, інноваційна інфраструктура та загальна інноваційна система.

Уряд вживає заходів щодо комерціалізації науково-дослідницької та розробницької діяльності, надає фінансову та технологічну підтримку малим та середнім підприємствам, впроваджує модель відкритих інновацій, залучає прямі іноземні інвестиції та транснаціональні корпорації, а також створює технологічні платформи.

## **2.2. Зменшення витрат та економічна ефективність на морському транспорті через інноваційні рішення**

В сучасному світі морський транспорт відіграє важливу роль у глобальному русі товарів та забезпеченні економічного зростання країн. Однак зростання конкуренції, зміни вимог до екологічної стійкості та постійне стрімке розвиток технологій визначають необхідність для морського транспорту впроваджувати інновації для збереження високого рівня конкурентоспроможності та ефективності.

Сучасні вимоги до морського транспорту накладають виклики, пов'язані з оптимізацією експлуатаційних витрат, зменшенням впливу на довкілля, а також забезпеченням високої якості послуг. Використання новітніх технологій, впровадження енергоефективних рішень, а також оптимізація логістичних процесів є ключовими аспектами, які дозволяють досягти цих цілей.

Інновації в сфері морського транспорту можуть значно зменшити витрати та підвищити економічну ефективність.

Впровадження систем автоматизації та віддаленого управління суден дозволяє зменшити витрати на екіпаж, забезпечуючи високу ефективність і безпеку операцій.

Використання нових технологій для зменшення споживання пального може значно знизити витрати. Встановлення більш ефективних двигунів, оптимізація шляхів та використання енергозберігаючих технологій (наприклад, вітрильних установок) – це приклади інновацій для підвищення енергоефективності.

Використання контейнеризації та інших технологій оптимізації може поліпшити обробку вантажів та зменшити час стоянки суден в порту, що зменшує витрати.

Впровадження датчиків для моніторингу стану суден, вантажів та обладнання може допомогти у виявленні можливих проблем та уникненні аварій.

Перехід до екологічно чистих видів пального, таких як зелені пальні або використання LNG (зріджений природний газ), може не лише зменшити витрати, але і зменшити вплив на навколишнє середовище.

Використання алгоритмів та програмного забезпечення для оптимізації маршрутів може зменшити час та витрати на паливо.

Впровадження технологій, які дозволяють швидше та ефективніше розвантаження та завантаження суден, може зменшити час перебування суден в порту.

Економічна ефективність в контексті морського транспорту визначається різними чинниками, і вона може бути оцінена через різні показники. Ось деякі ключові аспекти, які впливають на економічну ефективність морського транспорту:

Витрати на паливо. Одним із найбільших витратних пунктів для морського транспорту є паливо. Використання енергоефективних двигунів, оптимізація маршрутів та використання екологічно чистих видів пального сприяють зменшенню витрат на паливо.

Міжнародний морський флот споживає понад 250 млн. тонн пального щорічно. Збільшення обсягів споживання пального морськими суднами становить приблизно 2,6% щороку [13]. Витрати на пально-мастильні матеріали (переважно паливо) складають 40-50% вартості всіх витрат у життєвому циклі судна. Варто відзначити, що витрати на обслуговування, паливо і ремонти для морських судів у десятки разів перевищують вартість проектування та будівництва нового судна [14].

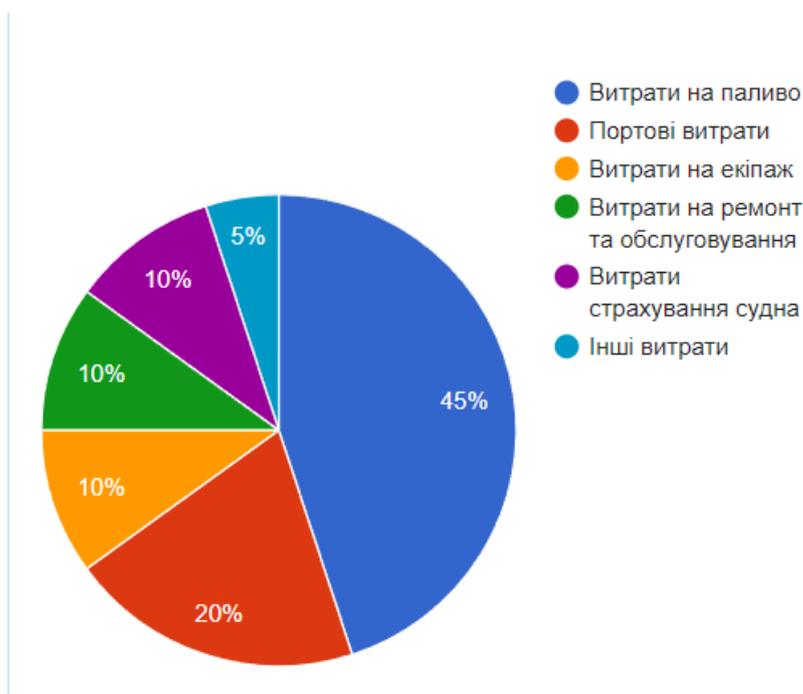


Рис. 2.1. Структура витрат на утримання судна

*Джерело: розроблено автором*

Час плавання. Тривалість плавання та час стоянки в портах впливають на витрати. Оптимізація маршрутів, використання технологій для швидшого розвантаження та завантаження можуть зменшити час, що витрачається на перевезення вантажу.

Витрати на обслуговування та технічне обладнання. Збереження суден у хорошому технічному стані та використання ефективного обладнання дозволяє зменшити витрати на ремонт та обслуговування.

Інфраструктурні витрати. Витрати на користування портовою інфраструктурою та іншими транспортними послугами також важливі для загальної ефективності. Інновації в оптимізації цих процесів можуть позитивно впливати на витрати.

Інвестиції в технології та інновації. Компанії, які вкладають у впровадження новітніх технологій та інновацій, можуть досягти покращеної продуктивності та конкурентоспроможності.

Споживання ресурсів. Збалансоване та ефективне використання ресурсів, таких як праця та матеріали, також впливає на економічну ефективність.

Загалом, економічна ефективність в морському транспорті залежить від комплексного підходу до оптимізації процесів та використання інновацій для зменшення витрат та покращення продуктивності.

Показники, які характеризують ефективність використання інновацій у діяльності підприємства: це коефіцієнти використання вантажопідйомності, місткості і пробігу; час простою під навантаженням-розвантаженням; час в наряді; технічну та експлуатаційну швидкість, кількість поїздок; загальна відстань перевезення пробіг з вантажем; обсяг перевезень і транспортну роботу.

Управління викидами та забрудненням є необхідним для забезпечення охорони навколишнього середовища, збереження природних ресурсів та підтримки сталого розвитку. Це спрямовано на зменшення негативного впливу

транспорту та сумісної йому діяльності на повітря, воду та ґрунт, забезпечуючи здоров'я людей та екосистем. Управління викидами допомагає покращити якість повітря та води, зменшити вплив змін клімату, а також створює ефективність використання ресурсів та підтримує екологічну відповідальність.

Існують різні стратегії та підходи до управління викидами та забрудненням, нижче наведені основні з них:

Великий вплив має законодавче регулювання. Уряди та міжнародні організації можуть приймати законодавчі акти та нормативні акти, які встановлюють стандарти щодо викидів та забруднення. Ці стандарти визначають максимально допустимі рівні забруднень для підприємств та інших джерел.

Управління викидами та забрудненням в морському транспорті здійснюється через регулювання міжнародними конвенціями, зокрема Міжнародною морською організацією та її MARPOL-конвенцією, а також за допомогою національних законів кожної країни.

Кожна країна має свої національні закони та положення, які додаються до міжнародних стандартів для забезпечення ефективного впровадження та виконання міжнародних вимог в сфері запобігання забрудненню морського середовища.

MARPOL (Міжнародна конвенція про запобігання забрудненню суден): Ця конвенція, прийнята в 1973 році та змінена протягом наступних років, встановлює стандарти для контролю викидів суден, у тому числі нафтових та хімічних речовин, сміття та шкідливих речовин у бактеріальних солончаках. MARPOL регулює роботу суден, а також забезпечує управління відходами від суден.

MARPOL була прийнята в 1973 році Міжнародною морською організацією (ІМО) і змінена в подальших роках, включаючи Марполь 73/78, яка набрала чинності в 1983 році.

MARPOL складається з шести додатків, кожен з яких регулює конкретний вид забруднення або вид викидів:

Annex I - Запобігання забрудненню морів нафтою.

Annex II - Керування забрудненням морів хімічними речовинами.

Annex III - Запобігання забрудненню морів від сміття.

Annex IV - Запобігання забрудненню морів стічними водами від суден.

Annex V - Запобігання забрудненню морів сміттям від суден.

Annex VI - Запобігання забрудненню морського повітря викидами суден.

Міжнародний план надзвичайних ситуацій забруднення нафтою (OPA 90): Цей план призначений для управління викидами нафти та забезпечення швидкого реагування на аварії з забрудненням.

Штрафи та відповідальність за порушення вимог MARPOL визначаються як на рівні міжнародних конвенцій, так і на рівні національного законодавства кожної країни-учасниці. Ось декілька прикладів штрафів та відповідальності за порушення MARPOL:

#### 1. Міжнародні штрафи

Міжнародна морська організація (ІМО) може визначати рекомендації для санкцій та штрафів за порушення MARPOL. Це може включати штрафи у вигляді адміністративних платежів, санкцій та можливо навіть виключення з міжнародного співробітництва.

#### 2. Втрата сертифікатів та дозволів

У випадку порушень MARPOL може бути передбачено вилучення або призупинення сертифікатів суден або інших дозволів. Це може значно ускладнити експлуатацію судна та призвести до фінансових втрат для власників.

#### 3. Кримінальна відповідальність

В деяких випадках порушення MARPOL може призвести до кримінальної відповідальності для осіб, відповідальних за порушення. Це може включати арешт, штрафи та навіть ув'язнення.

#### 4. Цивільні позови

Власники суден та інші сторони можуть бути піддані цивільним позовам та відшкодуванням збитків від третіх сторін або держав у разі забруднення моря або інших серйозних наслідків.

5. Великий вплив мають стимулюючі заходи, введення фінансових або інших стимулів для компаній, які використовують чисті технології та досягають вищих стандартів екологічної безпеки.

Впровадження стимулюючих механізмів є важливою стратегією для підтримки та прискорення переходу до сталого розвитку та зменшення викидів в аспектах енергетики, промисловості та інших галузях. Стимулюючі механізми спрямовані на надання фінансової допомоги тим, хто використовує чисті технології та приймає екологічно дружні підходи. Основні аспекти використання стимулюючих механізмів включають:

#### 1. Фінансові заходи

Стимулюючі податки, податкові кредити та субсидії надають фінансовий стимул для компаній та приватних осіб, які використовують екологічно чисті технології. Наприклад, податкові кредити за використання відновлювальних джерел енергії можуть зменшувати фінансове навантаження.

#### 2. Публічні закупівлі

Уряди можуть надавати перевагу екологічно чистим технологіям та послугам під час закупівель. Це створює ринок для екологічних рішень та сприяє їхньому впровадженню.

#### 3. Фінансування досліджень та розробок

Гранти та фінансування для досліджень та розробок в галузі чистих технологій створюють стимул для інновацій та вдосконалення екологічних рішень.

#### 4. Екологічне лейблуння

Надання екологічних лейблів та знаків може стати стимулом для споживачів та підприємств для обрання екологічно чистих продуктів та послуг.

#### 5. Концесії та пільги

Надання концесій та пільг для тих, хто використовує екологічно чисті технології, може сприяти їхньому швидкому поширенню та впровадженню.

Законодавче регулювання вимагає постійного вдосконалення для врахування наукових відкриттів, технологічних інновацій та змін в суспільних цінностях. Забезпечення балансу між економічними потребами та охороною довкілля є ключовим завданням для сучасного законодавчого регулювання у цій сфері.

Слід ще відмітити таку стратегію до управління викидами та забрудненням як встановлення конкретних емісійних норм для різних галузей промисловості. Компанії повинні відповідати цим нормам та використовувати технології для зменшення викидів.

Емісійні норми для судохідства встановлюють обмеження на викиди забруднюючих речовин від суден для захисту морського середовища та забезпечення сталого розвитку. Ці норми регулюють рівні викидів різних забруднюючих речовин, таких як сірковмісні сполуки (SO<sub>x</sub>), азотні оксиди (NO<sub>x</sub>), частки (PM), та інші, що виникають внаслідок спалювання палива та інших процесів на судах.

