

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ МОРСЬКИХ ПОРТІВ: ПРОЄКТИ ТА ІНІЦІАТИВИ

Д.М. Решетков¹, Н.Л. Павлова²

¹к.т.н., доцент, професор кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-7281-962X

²к.т.н., доцент кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-7528-2370

Анотація

Вступ. Порти представляють собою важливі логістичні центри, що впливають як на морський сектор, так і на міста. Дії щодо їх декарбонізації можуть мати вирішальне значення для стимулювання змін в інших сегментах морського сектора та, у свою чергу, мінімізувати вплив їх діяльності на навколишнє середовище у містах та їх околицях. Дослідження та проєкти, що присвячені вивченню проблем декарбонізації спрямовані на скорочення викидів вуглецю, використання поновлюваних джерел енергії, оптимізацію витрат і продуктивності, впровадження технологій інтелектуального управління, створення відповідної нормативно-правової бази. Знання та застосування передового світового досвіду у галузі портового сектору сприятиме його стійкому розвитку в Україні. Метою статті є огляд проєктів та ініціатив з декарбонізації морських портів, визначення основних напрямків зазначеного процесу. Результати. У статті проаналізовано основні проєкти з декарбонізації морських портів та передову практику в галузі соціальної та екологічної стійкості в портовому секторі. В результаті аналізу, визначено основні напрями, які призведуть до зневуглецювання портів і навколишніх територій та сприятимуть процесу перетворення портів у центри зневуглецювання. Встановлено ключеві фактори, визначено можливості для портів України внаслідок їхньої декарбонізації. Висновки. У цій статті визначено, що ключовими факторами, що сприяють декарбонізації морських портів, є: використання відновлюваних ресурсів, оптимізація витрат, впровадження інтелектуальних технологій, встановлення правил та положень щодо екологізації морських портів. Встановлено, що впровадження керівних принципів практики «зелених морських портів», використання передового досвіду в цій галузі дозволить портам України швидше перейти у своїй практиці на найкращі світові стандарти.

Ключові слова: декарбонізація, екологічно чиста енергія, економіка замкнутого циклу, зелений порт, розумний порт.

DECARBONIZATION OF SEAPORTS: PROJECTS AND INITIATIVES

D.M. Reshetkov¹, N.L. Pavlova²

¹PhD, Associate Professor,
Professor of the Department “Port Operation and Cargo Handling Technology”,
Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-7281-962X

²PhD, Associate Professor of the Department
“Port Operation and Cargo Handling Technology”,
Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-7528-2370

Summary

Introduction. Ports are important logistics centers that affect both the maritime sector and cities. Actions to decarbonize them can be critical to drive change in other segments of the maritime sector and, in turn, minimize the environmental impact of their activities in and around cities. Research and projects dedicated to the study of decarbonization problems are aimed at reducing carbon emissions, using renewable energy sources, optimizing costs and productivity, implementing intelligent management technologies, and creating an appropriate regulatory and legal framework. Knowledge and application of world-leading experience in the field of the port sector will contribute to its sustainable development in Ukraine. Purpose of the article is to review projects and initiatives for the decarbonization of seaports, to determine the main directions of the mentioned process. Results. The article analyzes the main projects for the decarbonization of seaports and best practices in the field of social and environmental sustainability in the port sector. As a result of the analysis, the main directions that will lead to the decarbonization of ports and surrounding territories and will contribute to the process of transforming ports into decarbonization centers have been determined. The key factors were established, the opportunities for the ports of Ukraine as a result of their decarbonization were determined. Conclusions. In this article, it is determined that the key factors contributing to the decarbonization of seaports are: the use of renewable resources, cost optimization, the implementation of intelligent technologies, and the establishment of rules and regulations for the greening of seaports. It has been established that the implementation of the guiding principles of the practice of “green seaports”, the use of best practices in this field will allow the ports of Ukraine to quickly move to the best international standards in their practice.

Key words: decarbonization, ecologically clean energy, closed cycle economy, green port, smart port.