Міжнародна Морська Організація (ІМО) визначає емісійні стандарти для суден та встановлює регуляції, спрямовані на зменшення викидів та покращення екологічної ефективності суден. Деякі ключові аспекти емісійних норм для судохідства включають обмеження вмісту сірки в паливі, стандарти NO<sub>x</sub> для двигунів, визначення Екологічних Контрольованих Зон (ЕСА) з більш суворими вимогами, а також заходи для зменшення часткових викидів.

Основні аспекти емісійних норм для судохідства включають:

#### 1. Сірковмісні Викиди (SO<sub>x</sub>)

Емісійні норми обмежують вміст сірки в паливі та вимагають використання палива з низьким вмістом сірки або встановлення обладнання для зменшення викидів SO<sub>x</sub>. Особливі вимоги можуть бути встановлені для різних зон, включаючи Екологічні контрольовані зони (ЕСА).

#### 2. Азотні Оксиди (NO<sub>x</sub>)

Норми на викиди  $\text{NO}_x$  встановлюють обмеження на кількість оксидів азоту, що викидаються судном. Це може включати заходи, такі як оптимізація двигуна, використання каталітичних систем або використання газу замість палива з високим вмістом азоту.

### 3. Вуглеводні та Леткі Органічні Сполуки (VOC)

Деякі норми стосуються викидів VOC, які можуть виникати при випаровуванні палива та інших рідин на судні. Заходи можуть включати встановлення обладнання для зменшення витрати та випаровування.

Емісійні норми можуть стосуватися викидів часток від суден, особливо при використанні дизельного палива. Вони можуть вимагати встановлення фільтрів часток та використання більш чистих видів палива.

Екологічні контрольовані зони - це області моря, де встановлені більш суворі емісійні норми. Вони можуть бути визначені навколо особливо чутливих екосистем чи зон для захисту від забруднення.



Рис. 2.2. Екологічні контрольовані зони у світі

*Джерело: [1]*

Ці емісійні норми є важливим етапом в розвитку екологічно чистого судноплавства та забезпеченні довкілля-дружнього флоту, зменшуючи негативний вплив морського транспорту на повітря та води.

Показовим прикладом впливу який має Міжнародна Морська Організація (ІМО) та емісійні норми є вимоги ІМО щодо сірки в складі судновому паливі.

Світова морська галузь є одним з найсильніших забруднювачів повітря на планеті серед всіх секторів транспортного комплексу. Наприклад, якщо в дизельному пальному екологічного класу Євро-5, яке на сьогодні використовується на дорогах більшості розвинених та розвиваючихся країн світу, включаючи Україну (з 2018 року), вміст сірки становить 0,001% або 10 ppm (частин на мільйон), то в крекінг-мазуті, який переважно використовується як суднове паливо на великотоннажних судах, вміст сірки становить 3,5% або 35 000 ppm, що в 3 500 разів вище, ніж в дизельному паливі з найвищими на сьогодні екологічними стандартами в Україні.

У відповідь на це Міжнародна морська організація (ММО або ІМО — Міжнародна морська організація), яка входить до системи міжнародних організацій при ООН, осінь 2016 року ініціювала перехід усього світового громадянського флоту з січня 2020 року на використання суднового пального із вмістом сірки 0,5% замість колишніх 3,5%. Власники суден по всьому світу до цього часу стоять перед вибором, як пристосуватися до вимог ІМО.



Рис. 2.3. Шкала допустимого рівня вмісту сірки у паливі за межами зон контролю викидів

*Джерело: [1]*

З 1 січня 2020 року відповідно до вимог Міжнародної морської організації (ІМО) вміст сірки в судновому паливі обмежується в 0,5% поза зонами особливого контролю (ЕСА). Раніше з 1 січня 2015 року вміст сірки в судновому паливі в зонах ЕСА було обмежено в 0,1%.

Частина представників шипінгової галузі обладнують свої судна спеціальними очищувачами вихлопних газів — скруберами, за допомогою яких вдається використовувати колишнє високосірчисте паливо, але дотримуватися норм щодо вмісту шкідливих речовин у вихлопних газах.

Завданням скрубберів є підвищення якості підготовки палива перед входженням судна в подібні акваторії не тільки з метою зниження сірчистого зносу деталей двигуна, але й зниження викидів сполук сірки у випускних газах. Зниження емісії оксидів сірки  $SO_x$  у випускних газах здійснюється, як правило, за допомогою використання скрубберного очищення.

Широкого поширення на транспортних судах цей метод не отримав, насамперед через великих габаритів самих скрубберів, неминучої додаткової втрати енергії з випускними газами на подолання додаткового аеро- та

гідродинамічного опору, а також через необхідність збирання та накопичення промивної води, що потребує додаткових вантажних обсягів (танків або цистерн) у разі великої автономності роботи судна та його енергетичної установки.

Недоліки скрубберів:

- системи скрубберів збільшують витрату палива судна приблизно на 3-5%;
- час простою скрубберних систем призведе до витрат на експлуатацію спільного палива;
- для гібридних та замкнутих систем неминучі додаткові
- витрати на постачання лугів та утилізацію твердих залишків.

Крім того, потрібно передбачати окремий танк для сечовини та додавати витрати на неї до загальних витрат на паливо. Коштує скруббер від \$3 до \$4 млн для середнього судна та \$5-6 млн і більше для більших суден. Очевидно, виправдати встановлення скруббера може різниця між вартістю високосірчистого та низькосірчистого палива. Але якою ця різниця буде наступного року чи через рік невідомо. Тому терміни окупності скрубберів невідомі. Операційні витрати судновласників у зв'язку із встановленням скрубберів збільшаться на 5-7 євро за кожний кВт потужності суднової установки.

Таблиця 2.1

Рівень витрат на встановлення та утримання скруббера у 2023 році

Судно	Потужності суднової установки	Капітальні витрати	Операційні витрати
Panamax (6000 TEU)	54.900 Kw	4 – 5 млн. дол.	296 460 дол.

Megamax (24 100 TEU)	54.360 Kw	6 млн. дол.	293 544 дол.
-------------------------	-----------	-------------	-----------------

*Джерело: розроблено автором*

Але більшість судновласників переходять на застосування нового спеціального палива, мазуту з дуже низьким або VLSFO (very low sulphur fuel oil). Вміст сірки в ньому становить 0,5% або в 7 разів нижче, ніж у сірчистому мазуті (high sulphur fuel oil, HSFO), що відповідає вимогам ІМО.

Нафтопереробні заводи в усьому світі відреагували на запровадження ІМО 2020 і зростання попиту на чисте суднове паливо значним збільшенням виробництва VLSFO (very low sulphur fuel oil) Зокрема, Китай звільнив від податків експорт чистого суднового палива, але спочатку обмежив обсяг поставок для розширення внутрішнього ринку.

Крім використання на світовому торговому флоті нафтового палива, є ще можливості для їхнього обладнання під спалювання LPG або LNG.

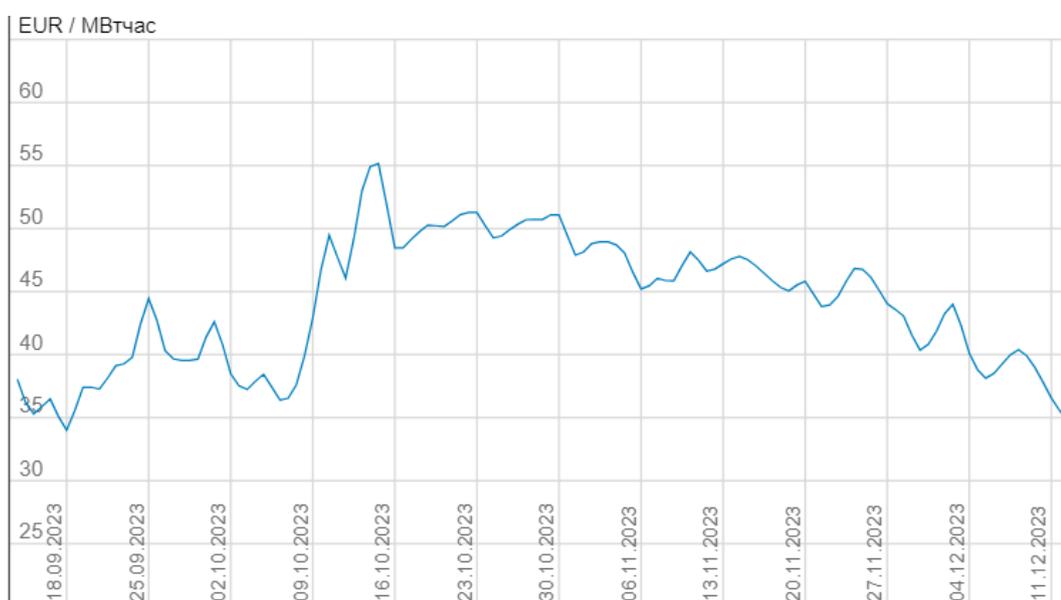


Рис. 2.4. Динаміки цін LPG палива в 4-му кварталі 2023 року

*Джерело: [14]*

Деякі судноверфі пішли цим шляхом і протягом останніх кількох років випускають судна, що застосовують ці види палива. Але загалом у світі кількість суден, обладнаних двигунами на альтернативних енергоносіях, поки що незначна.

Менш ніж 1% світового флоту працює на альтернативних видах палива.

За даними компанії «DNV GL», на сьогодні менше 1% існуючого світового парку суден працює на альтернативних видах палива, тоді як 10% суден замовляються з альтернативними паливними системами.

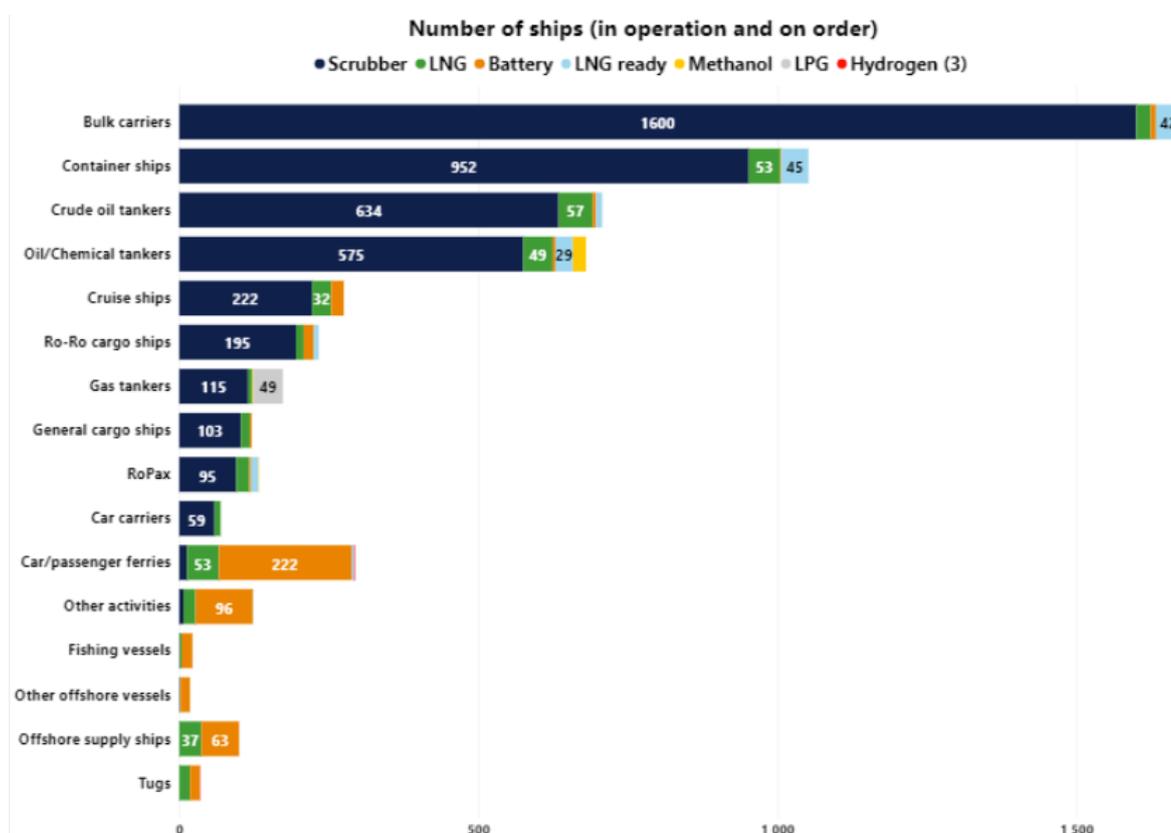


Рис. 2.5 Аналіз флоту та замовлень на заводах

*Джерело: [13]*

Розглянемо більш детально по флоту та замовленням на суднобудівних заводах.

### Alternative fuel uptake (percentage of ships)

Ships in operation

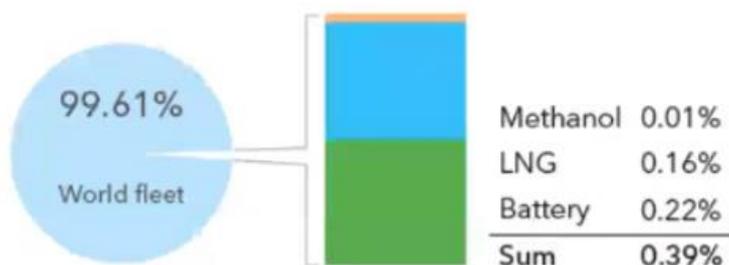


Рис. 2.6. Аналіз флоту на альтернативному паливі

*Джерело: [13]*

Ships on order

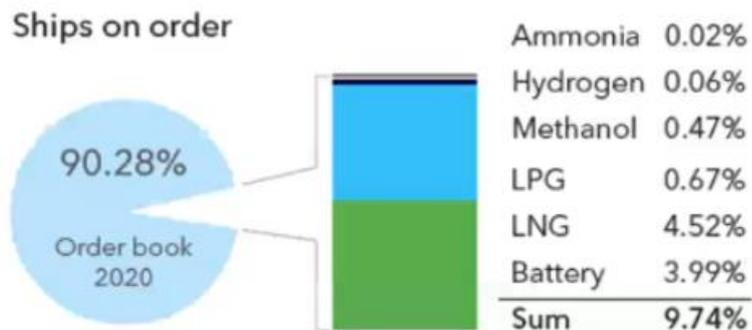


Рис.2.7. Аналіз замовлень суден на альтернативному паливі

*Джерело: [13]*

Враховуючи, що всього у світі налічується близько 95 тис. торгових суден, 414 судів на LPG становлять лише 0,4% світового торгового флоту.

У період підготовки до впровадження нових стандартів Міжнародної морської організації в 2020 році власники та оператори судів, нафтопереробні компанії та оператори портів опинилися в ситуації, коли їм довелося приймати складні та витратні інвестиційні рішення з великою кількістю невідомих:

1. Неоднозначні прогнози щодо вартості та наявності на ринку палив з низьким та високим вмістом сірки

2. Якість та технічні характеристики нових паливних сумішей з низьким вмістом сірки

3. Потенційне майбутнє заборонення використання сьгоднішніх систем очищення вихлопних газів "відкритого типу"

4. Можливість подальшого регулювання інших видів забруднювачів, що містяться в вихлопних газах суднових палив (наприклад, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>).

Крім того, існували страхи стосовно можливих тимчасових або навіть довгострокових обмежень щодо перевезень або їхніх обсягів, пов'язаних з переобладнанням суден, зменшенням доступного простору на борту чи очищенням двигунів для переходу на нове пальне.

Це початкова стратегія ІМО, та на цьому організація не планує зупинятися, прагнучи зменшити викиди CO<sub>2</sub> в середньому в міжнародних морських перевезеннях щонайменше на 40% до 2030 року, прагнучи у підсумку зменшити до 70% до 2050 року порівняно з 2008 роком.

Загальні річні викиди парникових газів щонайменше на 50% до 2050 року порівняно з 2008 роком, продовжуючи зусилля щодо їх поступового припинення, оскільки вимагається баченням як точка на шляху скорочення викидів CO<sub>2</sub> відповідно до температурних цілей Паризької угоди.

Це вимагатиме швидкої розробки палива з нульовим або вкрай низьким рівнем викидів та нових суднових силових установок, що використовують більш чисті технології.

Одним з видів такого палива є зелений водній, при спалюванні якого відсутні шкідливі викиди.

Наразі, ціна зеленого водню становить від 3 до 6 доларів за кілограм. Ця вартість значно вища, ніж ціни на традиційні види палива, які ми звикли використовувати. Однак, відповідно до наукових досліджень [3], витрати на виробництво відновлюваного водню можуть значно знизитися від поточного рівня 2,50-6,80 доларів за кілограм до 1,40 долара за кілограм до 2030 року і навіть до 0,80 долара за кілограм до 2050 року (рис. 2.5).

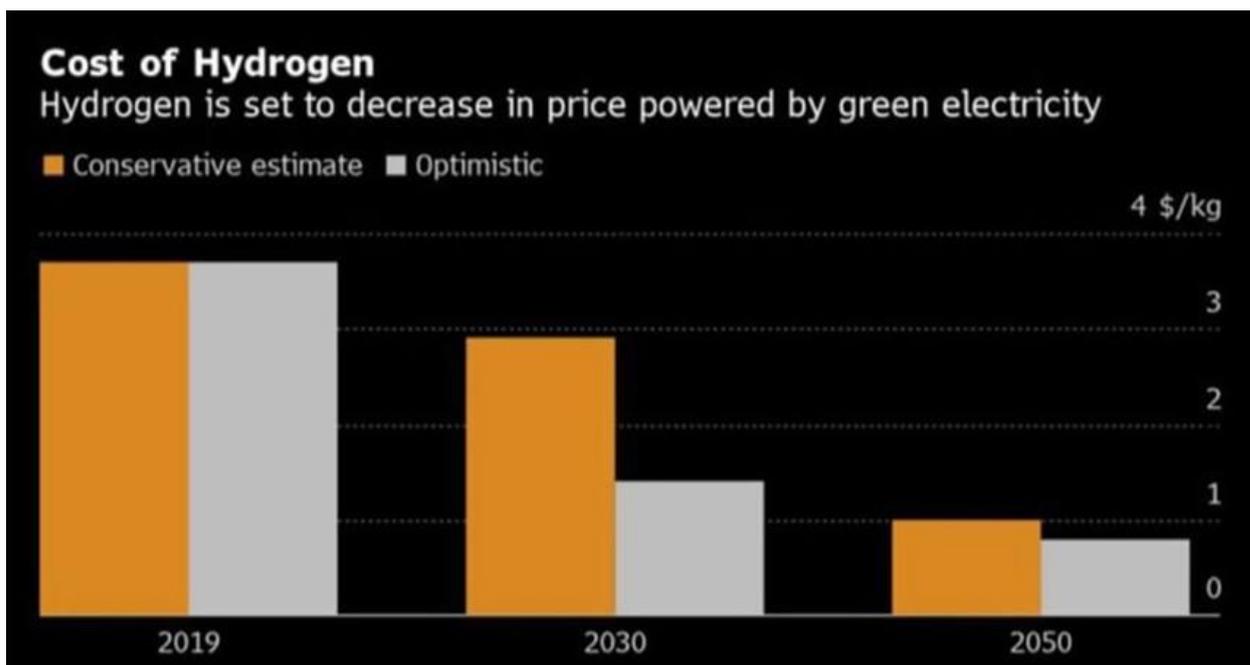


Рис. 2.5. Прогноз зміни цін на водень у 2030 та 2050 роках

*Джерело: [15]*

Собівартість водневих технологій може змінюватися в залежності від численних факторів, таких як технології виробництва, масштаб виробництва, доступність ресурсів та інші. Собівартість водневих технологій включає в себе витрати на виробництво водню, зберігання, транспортування та інфраструктуру.

Таблиця 2.2

Приведена собівартість водневих технологій

	Приведена собівартість	2018	2025
Виробництво зрідженого водню	Дол./кг	2,57-3,14	1,59-1,94
Стиснення і зберігання в	Дол./кг	0,48/0,34/0,38	0,41/0,26/0,27

цистернах (35/150/350 бар)			
Стиснення і зберігання в соляних печерах	Дол./кг	0,22-0,26	0,16-0,20

*Джерело: [15]*

У 2018 році виробництво зрідженого водню становило від 2,57 до 3,14 долара за кілограм. Вартість стиснення та зберігання в цистернах при різних тискових рівнях складала від 0,48 до 0,38 долара за кілограм, тоді як технологія стиснення та зберігання в соляних печерах коштувала від 0,22 до 0,26 долара за кілограм.

Протягом періоду до 2025 року прогнозується суттєве зниження вартості водню та його технологій. Вартість виробництва зрідженого водню зменшилася до діапазону від 1,59 до 1,94 долара за кілограм. Вартість стиснення та зберігання в цистернах при різних тискових рівнях зменшилася до відповідно 0,41, 0,26 та 0,27 долара за кілограм. Технологія стиснення та зберігання в соляних печерах тепер коштує від 0,16 до 0,20 долара за кілограм.

Ці зміни свідчать про значущий прогрес у сфері виробництва та технологій зрідженого водню, що може бути пов'язано з розвитком більш ефективних та економічно вигідних методів виробництва та зберігання водню.

### **2.3. Фінансові стимули для впровадження інновацій у морському транспорті України**

Необхідно відзначити, що в Україні існують всі передумови для розвитку системи внутрішніх водних сполучень як в період конфлікту, так і після його завершення. Наразі Міністерство інфраструктури України визначає можливості внутрішнього водного транспорту, зокрема: наявність трьох

судноплавних рік, дві з яких входять до ТОП-5 найбільших рік Європи; 16 річкових портів і терміналів; пропускна здатність до 60 млн тонн щороку. Загальна довжина судноплавних рік в Україні, використовуваних як водні шляхи, складає 2 241 км, з Дніпром як найважливішою водотранспортною магістраллю.

Повний перелік внутрішніх водних шляхів, що вважаються судноплавними, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 9 лютого 2022 року № 136, але не всі з них були включені до Стратегії розвитку внутрішнього водного транспорту до 2031 року. Зокрема, на початку 2022 року було запропоновано включити річку Дністер. Це сприятиме відновленню пасажирського та вантажного судноплавства, впровадженню протиаводкових, берегоукріплювальних заходів і робіт щодо захисту територій від затоплення. Басейн річки Дністер охоплює території трьох країн: Польщі, України та Молдови, що може стати частиною розвитку річкової мобільності між країнами та зменшити транспортне навантаження на автомобільні шляхи.

Спроектowana в Україні Стратегія розвитку внутрішнього водного транспорту до 2031 року враховує дві ключові сучасні тенденції - екологізацію транспорту та розумну мобільність, і відповідає усім чинним стандартам ЄС у сфері функціонування річкового транспорту. Вона передбачає впровадження інноваційних енергоефективних та екологічних технологій на внутрішніх водних шляхах, а також забезпечення відповідності річкового флоту екологічним стандартам ЄС. Припускається, що ця стратегія сприятиме оновленню флоту та річкової інфраструктури, а також зменшить їхній вплив на навколишнє середовище.

Згідно з оцінками Міністерства інфраструктури, новий Закон про внутрішній водний транспорт, який набув чинності з 1 січня 2022 року, дозволить збільшити вантажопотік до 30 млн тонн щороку і створити економічний ефект для держави у розмірі приблизно 13-16 млрд гривень щорічно [11]. Проте в умовах очікування прибутковості галузі важливо

враховувати, що на сьогоднішній момент актуальним є питання негайних заходів для податкового стимулювання річкових перевезень, будівництва та оновлення флоту і супутньої інфраструктури, субсидування розвитку логістики та забезпечення необхідних глибин на ріках, а також створення нових робочих місць та забезпечення безпеки перевезень відповідно до міжнародних стандартів.

Фактично, переваги внутрішнього водного транспорту важко переоцінити, але, зокрема в Україні, існують проблеми юридичного, управлінського та фінансового характеру, які вимагають негайного вирішення, зокрема після припинення активних бойових дій та під час повоєнної реконструкції та майбутнього вступу України до ЄС.

Розвиток зеленого морського транспорту в Україні є актуальним завданням, яке визначається потребою у справедливому та сталому розвитку, а також зменшенням впливу на навколишнє середовище. Зелений морський транспорт включає в себе використання енергоефективних та екологічно чистих технологій, спрямованих на зниження викидів парникових газів та інших негативних впливів на океанське середовище.

Україна, яка має велике узбережжя та важливі морські порти, може взяти лідерську роль у розвитку зеленого морського транспорту в регіоні. Однак для досягнення цієї мети необхідно значне інвестування в сучасні технології, інфраструктуру та екологічно чисті судна.