Вступ. Глобальне потепління визнано однією із основних проблем людства [1]. Боротьба із зміною клімату на планеті давно стала основним напрямком у більшості розвинених країн. Проблема глобального потепління, що спричинено викидами діоксиду вуглецю (CO₂), знайшла своє відображення у 2015 році, коли 196 країн приєдналися до документа «Паризька угода», що впроваджує різні заходи із зменшення викидів CO₂ з 2020 року. Декарбонізація зачіпає різні галузі промисловості та транспорту, при цьому портовий сектор не є винятком.

Постановка проблеми. Портова галузь динамічно розвивається в Україні. Разом з цим порти стикаються зі зростаючим тиском зменшення свого вуглецевого сліду при одночасному підвищенні енергоефективності і глобальної конкурентоспроможності. Така ситуація спонукає до розробки проєктів та ініціатив щодо декарбонізації їх енергетичних систем. Знання та застосування передового світового досвіду у цій галузі сприятиме стійкому розвитку портового сектору в Україні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існуючі дослідження та проєкти, що реалізуються в даний час, спрямовані на скорочення викидів вуглецю, використання поновлюваних джерел енергії, оптимізацію витрат і продуктивності, впровадження технологій інтелектуального управління, створення відповідної нормативно-правової бази. Так, Ateyah Alzahrani, Ioan Petri, Yacine Rezgui [2] в своїй роботі дослідили шляхи, за допомогою яких порт Роттердам зможе зберегти свою сильну позицію, значно скоротивши викиди CO₂ та пов'язані з цим ризики до 2050 року. В [3] міститься огляд широкого спектру досліджень щодо декарбонізації у портовій галузі, включаючи минулі та поточні ініціативи. Крім того, слід зазначити, що питання, пов'язані з декарбонізацією портів є у сфері інтересів ряду міжнародних організацій та установ, ними здійснено розробку ряду проєктів [4–11].

Формулювання цілей статті. Метою статті є огляд проєктів та ініціатив з декарбонізації морських портів, а також визначення основних напрямків зазначеного процесу.

Виклад основного матеріалу.

1. Основні напрямки процесу декарбонізації морських портів. Порти є екосистемами, в яких взаємодіє велика кількість морських, енергетичних, логістичних та транспортних секторів.

В даний час кожен з цих секторів має власні цілі та стратегії декарбонізації для скорочення викидів вуглекислого газу (CO₂) та інших парникових газів. Для декарбонізації портів важливо, щоб усі взаємодіючі сектори узгоджували свої стратегії.

Можна виділити вісім основних напрямів, які призведуть до зневуглецювання портів і навколишніх територій (рис. 1).

Одже, порти є важливими логістичними центрами, що впливають як на морський сектор, так і на міста. Дії щодо їх декарбонізації можуть мати вирішальне значення для стимулювання змін в інших сегментах морського сектора та, у свою чергу, мінімізувати вплив їх діяльності на навколишнє середовище у містах та їх околицях.

2. Концепція інтелектуального порту – «розумний порт». З 2000 року до теперішнього часу морські порти почали вдосконалювати свої операційні системи, маючи на меті стати «розумними портами». Нове бачення інтелектуального порту базується на інтелектуальних та інноваційних технологіях з низьким впливом на експлуатацію та навколишнє середовище.

Підхід «розумний порт» може вплинути на загальну екосистему морського порту за рахунок безперервного збирання інформації про діяльність морського порту з використанням Інтернету речей та прийняття рішень з використанням технологій штучного інтелекту та великих даних.