Залучення інвестицій у розвиток зеленого морського транспорту може стати каталізатором для створення конкурентоспроможного та сталого морського сектору, забезпечуючи не лише екологічну, але й економічну вигоду для країни. У цьому контексті важливо розглядати стратегії та заходи, які стимулюють інвестиції, сприяють впровадженню новітніх технологій та вдосконаленню інфраструктури, сприяючи тим самим переходу до зеленого морського транспорту.

Залучення інвестицій у розвиток зеленого морського транспорту в Україні є ключовим завданням для забезпечення сталого розвитку та

зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Деякі можливі кроки для привертання інвестицій у цю галузь включають:

1. Створення сприятливого інвестиційного клімату:

- встановлення прозорих та сприятливих для бізнесу правил та регуляцій;
- забезпечення неперервності та стабільності в інвестиційному середовищі;
- впровадження податкових пільг або стимулів для інвесторів у зелений морський транспорт.

2. Розвиток інфраструктури:

- великі інфраструктурні проекти, такі як розширення морських портів та розвиток сучасних терміналів;
- запровадження ефективної системи логістики та транспорту для забезпечення швидкого та безперебійного руху товарів.

3. Стимулювання використання екологічно чистих технологій:

- надання фінансових стимулів для переходу до екологічно чистих суден та сучасних технологій, таких як гібридні чи повністю електричні судна;
- розробка програм підтримки для інновацій в області зелених технологій у морському транспорті.

Впровадження фінансових заходів для стимулювання інновацій у морському транспорті України може призвести до низки значних переваг і позитивних змін в галузі.

По-перше, надання державних субсидій та грантів для досліджень та розробок в сфері морського транспорту стане ефективним інструментом стимулювання інновацій. Це надасть компаніям та науковим установам фінансову підтримку для реалізації новаторських ідей та технологій.

Податкові кредити для інноваційних проектів відіграють ключову роль у зменшенні фінансового тягаря для компаній. Зменшення податкового обов'язку стимулює бізнес до впровадження нових технологій та інновацій, сприяючи розвитку високотехнологічних галузей морського транспорту.

Залучення коштів з фондів Європейського союзу відкриває додаткові можливості для фінансування інновацій. Участь у програмах ЄС дозволяє Україні отримати доступ до додаткових ресурсів та знань, що сприяє ефективнішому розвитку та імплементації передових технологій.

Створення спеціальних фондів для інновацій та страхування ризиків є важливим аспектом фінансового стимулювання. Це дозволяє залучити інвестиції та зменшити фінансові ризики, пов'язані із впровадженням нових ініціатив та технологій.

Заохочення інноваційних закупівель шляхом встановлення пріоритетних умов для інноваційних рішень сприяє створенню ринку для нових технологій та сприяє їх швидкому впровадженню.

Загалом, фінансові заходи стимулювання інновацій в морському транспорті мають потенціал великим чином прискорити розвиток галузі, зробити її більш конкурентоспроможною та стійкою, і забезпечити Україні лідерство в сучасному та інноваційному морському транспорті.

Категорії інструментів фінансування “зелених” проектів:

- інструменти, через які здійснюється безпосереднє фінансування (акції, кредитні лінії, кредити та гранти);

- інструменти, які не передбачають безпосереднього фінансування, а можуть передати знання або зменшити ризики (гарантії та технічна допомога). Ще одним інструментом є гранти, які передбачають фінансування “без витрат” для розробника проекту і, на відміну від інвестицій в акції, право власності не передається.

Сильною стороною цього інструменту є його простота: інструмент доволі легко впровадити та ним керувати, оскільки крім моніторингу проекту немає інших поточних адміністративних витрат. Проте використання цього інструменту є найризикованішим для інвестора: вони часто обмежують контроль над використанням капіталу і немає можливості його повернення.

Гранти часто поєднуються з технічною допомогою для максимізації впливу інвестицій на ранніх стадіях проекту, а також передачі знань.

Глобальний екологічний фонд (Global Ecological Facility, GEF) є найбільшим у світі спонсором екологічних проектів. Від початку створення GEF надав понад \$19,2 млрд. грантової допомоги та залучив у якості співфінансування для понад 4 700 проектів у 170 країнах додатково \$101,4 млрд.

- інструменти, які використовуються задля залучення додаткових приватних коштів, які передаються до “зелених” проектів через один із зазначених вище інструментів (“зелені” облигації та структуровані фонди). Для країн, що розвиваються, серед необхідних для мобілізації приватного фінансування “зелених” інвестицій є гарантії.

Вони пропонуються за рахунок сплати гонорару та покривають ризики, такі як політичні, наприклад, експропріація, обмеження переказу валюти, війна чи громадянські заворушення, а також регуляторні зміни, як, наприклад, зниження стимулюючих тарифів. Часто гарантії виплачуються банкам-партнерам, дозволяючи останнім здійснювати кредитування “зелених” проектів. Недоліками гарантій є високі трансакційні витрати.

#### 4. Партнерство з приватним сектором:

- співпраця з приватним сектором для спільних інвестиційних проектів та партнерств;

- розробка публічно-приватних партнерств для сприяння інвестицій в розвиток зеленої морської інфраструктури.

#### 5. Участь у міжнародних програмах та фондах:

- активна участь в міжнародних ініціативах та програмах, спрямованих на розвиток сталого транспорту;

- залучення фінансової підтримки від міжнародних фондів та банків.

#### 6. Екологічні стандарти та сертифікація:

- встановлення строгих екологічних стандартів для суден та портової інфраструктури;

- сприяння сертифікації зелених суден та інших транспортних засобів.

Загальний успіх у залученні інвестицій вимагає співпраці між урядом, бізнесом та громадянським суспільством, а також активної участі у

міжнародних ініціативах з урахуванням глобальних тенденцій розвитку зеленого морського транспорту.

Упровадження інновацій у морському транспорті України вимагає комплексного підходу та ефективної системи фінансових стимулів для підтримки розвитку сучасних технологій та підвищення конкурентоспроможності галузі. Одним із ключових напрямків є створення системи субсидій та грантів для стимулювання досліджень та розробок в сфері морського транспорту. Державна підтримка інноваційних проектів через податкові кредити сприятиме зменшенню фінансового тягара для компаній, які активно впроваджують нові технології.

Залучення коштів з фондів Європейського союзу стане додатковим ресурсом для реалізації інноваційних ідей та модернізації інфраструктури морського транспорту. Створення спеціальних фондів для інновацій та страхування ризиків сприятиме залученню інвестицій і зменшенню фінансових ризиків. При цьому, акцент на стимулювання інноваційних закупівель та підтримка освіти в галузі морського транспорту буде сприяти впровадженню новітніх рішень та підготовці висококваліфікованих кадрів.

Загалом, вдосконалення фінансових механізмів та створення стійкого екосистеми для інновацій у морському транспорті стануть ключовими факторами, які дозволять Україні не лише доганяти світові стандарти в цій галузі, а й визначати її як лідера в сфері морської транспортної індустрії. Сприяючи впровадженню новітніх технологій та підтримуючи наукові дослідження, Україна відкриває шлях до стійкого розвитку свого морського транспорту, що відповідає вимогам сучасності та майбутнього.

## **РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПЕРЕВАГ ВІД РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ**

### **3.1. Значимість зелених інновацій для сталого розвитку морського транспорту**

Зелені інновації в морському транспорті можуть відігравати ключову роль у покращенні сталості та екологічної ефективності морського сектору України. Зелені інновації відіграють ключову роль у сприянні сталому розвитку, надаючи значний вплив на екологічні, соціальні та економічні аспекти сучасного суспільства.

Розвиток відновлюваної енергетики та зелених інновацій в морському секторі українською державою визначається як пріоритетна галузь політики, що відповідає глобальним тенденціям у розвитку енергетики.

Ці інновації спрямовані на розробку та впровадження новаторських технологій, продуктів, послуг та практик, які максимально зменшують негативний вплив на природне середовище та сприяють оптимальному використанню ресурсів.

Значення зелених інновацій полягає у їхній здатності змінювати парадигми споживання та виробництва, сприяючи переходу до більш екологічно збалансованого та ефективного способу функціонування суспільства. Ці інновації сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин, покращенню управління відходами, енергоефективності та використанню відновлювальних джерел енергії [17].

Зелені інновації сприяють сталому розвитку економіки, створюючи нові ринки, підприємства та робочі місця. Вони є катализатором для впровадження екологічно орієнтованих технологій, що допомагають зберегти природні ресурси та забезпечити екологічне функціонування морського та річкового транспорту.

Таблиця 3.1

Аналіз переваг у застосуванні зелених технологій  
для держави та для компаній

Для держави	Для компаній
<ul style="list-style-type: none"> <li>- зниження залежності транспортної газулі від зовнішнього постачання сировини і цінових коливань;</li> <li>- впровадження енерго- та ресурсозбережних технологій;</li> <li>- залучення прямих іноземних інвестицій;</li> <li>- покращення екологічної ситуації та збереження природних ресурсів;</li> <li>- формування позитивного «зеленого» іміджу країни.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зменшення питомих витрат на споживання ресурсів, палива;</li> <li>- модернізація флоту;</li> <li>- підвищення якості та конкурентоспроможності перевезень;</li> <li>- можливість користуватися державними пільгами;</li> <li>- підвищення гнучкості та готовності до змін у світі.</li> </ul>

*Джерело: розроблено автором*

Крім того, зелені інновації впливають на соціальні аспекти, сприяючи створенню стійкого способу життя, покращенню якості повсякденного життя та забезпеченню соціальної справедливості. Вони стимулюють відкритий обмін знань та співпрацю між галузями, що сприяє виникненню інноваційних рішень для глобальних проблем.

Економічні переваги полягають у раціональному використанні ресурсів. Впровадження інновацій дозволяє ефективно оптимізувати логістичні процеси, що призводить до зменшення витрат на паливо та матеріали. Крім того, інновації спрямовані на зниження викидів шкідливих речовин, що веде до зменшення вартості перевезень та витрат на екологічне відновлення.

Соціальні вигоди включають у себе забезпечення нових робочих місць та розвиток професійних можливостей для працівників морського транспорту. Заходи з захисту навколишнього середовища сприяють також збереженню морського біорізноманіття та підвищенню екологічної свідомості. Розширення інфраструктури портів та судноплавних ліній також вносить свій вклад у розвиток регіональних громад.

Концепція "зеленого" зростання, ґрунтована на знаннях та інноваціях, використанні енергоефективних виробничих ліній, впровадженні передових технологій, а також досягненні соціального та екологічного прогресу, слугує провідником до інклюзивного сталого розвитку не лише у високорозвинених країнах та країнах зі швидкозростаючими ринками, а й у більшості націй світу, Україна в тому числі.

Наступна хвиля інноваційних технологічних змін має бути націлена на ефективне використання природних ресурсів, зокрема енергетичних. Зміни у ресурсній базі виробництва та споживання повинні відбутися через використання нових матеріалів та відновлюваної енергетики. Розвиток, дозрівання, комерціалізація та введення новітніх технологій у виробництво та ринок відіграватимуть ключову роль у підвищенні продуктивності економіки та залученні додаткових джерел зростання [17].

Україні слід враховувати ці тенденції при подальшому розвитку морського транспорту та використанні відновлювальних джерел енергії. Впровадження новітніх технологій у цих сферах дозволить підняти ефективність використання енергії, зменшити вплив на природу та сприяти сталому розвитку.