Напрями	Зміст
1. Електрифікація терміналів і портового транспорту	Використання в діяльності портів електроенергії з відновлюваних джерел для постачання суден, транспортних засобів, техніки та інших елементів порту, що стоять у порту
2. Впровадження нових видів бункерного палива суден	Використання зрідженого природного газу (ЗПГ) як перехідного палива до палива з нульовим рівнем викидів (аміак, водень та ін.) у портовому секторі та морському транспорті
3. Електрифікація морської галузі	Стійке виробництво електроенергії завдяки інноваціям у галузі вітрової та сонячної енергії, накопичення енергії, виробництво низьковуглецевого водню, а також збільшення доступності та зниження цін на вітрову та сонячну електроенергію
4. Інтеграція енергетичної системи	Об'єднання всіх енергетичних мереж (електричні та водневі мережі, сонячна або вітрова енергія) для використання їх потенціалу в цілому та отримання енергетичної незалежності портів
5. Викорінення електростанцій, що працюють на викопному паливі	Поступова відмова від розташованих у великих портах електростанцій, що працюють на викопному паливі та використання площ, що звільнилися, для накопичення запасів зеленого водню або для уловлювання та зберігання
6. Уловлювання та зберігання вуглецю в портах	Використання огорож портів для уловлювання, зберігання та подальшого використання вуглецю контрольованим чином з використанням його як сировини для різних промислових процесів або для експорту в інші країни
7. Розробка нових морських правил	Наявність адаптованої до вимог ЄС та ІМО нормативно-правової бази та політики, спрямованих на сприяння знеуглероженню морського сектора та портів
8. Просування економіки замкнутого циклу	Досягнення економіки замкнутого циклу (продовження терміну служби продуктів та заохочення їх ремонту, повторне використання та переробка та ін.) як кінцевої мети портів, що прагнуть стійкості

Рис. 1. Основні напрями процесу перетворення портів у центри знеуглецювання

Цей підхід може забезпечити стійку систему зберігання даних та дозволити різним організаціям отримувати доступ до відповідних даних на основі узгодженої моделі управління, яка допоможе оптимізувати операційні системи та підвищити ефективність.

У проєкті під назвою «План дій щодо концепції «розумного порту» у Середземноморському регіоні» визначення концепції «розумного порту» зосереджено на трьох основних сферах: експлуатація, використання енергії та навколишнє середовище [6].

Важливість споживання енергії в морських портах пов'язана з високими потребами в енергії для портових операцій. Ефективне використання енергії є проблемою для портової влади, оскільки більше споживання енергії означає збільшення викидів вуглецю та збільшення експлуатаційних витрат.

Отже, більшість портових організацій закликають портову владу встановити портові правила для скорочення споживання енергії та збільшення ресурсів екологічно чистої енергії. Це також допоможе скоротити викиди вуглецю та витрати на електроенергію для систем управління портом.

Другим елементом визначення інтелектуального порту є екологічний аспект. Різні ініціативи, такі як ECOPORT, PRISM та GREEN Efforts, спрямовані на визначення та встановлення показників екологічної ефективності для портової влади, щоб допомогти їм зменшити та усунути вплив на навколишнє середовище.

Влада європейських морських портів вважає якість повітря найбільш важливою з десяти екологічних пріоритетів для морських портів, оскільки якість повітря впливає на роботу портів та судноплавство. В результаті елемент довкілля є важливою областю, яку необхідно враховувати для перетворення портів на інтелектуальні порти.

Третій напрямок концепції розумного морського порту – операції. Основними операціями в порту є навантаження та вивантаження вантажів та контейнерів із суден на склади. У ланцюжку поставок операційних систем у морських портах можна оптимізувати кілька областей підвищення ефективності і результативності портових операцій, що допоможе скоротити витрати, час, трудовитрати і термін служби машини.

3. *Приклади передової інноваційної практики у морських портах.* Морські порти є ідеальними центрами для стійких морських інновацій та стали ключовою частиною стратегій розвитку, які використовуються багатьма країнами (Rodrigue and Notteboom 2020) [7; 8].

На рис. 2 наведено приклади передової інноваційної практики у морських портах світу, які є привабливими для потенційних інвесторів. Вони можуть бути також цікавими та корисними для сталого розвитку портового сектору в Україні.

4. *Огляд проектів та ініціатив з декарбонізації морських портів.* Морські порти розпочали цифрову трансформацію в рамках програми боротьби з глобальним потеплінням з ключовою метою скорочення викидів вуглецю по всьому ланцюжку створення вартості.

Напрями	Зміст
1. Зелений транспорт	Порти або компанії, які забезпечують екологічно чисте сполучення між портами та внутрішніми районами, які пропонують альтернативи, такі як розвиток залізничного терміналу (Порт Роттердама)
2. Зелені технології	Порти, які мають навички та системи, доступні для підтримки технологій «зелених портів», наприклад, для фінансування розробки «зелених» технологій (Управління Сінгапурського морського та портового центру декарбонізації)
3. Просторове управління	Порти з політикою та практикою, які захищають деякі види тварин, місця проживання та маршрути міграції (наприклад, уздовж узбережжя Каліфорнії судам пропонуються щорічні стимули для зниження швидкості в портах і навколо портів, щоб уникнути фатальних зіткнень з китами та зменшити шумове забруднення)
4. Ланцюжки поставок	Порти або пов'язані з ними компанії, що використовують екологічно чисті ланцюжки поставок для відновлюваних джерел енергії та управління (Порт Роттердама)
5. Стимулювання викидів	Порти, які пропонують нижчі збори або інші стимули для залучення суден із хорошим рейтингом викидів («Зелена схема Темзи» - проект Управління лондонського порту (PLA), розроблений у співпраці з операторами суден («Зелений порт 2020»)

Рис. 2. Основні напрями та зміст передової практики в галузі соціальної та екологічної стійкості в портовому секторі

Враховуючи важливість знання та застосування передового досвіду, необхідно проаналізувати поточні ініціативи щодо декарбонізації морських портів.

Останнім часом було розроблено та впроваджено низку проектів інтелектуальних енергетичних технологій з метою максимізувати використання відновлюваних джерел енергії та скоротити викиди вуглецю.

Декілька проектів були спрямовані на розробку та реалізацію правил для впровадження стійких стратегій портової діяльності.

Одним із найбільших проектів із цифрової трансформації морських портів є проект Стокгольмського Королівського морського порту. Його метою є впровадження та розвиток безпального морського портового району з бюджетом близько 2,2 млрд євро. Ця ініціатива також включає розвиток найбільшої міської території у Швеції, будівництво понад 12 тис. нових будинків та створення понад 35 тис. робочих місць.

Green EFFORTS «Зелені та ефективні операції на терміналах та в портах» – це дослідницький проект, який фінансується спільно з Європейською комісією та спрямований на зниження споживання енергії та використання екологічно чистої енергії в портах. Цей проект надає інструменти стратегічного планування для портів та терміналів щодо скорочення викидів вуглецю та забезпечення більш інтелектуального управління енергоспоживанням у морських портах [9].

Проект APICE фінансується європейською програмою та спрямований на створення підходу до пом'якшення наслідків забруднення повітря та сталого розвитку портової діяльності, заснованої на політиці просторового планування на місцевому рівні, що включає територію навколо морських портів. Цей проект спрямований на те, щоб допомогти інтегрувати генеральний план порту та пов'язані з ним інвестиції у морські порти [10].

Велика група проектів вирішувала різні завдання сталого розвитку щодо життєвого циклу морських портів. Всі вони включали різні набори змінних та завдань щодо зниження енергоспоживання, скорочення викидів вуглецю та використання відновлюваних джерел енергії.

Порт Роттердама завдяки своєму масштабу, місцезнаходженням, чудовій інфраструктурі, прогресивним технологіям стає лідером у процесі декарбонізації. Вупертальський інститут клімату, навколишнього середовища та енергетики (Німеччина) сформулював три можливі шляхи декарбонізації для порту Роттердам [2].

Шляхи охоплюють різні рівні поставлених завдань та різні технології. Жоден шлях не є єдиним можливим. Кінцевий результат, ймовірно, формуватиметься їх комбінацією.

Стратегія портового управління Валенсії (PAV) щодо досягнення нульових викидів до 2030 року обумовлена чітким зобов'язанням порту приєднатися до Європейської зеленої угоди щодо необхідності скорочення викидів парникових газів від сектору морського транспорту.