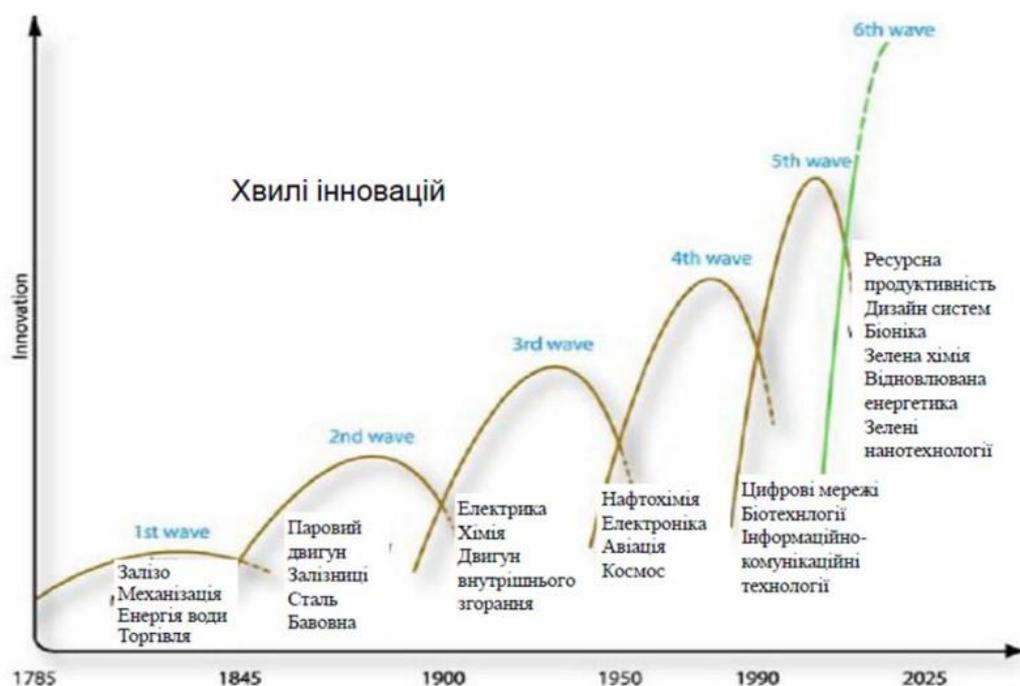


Рис.3.1. Наступна хвиля інноваційних технологічних змін має бути «зеленою»

*Джерело: [34]*

Світові тенденції "зеленого" підходу, що активно формувалися протягом останнього десятиліття в різних сферах громадського життя, все більш глибоко та широко впроваджуються в нашій країні.

Інвестиції у відновлювану енергетику визнаються економічною можливістю, якою сьогодні активно користуються багато інвесторів, зокрема в країнах, що розвиваються. Глобальні тенденції інвестування у потужності, які виробляють енергію з відновлюваних джерел (про них буде згадано нижче), свідчать про те, що інвестори готові вкладати значні суми, в сотнях мільярдів доларів, у розвиток відновлюваної енергетики з метою здійснення енергетичного переходу.

Прогнозується, що на водень і одержане з водню синтетичне паливо припадатиме 2% від загального попиту енергії у транспортній сфері у 2030 році, 13% – у 2040 році та 25% – у 2050 році. На жаль, темпи нарощування виробництва зеленого водню обмежені. Це паливо буде в дефіциті ще довгий час, тому “зелена” промислова політика повинна це враховувати.

Україна має значний природний потенціал для виробництва енергії з ВДЕ, що також дозволяє виробляти водень. Загальний потенціал середньорічного виробництва зеленого водню в нашій державі становить близько 505 млрд кубометрів. За прогнозами, за умови сприятливої державної політики, Україна здатна виробляти 1 млрд кубометрів відновлюваного водню до 2030 року, а до 2040 року цей показник може зрости до 5 млрд кубометрів [17].

Поки зелений водень не досягне комерційної привабливості, передбачається, що розбудова цього сектору буде стимулюватися на європейському та національному рівнях. Витрати на його виробництво в найближчі 10 років будуть зменшуватись, але питання щодо його транспортування та зберігання ще залишаються головним “пазлом”, який потрібно скласти. Зокрема, для подальшого прогресу необхідний розвиток мережі водневих заправних станцій

Узагальнюючи, зелені інновації є ключовим чинником для досягнення сталого розвитку, їхнє значення полягає в зміні підходів до виробництва, споживання та взаємодії людини з природним середовищем.

### **3.2. Прогнозування перспектив використання відновлюваних джерел енергії в українському морському секторі**

У морському секторі судна з паливними елементами знаходяться на етапі демонстраційних проєктів. Водневі паливні елементи також можуть використовуватися для заміни бортової та берегової енергетики для зменшення забруднюючих викидів та уникнення значних витрат на встановлення електричних з'єднань у гавані. Розвиток річкового транспорту, що забезпечує «зелені» перевезення, може мати значний вплив також на соціальний розвиток та навколишнє середовище України.

В Україні використання водню водним транспортом має свої перспективи. За підсумками 2022 року морський транспорт забезпечив 54% експортних перевезень України від загального обсягу експорту.

Зокрема, протягом останніх 5 років спостерігається збільшення обсягів перевезень товарів річковим транспортом, потенціал якого, використано не на повну потужність. Так, частка перевезень сільгосппродукції річковим транспортом зараз становить близько 7%. Потенціал річкового транспорту освоєно лише на третину, загалом він здатний досягти 20% з обсягом перевезень 10-12 млн. т. на рік.

Для нарощування обсягів перевезень є всі передумови, оскільки вартість перевезення товарів по річковому транспорту вигідніша порівняно з вартістю перевезень автотранспортом та залізницею. Обсяг експортних вантажів, перевезених морським транспортом, становив 53,86 млн т. На другому місці – залізниця (33,73 млн т, 33,5% від загального експорту), на третьому – автомобільний транспорт (12 млн т, 12%).

Сучасний річковий транспорт є найбільш екологічним нарівні із залізничним та автомобільним, що значно підвищує його конкурентоспроможність з огляду на останні тенденції екологізації ЄС та впровадження відповідних стандартів.

У 2018 році Дніпром було перевезено 9,9 млн т вантажів, що більш ніж удвічі перевищує показники 2013 року; обсяги вантажопотоку Південним Бугом становили 850 тис. т. За 2019 рік обсяг вантажопотоку на внутрішніх водних шляхах зріс на 19,1 % в порівнянні з 2018 роком (11,79 млн. т. вантажів).

Щоб порівняти вигідність трьох видів палива для морських суден (дизельне паливо, LNG газ та водень H<sub>2</sub>) у перспективі України, спробуймо розрахувати економічні показники на основі витрат на кожен вид палива та його ефективності. Для цього використаємо вхідні дані з таблиці, що надана:

Таблиця 3.2

## Характеристика різних видів палива

Вид палива	Од. вим.	Питома теплота згоряння			Еквівалент		
		кКал	кВт	МДж	Природний газ, м <sup>3</sup>	Диз. паливо, л	Мазут, л
Електроенергія	1 кВт/год	864	1,0	3,62	0,108	0,084	0,089
Дизельне паливо (солярка)	1 л	10300	11,9	43,12	1,288	–	1,062
Газ природний	1 м <sup>3</sup>	8000	9,3	33,50	–	0,777	0,825
Водень	1 м <sup>3</sup>	28700	33,2	120,00	3,588	2,786	2,959

*Джерело: розроблено автором*

1. Дизельне паливо:

- питома теплота згоряння: 43,12 МДж/л;
- одиниця виміру: літри;
- вартість за одиницю палива: вартість дизельного палива в Україні.

2. Природний газ (LNG):

- питома теплота згоряння: 33,50 МДж/м<sup>3</sup>;
- одиниця виміру: метри кубічні газу;
- вартість за одиницю палива: вартість LNG в Україні.

3. Водень (H<sub>2</sub>):

- питома теплота згоряння: 120,00 МДж/м<sup>3</sup>;
- одиниця виміру: метри кубічні газу;
- вартість за одиницю палива: вартість водню в Україні.

Додатково, для ефективного порівняння, можна врахувати витрати на транспортування, інфраструктуру для кожного типу палива, викиди CO<sub>2</sub> та інші екологічні аспекти. Також важливо врахувати ефективність конвертації палива в рухову енергію, оскільки від цього залежить реальна вигода від використання кожного виду палива.

Цей аналіз допоможе визначити, яке паливо може бути більш вигідним у конкретних умовах України з урахуванням вартості, енергетичної ефективності та екологічних факторів.

Конвертація палива в рухову енергію це ключовий аспект у визначенні ефективності палива. Щоб порівняти вигоду трьох видів палива для морських суден в Україні, ми також маємо врахувати витрати на транспортування, інфраструктуру та екологічні аспекти.

Спробуємо розрахувати ефективність кожного виду палива для морських суден, використовуючи питому теплоту згоряння і вартість за одиницю палива:

Дизельне паливо:

- питома теплота згоряння: 43,12 МДж/л;
- вартість за одиницю палива: 52,63 грн/л.

Природний газ (LNG):

- питома теплота згоряння: 33,50 МДж/м<sup>3</sup>;
- вартість за одиницю палива: 34,45 грн/м<sup>3</sup>.

Водень (H<sub>2</sub>O):

- питома теплота згоряння: 120,00 МДж/м<sup>3</sup>;
- вартість за одиницю палива: 56,61 грн/м<sup>3</sup>.

Для розрахунку реальної вигоди від використання кожного виду палива, ми також повинні врахувати витрати на конвертацію палива в рухову енергію та його ефективність.

Щоб розрахувати ефективність кожного виду палива для морських суден, треба порівняти їх енергетичну вартість на одиницю витраченого обсягу та їх вартість за одиницю. Для цього можна використати формулу ефективності, де ефективність - це співвідношення між корисною енергією, яку отримуємо, та вартість, яку витрачаємо на отримання цієї корисної енергії.

$$E = \frac{L}{P},$$

(3.1)

де L - питома теплота згоряння;

P - вартість за одиницю палива.

Для дизельного палива:

$$E = 43,12 \text{ МДж/л} / 52,63 \text{ грн/л} \approx 0,819 \text{ МДж/грн.}$$

Для природного газу (LNG):

$$E = 33,50 \text{ МДж/м}^3 / 34,45 \text{ грн/м}^3 \approx 0,972 \text{ МДж/грн.}$$

Для водню (H<sub>2</sub>O):

$$E = 120,00 \text{ МДж/м}^3 / 56,61 \text{ грн/м}^3 \approx 2,118 \text{ МДж/грн.}$$

Водень (H<sub>2</sub>), один із найпоширеніших хімічних елементів на Землі. Він є складовою води (H<sub>2</sub>O) і багатьох органічних сполук. Отже, його можна отримати з різних джерел, включаючи викопне паливо, біомасу та воду.

Виробництво водню може бути досягнуто за допомогою різних технологічних процесів, включаючи риформінг (паровий, парціальний окислений, авто термічний, плазмовий та у водній фазі), газифікацію, піроліз та електроліз води.

Більшість водню виробляється з копалин палива. Близько трьох чвертей світового попиту водень забезпечується парової конверсією метану з допомогою природного газу як вихідної сировини. Проте дешевизна виробництва водню з газу поєднується з великими викидами парникових газів. Електроліз з використанням відновлюваних джерел енергії може забезпечити виробництво чистого водню, проте нині його припадає лише 3,9% від загального світового виробництва водню.

У процесі виробництва водню шляхом електролізу, при якому вода розщеплюється на водень і кисень за допомогою електрики не утворюється CO<sub>2</sub> як побічний продукт. Розроблено різні способи синтезу водню у процесі електролізу води. Водень, отриманий за допомогою електролізу, названий зелений водень і є єдиною формою водню з практично без вуглецевим виробничим процесом.

Цей метод виробництва не новий, але витрати на виробництво зеленого водню значно вищі, порівняно з іншими способами його виробництва. Після отримання газоподібного водню його можна зберігати та транспортувати у

паливних баках. Однак, оскільки водень має дуже низьку щільність енергії, його необхідно значно стискати і охолоджувати, подібно до стиснення метану для виробництва зрідженого природного газу.

При зберіганні стиснутого водню виникають проблеми. Потрібен великий простір на судні для його зберігання. Також є проблемою тривалий період бункерування, характерний для газу з низькою щільністю. Для поромів на острів Окні було описано та оцінено безпеку системи заправки стисненим воднем. Однак у цьому проекті було обрано зберігання водню за 35 МПа, а не 700 МПа. Загальна установка бункера була розрахована на 2 МВт або 800 кг H<sub>2</sub> в день. Великим морським суднам для їх експлуатації потрібно кілька 100 тонн водню, а заправка з такою швидкістю займе кілька тижнів або дуже багато форсунок.

Це може бути варіантом для невеликих суден, таких як пороми, але для великих суден час, необхідний для завантаження та розвантаження всіх цих контейнерів, різко збільшує час заходу до порту. Перш ніж порти зможуть постачати кораблі достатньою кількістю рідкого водню, необхідно буде побудувати зовсім нову паливну інфраструктуру без досвіду поводження з рідким воднем.

В даний час його навіть не перевозять як товар океаном, хоча «Kawasaki» сподівається змінити це за допомогою свого поточного проекту «HySTRA». Розробка порту для рідкого водню, як і раніше, є серйозною проблемою, перш ніж рідкий водень можна буде використовувати в усьому світі як паливо. Розробка суден, що працюють на ЗПГ, може бути основою для використання водневих суден. Проте проблеми з водневими судами будуть ще серйознішими. Температура переходу в рідкий стан приблизно на 90°C нижча і щільність енергії також у 2 рази менша.

Потрібно зберігати зелений водень за більш низьких температур і при більших обсягах порівняно з ЗПГ. Паливо судна зазвичай ділиться кілька менших баків, але у кожному з цих баків водень випаровується, створюючи

частково заповнені водневі баки. У кожному з цих резервуарів можливе викиду рідкого водню, що, як наслідок, призводить до проблем із стійкістю корабля.

Ключовою перевагою водню перед іншими альтернативними видами палива є відносна простота модернізації кораблів існуючих водневими паливними елементами. Технологія паливних елементів може бути модернізована більшості кораблів. Було продемонстровано коефіцієнт корисної дії паливних елементів понад 60 відсотків, а за певних умов можливе коефіцієнт корисної дії понад 80 відсотків. Паливні елементи безшумні, не мають рухомих частин і легко масштабуються для великих кораблів, оскільки окремі елементи можна штабелювати. Електроліз води з використанням відновлюваних джерел енергії може забезпечити виробництво чистого водню.

Отже, за цими розрахунками, водень має найвищу ефективність серед цих трьох видів палива для морських суден, якщо розглядати співвідношення між питомою теплотою згоряння та вартістю за одиницю палива.

Так, водень має найвищу ефективність серед дизельного палива, природного газу та водню для морських суден, якщо розглядати співвідношення між питомою теплотою згоряння та вартістю за одиницю палива. Це означає, що при використанні водню на одиницю витраченого обсягу його ефективність вища порівняно з дизельним паливом та природним газом.

На даному етапі передбачається провести аналіз економічного аспекту використання різних видів пального. Почнемо з дизельного палива.

Для прикладу візьмемо умовний маршрут судна "Azzura" від порту Одеса до порту Стамбул для транспортування нафти.

Таблиця 3.3

## Техніко-експлуатаційні характеристики судна

Характеристика	Значення
Назва судна	Azzura

Тип судна	танкер
Тонажність	5500 т.
Швидкість	16,4 км/Г
Норма витрат пального на ходу	11 кг/км
Норма витрат пального на стоянці.	27 кг/Г

*Джерело: розроблено автором*

Важливо зазначити, що в даному прикладі відсутній баластний перехід. Виконаємо необхідні розрахунки для визначення планованого перевезення:

Відстань від Одеси до Стамбула становить 625 км.

Швидкість судна = 16,4 км/год.

Тривалість рейсу складається з часу стоянки в порту і часу переходу.

$$T_p = T_{ст} + T_x,$$

(3.2)

де  $T_{ст}$  - час стоянки в порту;

$T_x$  - час переходу.

$$T_{ст} = Q/N,$$

(3.3)

де  $Q$  – кількість вантажу;

$N$  – норма вантажних робіт.

Норма вантажних робіт в порту Одеса – 1500 т/доб., в порту Стамбул – 2000 т/доб.

$T_{ст} = 5500/1500 + 5500/2000 = 6,4$  доб. – планований час стоянки судна під обробкою в портах завантаження і вивантаження.

$$T_x = S/V,$$

(3.4)

де  $S$  – відстань переходу;

$V$  – швидкість судна.

$T_x = 625 \text{ км} / 16,4 \text{ км/год} = 38,1 \text{ год} = 1,58 \text{ доб.}$

$T_p = 6,4 + 1,58 = 8 \text{ доб.}$

Планований час рейсу судна складає 8 днів.

Розрахуємо витрати пального.

Визначимо планову витрату пального:

$$R_T = R_{ст} + R_x,$$

(3.5)

де  $R_{ст}$  – витрати пального на стоянці;

$R_x$  – витрати пального на ходу.

$$R_x = S * n,$$

(3.6)

де  $S$  – відстань переходу;

$n$  – норма витрат пального на ходу.

$R_x = 625 \text{ км} * 11 \text{ кг/км} = 6875 \text{ кг} = 6,88 \text{ т}$  – витрата дизельного пального на ходу.

$$R_{ст} = T_{ст} / n_{ст},$$

(3.7)

де  $T_{ст}$  – час стоянки;

$n_{ст}$  – норма витрати пального на стоянці.

$R_{ст} = 6,4 \text{ доб.} * 27 \text{ кг/год} = 153,6 \text{ год} * 27 \text{ кг/год} = 4147,2 \text{ кг} = 4,1 \text{ т}$  – витрата дизельного пального на стоянці в портах завантаження і вивантаження.

$R_T = 6,88 \text{ т} + 4,1 \text{ т} = 10,98 \text{ т}$  – планована витрата дизельного пального на рейс.

Визначимо вартість пального за рейс.

$$C = P \cdot R_T,$$

(3.8)

де  $P$  – ціна пального;

Ціна дизельного пального – 1422 доларів за тону. [14]

$$C = 10,98 \cdot 1422 = 15\,618,3 \text{ дол.} - \text{вартість дизельного пального за рейс.}$$

Замість дизельного палива виконаємо розрахунки для газу LNG, з урахуванням 12% збільшення витрати на літр порівняно з дизелем. Формули і розрахунки залишаються такими ж, змінюючи лише витрату пального на ходу та витрату пального на стоянці. Визначимо планову витрату пального природного газу (LNG).

Норма витрати пального на ходу для газу LPG складає:

$$n_{\text{LNG}} = 11 \text{ кг/км} \cdot 1.12 \text{ (12\% збільшення)} = 12,32 \text{ кг/км.}$$

$R_x = 625 \text{ км} \cdot 12,32 \text{ кг/км} = 7700 \text{ кг} = 7,7 \text{ т.}$  – витрата природного газу на ходу

Норма витрати пального на стоянці для газу LPG складає:

$$n_{\text{ст LNG}} = 27 \text{ кг/год} \cdot 1.12 = 30,24 \text{ кг/год.}$$

$R_{\text{ст}} = 6,4 \text{ доб.} \cdot 30,24 \text{ кг/год} = 153,6 \text{ год} \cdot 30,24 \text{ кг/год} = 4644,9 \text{ кг} = 4,6 \text{ т}$  – витрата природного газу на стоянці в портах завантаження і вивантаження.

$R_T = 7,7 \text{ т} + 4,6 \text{ т} = 12,3 \text{ т}$  – планована витрата дизельного пального на рейс.

Ціна природного газу – 931 долар за тону. [14]

$$C = 12,3 \cdot 931 = 11\,451,3 \text{ дол.} - \text{вартість пального за рейс.}$$

Таким чином ми бачимо зниження витрат, за рахунок використання іншого виду палива (вартість дизельного палива за рейс - вартість природного газу за рейс).

Тобто економічний ефект від заміни палива, складає:

$$E = C_{\text{диз.}} - C_{\text{LNG}}$$

(3.9)

$E = 15\,618,3 - 11\,451,3 = 4167$  дол. за рейс.

Також розрахуємо економічний ефект за рік:

$$E_p = E * n, \quad (3.10)$$

де  $n$  – кількість рейсів за поточний рік

Судно за рік здійснює 20 рейсів.

$E_p = 4167 * 20 = 83\,340$  дол. - економічний ефект за рік.

Потенційно водень можна використовувати як паливо для суден. Автори стверджують, що значне зниження витрат на виробництво водню з нульовим вмістом вуглецю очікується найближчими 10–15 роками завдяки розвитку глобальної водневої економіки.

В проектах суден використовується концепція сукупної вартості володіння усіх оцінених варіантів палива і технологій з певними траєкторіями ціни паливо. Ці витрати, що оцінюються протягом 20-річного терміну служби, призначеного кожному судну, складаються з капітальних та експлуатаційних витрат (CAPEX та OPEX) та витрат на паливо, які є найважливішою змінною.

Хоча докладні результати є конфіденційними, основне посилення для сьогоденних новобудов полягає в тому, що скраплений природний газ (СПГ) в даний час є найбільш економічно привабливим паливом та паливною технологією, доступною для скорочення викидів парникових газів. Це відображає результати аналогічного моделювання для танкера Panamax в останньому прогнозі DNV до 2050 року.

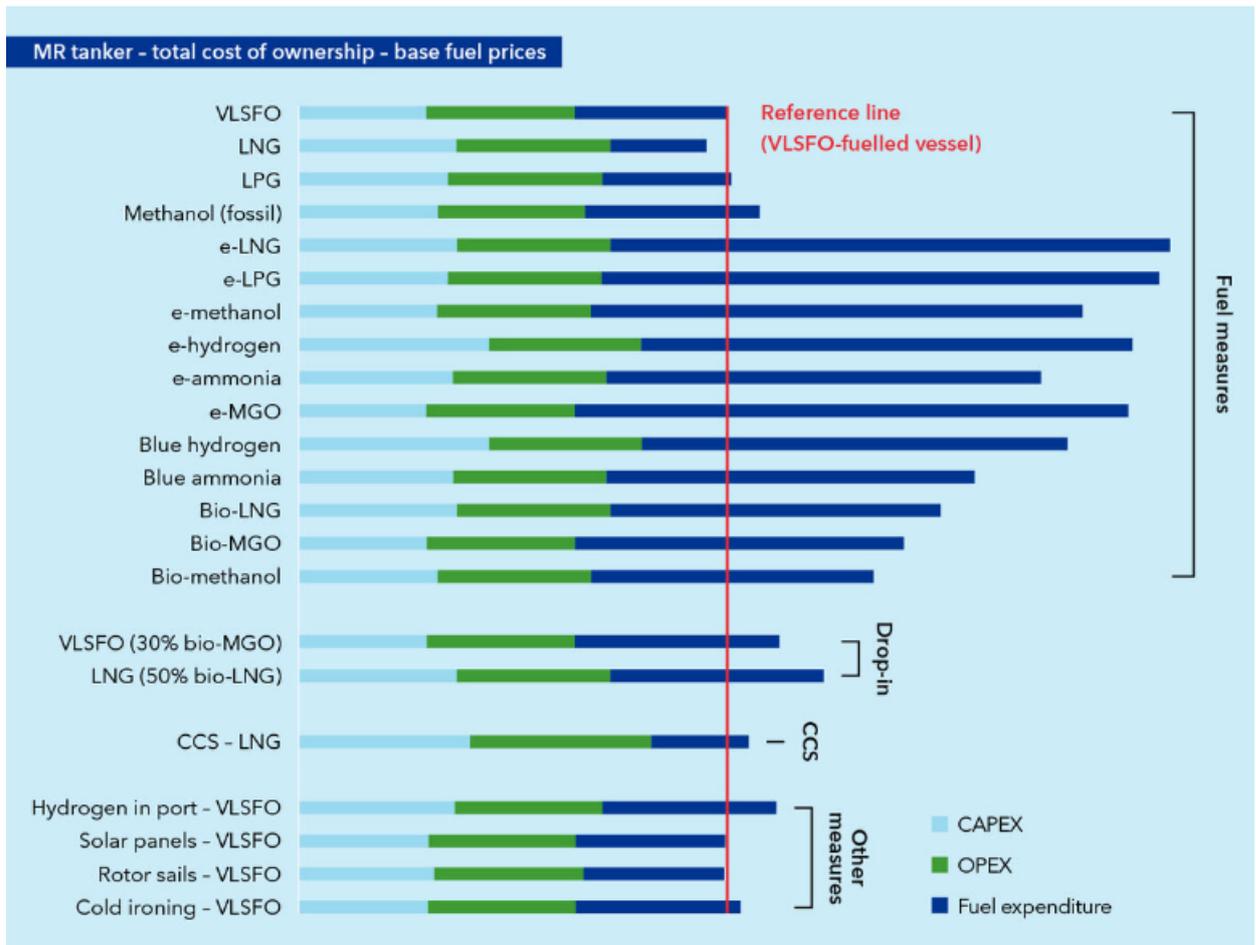


Рис. 3.2. Прогноз витрат на паливо при володінні танкером Panamax

Джерело: [13]

Повна вартість володіння танкером середньої дальності (MR) з різними варіантами палива та технологій. Показані результати можна застосовувати для цін на базове паливо.

Основні висновки, що стосуються довкілля:

1. Серед видів палива, широко доступних сьогодні, у СПГ найнижчий показник CO<sub>2</sub>-екв. викиди
2. Заходи щодо енергоефективності (вітер, сонце, водень у портах, холодне прасування) можуть знизити викиди на 15–20%
3. Після 2035-2040 років при сучасних технологіях будуть потрібні альтернативні низьковуглецеві види палива для задоволення амбіцій ІМО щодо скорочення вуглецевої місткості.

Основні висновки, що стосуються фінансового боку

1. LNG та енергоефективні технології, такі як роторні вітрила, значно скорочують викиди парникових газів – до 20% для LNG – і водночас є комерційно привабливими

2. Зниження викидів CO<sub>2</sub>-екв. викиди з альтернативними низьковуглецевими видами палива мають власну ціну. Діапазон додаткових витрат широко варіюється, але може бути значним і залежати від динаміки цін на паливо.

Щоб пристосуватися до впроваджень ІМО щодо скорочення викидів парникових газів на 50% (порівняно з 2008 роком) до 2050 року, альтернативні види палива будуть відігравати важливу роль. Серед цих видів палива немає явного переможця, і всі варіанти пов'язані з невизначеностями, будь то технічні характеристики, безпека чи доступність.

У сценаріях без впроваджень з декарбонізації переважають мазут із дуже низьким вмістом сірки, судновий газойль та LNG. Але в двох інших варіантах до 2050 різні види вуглецево-нейтрального палива займатимуть від 60% до 100% частки ринку.

Викопний LNG займатиме значну частку ринку доти, доки правила не будуть посилені в 2030 або 2040 році.

Судна, для виконання нових вимог, можуть переходити на менш високосіркові або взагалі безсіркові види пального, такі як синтетичне паливо, LNG або водень. Це може стимулювати розвиток нових технологій та інфраструктури для виробництва та постачання таких видів пального.

Таким чином, необхідно спланувати шляхи переходу до палива, щоб підготувати перехід до низьковуглецевих видів палива в майбутньому, а сьогодні впроваджувати більш екологічні рішення, які вже доступні. Такі шляхи можуть включати заміну палива або підготовку проектів для більш легкої модернізації в майбутньому.

### **3.3. Економічні переваги від використання інноваційних стратегій на прикладі водневих на морському транспорті України**

Використання водню для глобальної трансформації енергетики стикається із кількома суттєвими труднощами. В даний момент водень практично вилучається з газу та вугілля, що спричиняє додаткові викиди вуглекислого газу. Важливо збільшити виробництво, використовуючи зелену електроенергію, щоб зменшити негативний вплив на довкілля.

Ще однією проблемою є високі витрати на виробництво водню з джерелами низького вмісту вуглецю. Проте, проведений аналіз міжнародних експертів свідчить, що до 2030 року вартість виробництва водню з використанням відновлюваної електроенергії може зменшитися на 30%, завдяки зниженню витрат на відновлювані джерела енергії та масовому впровадженню технологій виробництва водню.

Додатковим викликом є обмеження, накладені існуючими законодавчими та технічними нормами на розвиток виробництва зеленого водню. Необхідна міжнародна стандартизація вимог безпеки транспортування та зберігання великих обсягів водню, а також оцінка впливу на довкілля.

Повільний розвиток водневої інфраструктури також гальмує широке використання водневих технологій. Це обумовлено недостатньою кількістю заправних станцій та іншими факторами, що впливають на ціни на водень для споживачів. Успішне подолання цих труднощів може відкрити шлях до більш широкого впровадження екологічно чистих енергетичних рішень на основі водню [16].

Використання водню представляє собою зручну альтернативу для довготривалого зберігання великих обсягів електроенергії на періоди, що можуть тривати дні, тижні та місяці. Водневе паливо, яке може перебувати у формі стиснутого газу, аміаку чи синтетичного метану, здатне зберігатися на тривалий час у сховищах обмежених лише їхніми розмірами. Це сприяє

ефективному використанню електроенергії, отриманої з відновлюваних джерел.

Втім, формування рентабельного та добре регульованого ринку послуг зберігання енергії залишається складним завданням через порівняно високі витрати на подвійне перетворення енергії. Необхідно врахувати витрати на виробництво сонячної та вітрової енергії, особливо на територіях із високим потенціалом відновлюваних ресурсів, і впровадження ефективних електролізерів великої потужності може сприяти зниженню цих витрат. Таким чином, водень може стати економічно вигідним джерелом навіть при врахуванні витрат на транспортування та розподіл енергії з віддалених джерел до кінцевих споживачів.

Невдовзі можливо очікувати зміни в даній області завдяки зменшенню витрат на виробництво сонячної та вітрової енергії, особливо на територіях з високим потенціалом відновлюваних ресурсів, а також завдяки впровадженню потужних електролізерів. Важливою умовою для масштабного впровадження водневих технологій є міжнародне співробітництво, яке охоплює технічні розробки, інвестиції в масштабні проекти, розроблення стандартів і нормативів, а також створення глобальної інфраструктури для зберігання та транспортування водню. Також важливо сприяти розвитку спільного ринку технологій, обладнання та водневої продукції.

Впровадження технологій на основі водню в усьому світі знаходиться на початкових етапах. Якщо існують конкретні прогалини та недоліки в чинних нормах та стандартах, їх слід усунути перед проведенням гармонізації та адаптації цих технологій в Україні. Гармонізація стандартів, які діють в Європейському Союзі, сприятиме використанню найкращих практик на внутрішньому ринку та створить умови для розвитку зрозумілого експортного ринку.

Застосування технологій, пов'язаних зі змішуванням водню з природним газом у газотранспортних системах, які перебувають на стадії випробувань, повинно залучити особливу увагу при формуванні нормативної бази. Україна

повинна активно брати участь у розробці та адаптації міжнародних правил сертифікації та визначення походження зеленого водню. Це включає співпрацю з авторитетними міжнародними та/або європейськими організаціями для забезпечення необхідного рівня довіри та швидкої імплементації цих стандартів в Україні.

Розвиток екологічно відповідального морського транспорту вимагає комплексного підходу та стратегій, спрямованих на забезпечення сталості та зменшення негативного впливу на морське середовище. Ось кілька рекомендацій та перспектив для розвитку цієї галузі:

Впровадження відновлюваних джерел енергії визначається як один із ключових аспектів. Заохочення та підтримка переходу до використання сонячних панелей, вітрових генераторів та гібридних систем енергозабезпечення становлять крок до зменшення використання традиційних паливних та сприяють зменшенню викидів та впливу на атмосферу.

Розробка та впровадження інтелектуальних технологій та систем штучного інтелекту стають стратегічними кроками для підвищення ефективності управління судновими операціями та визначення оптимальних маршрутів. Впровадження автоматизованих систем управління може допомогти уникненню аварій та підвищити загальний рівень безпеки на морі.

Застосування передових технологій для попередження аварій та забезпечення безпеки на морі визначається як пріоритетний напрямок. Системи виявлення загроз та автоматизовані засоби управління можуть значно зменшити ризики та підвищити загальний ступінь безпеки суден.

Надання фінансової та науково-технічної підтримки для досліджень та розробок у сфері екологічно відповідального морського транспорту є важливим етапом. Сприяння ініціативам у галузі новітніх технологій та інновацій, спрямованих на зменшення викидів та оптимізацію процесів, може прискорити покращення екологічної ефективності [16].

Необхідно внести корінні зміни в діловий клімат України в цілому, зокрема, для створення сприятливого інвестиційного середовища в

енергетичному секторі. Це включає встановлення принципу верховенства права, введення незалежного, постійного та ефективного нагляду в сфері конкуренції та швидке впровадження умов ринкового ціноутворення.

Розвиток міжнародних стандартів та нормативів стає критичним для підтримки сталого розвитку у морському транспорті. Залучення урядових та міжнародних організацій до створення ефективної регуляторної бази сприятиме створенню умов для розвитку та впровадження екологічно відповідальних технологій.

Розвиток програм екологічної освіти та підвищення свідомості серед моряків, логістичних менеджерів та фахівців морської галузі має велике значення для формування екологічно свідомого підходу до морських перевезень. Забезпечення доступу до інформації про вплив морського транспорту на навколишнє середовище та публічної участі може сприяти створенню більш відповідальної та свідомої громадськості.

Для швидкого впровадження водневих технологій в Україні, важливо використовувати зацікавленість країн Європейського Союзу у запуску електролізерів потужністю 10 ГВт для виробництва зеленого водню. Також слід створити умови для запуску інвестиційних проектів у сферах виробництва, транспортування, зберігання та використання зеленого водню. Важливо зауважити, що бізнес не має потреби в субсидіях або державному фінансуванні, але йому необхідні прозорі, чіткі та стабільні умови, що дозволяють планувати довгострокову перспективу.

На початковому етапі (до 2025 року) для цього важливо реалізувати такі заходи:

- створення умов для верховенства права, поваги законів та безупередженого функціонування правоохоронної та судової системи;
- формування прозорих енергетичних ринків, зокрема ринку водневих технологій;
- інтеграція української енергетичної інфраструктури та регуляторно-законодавчої бази в ЄС;

- як член Енергетичного Співтовариства, Україна повинна проводити спільну регуляторну політику з ЄС, удосконалюючи законодавство енергетичного сектору та гармонізуючи нормативну базу водневого сектору;
- формування програм інвестиційних проектів, які відповідають цілям стратегії та державним пріоритетам, з урахуванням інтересів бізнесу та споживачів;
- прогресивна система освіти, яка забезпечує країну висококваліфікованими кадрами.



Рис.3.3. Заходи щодо швидкого впровадження водневих технологій в Україні

*Джерело: розроблено автором*

Узагальнюючи вищевикладене, важливо визначити, що впровадження водневих технологій у морський транспорт України стикається з рядом важливих проблем, але може стати ключовим кроком у напрямку сталого розвитку та зменшення викидів.

Проблеми включають в себе високі витрати на водневу інфраструктуру, відсутність стандартів та регуляторних механізмів, а також потребу у

докорінній модернізації судноплавства та існуючої інфраструктури. Однак зростаюча зацікавленість країн ЄС у використанні зеленого водню та підтримка міжнародних екологічних ініціатив створюють унікальні можливості для України.

Отже, при вдалих стратегічних рішеннях та комплексному підході, Україна має всі можливості стати лідером у впровадженні водневих технологій у морський транспорт, сприяючи при цьому сталому розвитку та збереженню екологічної чистоти морського середовища.

## ВИСНОВКИ

У сучасному світі стало важливою тенденцією спрямування розвитку технологій у напрямку, що враховує потреби планети та висуває на передній план принципи сталого розвитку. Особливо актуальною стає проблема впровадження зелених інновацій у сферу морського транспорту, яка традиційно вважається однією з основних складових глобальної торговельно-транспортної системи.

Однією з ключових аспектів цього напрямку є використання відновлюваних джерел енергії. У зв'язку з ростом світового споживання енергії та обмеженістю традиційних джерел, зелені технології у морському транспорті стають необхідністю для забезпечення ефективності та екологічної безпеки.

Однією з перспективних галузей є використання сонячних батарей та вітряних турбін на судах. Це не лише дозволить зменшити залежність від традиційних джерел енергії, але і значно знизить викиди шкідливих речовин у атмосферу. Крім того, розробка енергоефективних систем та технологій забезпечить значний економічний ефект для судновласників через зменшення витрат на паливо.

У першому розділі дослідження були розглянуті ключові аспекти інновацій у морському транспорті, охоплюючи економічний потенціал відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), взаємозв'язок між економічною та екологічною системами, а також вплив інтелектуальних систем та автоматизації на оптимізацію роботи морського транспорту.

Зазначено, що використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні та вітрові технології, не лише відкриває перспективи для зменшення енергетичної залежності, але й знижує негативний вплив на навколишнє середовище, сприяючи сталому розвитку морського транспорту.

Досліджено взаємозв'язок між економічною та екологічною системами у контексті морського транспорту, визначено, що ефективність та сталість цієї

галузі вимагають гармонійного злагодження економічних і екологічних показників.

Зазначено, що інтелектуальні системи та автоматизація грають ключову роль у покращенні ефективності та безпеки морського транспорту. Впровадження сучасних технологій дозволяє оптимізувати роботу суден, підвищує точність навігації та сприяє автоматизації процесів, що є важливими чинниками для конкурентоспроможності та сталого розвитку галузі.

Отже, перший розділ дослідження дав обширний огляд інноваційних аспектів морського транспорту, наголошуючи на їхньому економічному потенціалі, взаємозв'язку з екологічними системами та важливості інтелектуальних систем для оптимізації функціонування суден.

У другому розділі було розглянуто світовий досвід та фактори впливу на використання інновацій в різних країнах. Запевняючи важливість інновацій в розвитку свого суспільства та господарства, країни Швейцарія, Сінгапур і Німеччина стали яскравими прикладами успішного використання новаторських підходів у різних галузях.

Контроль над викидами та забрудненням є важливою ініціативою, спрямованою на збереження природних ресурсів, підтримку сталого розвитку та охорону навколишнього середовища. Основна мета - зменшити негативний вплив транспорту та його співпраці на атмосферу, водні ресурси та ґрунт, щоб забезпечити здоров'я людей та екосистем.

Було охарактеризовано, яку роль міжнародна морська організація (ІМО) відіграє у регулюванні та покращенні роботи морського транспорту. ІМО є спеціалізованою агенцією Організації Об'єднаних Націй і відповідає за встановлення стандартів та правил, які стосуються безпеки судноплавства, захисту навколишнього середовища та ефективності морського транспорту.

Були розглянуті емісійні норми є вимоги ІМО щодо сірки в складі судовому паливі та способи адаптації різних компаній морського сектору. Відповіддю стало впровадження скубберів, а деякі судноверфі пішли іншим

шляхом і протягом останніх кількох років випускають судна, що застосовують LPG і LNG палива.

Після аналізу флоту та замовлень на заводах, виявлено, що на сьогодні менше 1% існуючого світового парку суден працює на альтернативних видах палива, тоді як 10% суден замовляються з альтернативними паливними системами.

Таким чином, зелені інноваційні технології у морському транспорті та використання відновлюваних джерел енергії мають величезний потенціал для зростання ефективності та зниження негативного впливу на довкілля. Це відкриває нові перспективи для розвитку транспортної системи, що враховує потреби сучасності та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Також у другому розділі наведені фінансові стимули для впровадження інновацій у морському транспорті України, такі як державні гранти та субсидії, податкові пільги, створення інноваційних фондів, стратегічні партнерства з приватним сектором та підтримка освіти та навчання.

Ці фінансові стимули можуть сприяти створенню сприятливого середовища для інновацій у морському транспорті та підтримати перехід до більш сталого та ефективного розвитку цієї галузі в Україні.

Третій розділ містить інформацію про значення інновацій для сталого розвитку та прогнозування перспектив використання відновлюваних джерел енергії в українському морському секторі. Зелені інновації відіграють ключову роль у сприянні сталому розвитку, надаючи значний вплив на екологічні, соціальні та економічні аспекти сучасного суспільства.

Розглянуто характеристику різних видів палива за економічною та енергетичною ефективністю, з якої можна зробити висновки, що самий енерго-ефективний вид палива це водень, але економічна ефективність вища у LNG палива. Причина в тому, що вартість водня значно вища, ніж ціни на традиційні види палива, які ми звикли використовувати. Однак, відповідно до наукових досліджень, витрати на виробництво відновлюваного водню можуть значно

знизитися від поточного рівня 2,50-6,80 доларів за кілограм до 1,40 долара за кілограм до 2030 року і навіть до 0,80 долара за кілограм до 2050 року.

Вартість водневих технологій може коливатися в залежності від різноманітних факторів, таких як методи виробництва, обсяг виробництва, наявність ресурсів і інші аспекти. Вартість водневих технологій включає витрати на виробництво водню, його зберігання, транспортування та розвиток інфраструктури.

У пункті "Проблеми та стратегії впровадження водневих технологій у морський транспорт України" виявлено ключові виклики, які стоять перед глобальним впровадженням водневих технологій у морському транспорті та визначено можливі стратегії для їх вирішення.

По-перше, важливо врахувати, що поточний метод виробництва водню, який в основному базується на газі та вугіллі, призводить до надмірних викидів вуглекислого газу. Однак збільшення виробництва, використовуючи зелену електроенергію, може сприяти зменшенню негативного впливу на довкілля.

Друга проблема полягає у високих витратах на виробництво водню з джерелами низького вмісту вуглецю. Аналіз міжнародних експертів вказує на можливість зниження вартості виробництва до 2030 року на 30%, завдяки зниженню витрат на відновлювані джерела енергії та масовому впровадженню технологій.

Третім важливим аспектом є існуючі обмеження, пов'язані з законодавчими та технічними нормами, що регулюють виробництво зеленого водню.

На основі розгляду зазначених аспектів можна визначити, що Україна має великий потенціал для становлення лідера в галузі інновацій у морському транспорті, зокрема шляхом активного впровадження зелених технологій та створення сприятливого економічного та правового середовища.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Курс лекцій 2023-ЕММ-102: Fundamental Maritime Economics and Maritime Law. URL: <https://pgdelearning.wmu.se/course/view.php?id=63&section=1>
2. Flagships-project-deploy-two-hydrogen-vessels. URL: <https://www.fch.europa.eu/news/flagships-project-deploy-two-hydrogen-vessels>
3. Will Mathis and James Thornhill. Hydrogen's Plunging Price Boosts Role as Climate Solution.. Bloomberg NEF. 2019. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-21/cost-of-hydrogen-from-renewables-to-plummet-next-decade-bnef>
4. Офіційний сайт «Sky Sails Power». URL: <https://skysails-power.com/>
5. Офіційний сайт «Eco marine power». URL: <https://www.ecomarinepower.com/en/>
6. Офіційний сайт «NYK Super Eco-Ship». URL: <https://www.nyk.com/english/esg/envi/ecoship/>
7. Офіційний сайт «Wartsila». URL: <https://www.wartsila.com/>
8. Біляков В.Г. До питання про правовий статус морських автономних апаратів// Євразійська інтеграція: економіка, право, політика. 2021. № 1. С. 62 – 67.
9. Офіційний сайт «STX Eoseas». URL: <https://www.ship-technology.com/projects/eoseas-concept-cruise-ship/?cf-view>
10. Ключев В.В. Правове регулювання використання автономних судів.// Держава та транспорт. 2018. №5 (78). С. 13 – 15.
11. Інновації в Україні та в світі URL: <http://angio-veritas.com/innovatsiji/innovatsii-vukrajini-ta-v-sviti>
12. Офіційний сайт порту Гамбург. URL: <http://beiunsinhamburg.de/>
13. Офіційний сайт «DNV». URL: <https://afi.dnvgl.com/Statistics>
14. Офіційний сайт «Yahoo finance». URL: <https://uk.finance.yahoo.com/>

15. Вілл Матіс і Джеймс Торнхілл. Падіння цін на водень підвищує популярність рішення для боротьби з кліматом. Bloomberg NEF. 2019. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-21/cost-of-hydrogen-fromrenewables-to-plummet-next-decade-bnef>
16. План заходів з реалізації Стратегії розвитку внутрішнього водного транспорту України до 2031 року. URL: <https://mtu.gov.ua/news/32856.html>
17. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. No 430-р. Офіційний вісник України. 2018. No 52. Ст. 1848.2.
18. Морська доктрина України на період до 2035 року, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 07.10.2009 р. No 1307 (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 18.12.2018 р. No 1108). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-п#Text3>
19. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11.07.2013 р. No 548-р (в редакції розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2020 р. No 1634-р). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-р#Text4>
20. Про внутрішній водний транспорт: Закон України від 03.12.2020 р. Офіційний вісник України. 2021. No 4. Ст. 201.5.
21. В Украине вступил в силу закон «О внутреннем водном транспорте». URL: <https://cutt.ly/PZeOUd6>
22. Стратегія розвитку внутрішнього водного транспорту України на період до 2031 року. URL: <https://mtu.gov.ua/news/33077.html6>
23. План заходів з реалізації Стратегії розвитку внутрішнього водного транспорту України до 2031 року. URL: <https://mtu.gov.ua/news/32856.html>
24. На шляху до зеленого зростання: моніторинг прогресу в Україні. URL: <http://www.rac.org.ua/uploads/content/100/files/ggiukrainefinal.pdf>

25. Zero-emission operations in offshore construction market URL: <https://ulstein.com/news/2019/zero-emission-operations-in-offshore-construction-market>.
26. Офіційний веб-сайт «Sinot» URL: <http://www.sinot.com>
27. The hydrogen-powered superyacht concept radically different market – URL: <https://www.imperial-yachts.com/news/sinot-presents-112m-superyacht-project-aqua>.
28. Flagships-project-deploy-two-hydrogen-vessels URL: <https://www.fch.europa.eu/news/flagships-project-deploy-two-hydrogen-vessels>.
29. Benmenni M. (in press). Hydrogen perspectives у світі та в Україні. International Journal of Global Environmental Issues. URL: <http://dx.doi.org/10.1504/IJGENVI.2021.10040427>
30. Кудря С.А. Відновлювані джерела енергії. Київ. Інститут поновлюваної енергетики НАН України. 2020. 392с. URL: [https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia\\_final\\_21.12.2020.pdf](https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf)
31. Will Mathis and James Thornhill. Hydrogen's Plunging Price Boosts Role як Climate Solution.. Bloomberg NEF. 2019.
32. Кудря С.А., Іванченко І.В., Петренко К.В., Кармазін А.А., Антон А.А., Рєпкін А.А. Вартість виробництва водню за допомогою електролізу. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті. Матеріали XXI міжнародної науково-практичної конференції. – м. Київ, 2021 р. – С. 329-334.
33. Green hydrogen cost reduction. 2020. URL: <https://irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction>
34. The Future of Industry in Asia NCS 2009/ Manila International Conference on Green Industry Asia. Sept. 2009.
35. Офіційний сайт GreenPort. URL: <https://www.portstrategy.com/greenport/>
36. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: Курс лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка» / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 304 с.

37. RESOLUTION MEPC.304(72) (adopted on 13 April 2018) INITIAL IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS. – IMO. – London. 2018. 13 p.

38. Воднева стратегія України: проект / Інститут поновлюваної енергетики НАН України. Київ, 2021. 91 с.

39. Морський фрахт в будь-яку точку світу. Cargo greymar. URL : [https://greymar.com.ua/ua/morskoj\\_fraht/](https://greymar.com.ua/ua/morskoj_fraht/)

## Анотація

Кваліфікаційна магістерська робота присвячена дослідженню інноваційних технологій у морському транспорті та їх впливу на ефективність перевезень. Робота складається з трьох розділів, кожен з яких детально розглядає конкретний аспект інновацій в морському транспорті.

В першому розділі розкриває тему зелених інноваційних технологій у морському транспорті та використання відновлюваних джерел енергії. Аналізується перспектива застосування водню у морському транспорті та інноваційне автономне судноплавство.

В другому розділі досліджено світовий досвід та фактори, що впливають на використання інновацій у різних країнах. Здійснює аналіз зменшення витрат та економічної ефективності на морському транспорті завдяки інноваційним рішенням. Досліджується питання фінансових стимулів для впровадження інновацій у морському транспорті України.

В третьому розділі аргументовано визначає значущість зелених інновацій для сталого розвитку морського транспорту. Проводить порівняльну характеристику джерел енергії в українському морському сегменті та аналізує економічні переваги від використання інноваційних стратегій на прикладі водневих технологій у морському транспорті України.

Результати даної роботи можуть бути використані як джерело інформації для фахівців у сфері морського транспорту, а також внести вагомий внесок у розробку стратегій використання інновацій для підвищення ефективності морських перевезень.

**Ключові слова:** інновації, морський транспорт, зелені технології, відновлювані джерела енергії, економічні переваги.

## Annotation

The qualification work is dedicated to the exploration of innovative technologies in maritime transport and their impact on transportation efficiency. The thesis comprises three chapters, each meticulously examining a specific aspect of innovation in maritime transport.

In the first chapter, the focus is on green innovative technologies in maritime transport and the utilization of renewable energy sources. The perspective of hydrogen application in maritime transport and innovative autonomous navigation are analyzed in detail.

The second chapter delves into global experience and factors influencing the adoption of innovations in different countries. An analysis of cost reduction and economic efficiency in maritime transport through innovative solutions is conducted. The thesis also explores financial incentives for the implementation of innovations in maritime transport in Ukraine.

The third chapter substantiates the significance of green innovations for the sustainable development of maritime transport. A comparative analysis of energy sources in the Ukrainian maritime segment is performed, and economic advantages of employing innovative strategies, exemplified by hydrogen technologies in Ukrainian maritime transport, are examined.

The findings of this work can serve as a valuable source of information for professionals in the maritime transport industry and contribute significantly to the development of strategies for the use of innovations to enhance the efficiency of maritime transportation.

**Keywords:** innovations, maritime transport, green technologies, renewable energy sources, economic benefits.