До основних цілей Стратегії відносяться [7]:

– сприяння обезуглероженню іспанської портової системи, у тому числі завдяки включенню економіки замкнутого циклу до проектів будівництва портів та портових операцій;

- сприяння цифровій трансформації іспанської портової системи.
- У свою чергу, декарбонізація та цифрова трансформація порту вплине на:
 - зайнятість, знання та дослідження, що стимулюють зростаючий попит на робочі місця в секторі логістики та дистрибуції;
 - територіальну згуртованість за допомогою проектів, які сприятимуть інтеграції порту з транспортними мережами, включаючи залізничну мережу;
 - соціальну інтеграцію у вигляді дій, вкладених у підвищення промислової безпеки та охорону праці порту;
 - регіональне управління та ефективність адміністрації, що дозволяють обмінюватися інформацією у режимі реального часу з усіма учасниками портової діяльності.

5. **Декларація про декарбонізацію та стійкість річкових та морських портів у Дунайському регіоні.** Секретаріат Дунайської комісії у березні 2022 року запропонував проєкт «Декларації про декарбонізацію та стійкість річкових та морських портів у Дунайському регіоні», в якій буде документально оформлено прагнення дунайських портів розробляти стратегії, плани дій та проєкти щодо скорочення викидів парникових газів на 55 % до 20 та досягненню нетто-нульових викидів парникових газів до 2050 року [13].

Обґрунтування цієї ініціативи базується на таких положеннях:

- річкові та морські порти Дунайського регіону є важливими логістичними та транспортними вузлами в ланцюжках поставок і роблять істотний внесок у регіональний економічний розвиток як промислові вузли;
- порти мають значний невикористаний потенціал, щоб стати центрами виробництва та розподілу екологічно чистої енергії, а також розвитку економіки замкнутого циклу;
- у «Зеленій угоді» ЄС та Стратегії сталої та інтелектуальної мобільності наголошується на необхідності збільшення частки внутрішнього водного транспорту (ВВТ) на 25 % до 2030 р. та на 50 % до 2050 р. і визнається, що ВВТ разом із залізничним транспортом відіграє центральну роль у декарбонізації європейського транспорту;
- портова влада, адміністрація портів, оператори портів та інші портові підприємства повинні вжити конкретних заходів щодо скорочення викидів парникових газів та забезпечити стійкість розвитку та роботи портів;
- існує гостра потреба в інтенсивній співпраці та координації між портовими суб'єктами в цьому порту, між портами однієї країни та різних країн, а також між економічними секторами та на транснаціональному рівні.

При розробці цієї ініціативи було враховано такі рамкові умови:

- порти Дунайського регіону мають різні організаційні, фінансові та управлінські умови;
- портова влада/адміністрація має обмежені можливості прийняття екологічних рішень використання порту (операторів терміналів, транспортних компаній тощо);
- порти також можуть бути важливим партнером довкілля та регіонів з більш високим рівнем стійкості;
- влада/адміністрація порту повинна відігравати активну роль в озелененні всієї території порту.

Основні цілі Декларації про декарбонізацію та стійкість річкових та морських портів у Дунайському регіоні відображено на рис. 3.

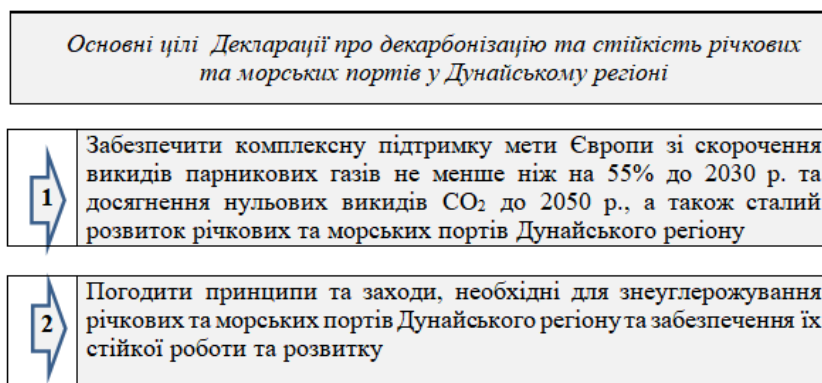


Рис. 3. Цілі Декларації про декарбонізацію та стійкість річкових та морських портів у Дунайському регіоні

Заходи щодо здійснення Декларації включають такі дії:

- виявлення, оцінку та моніторинг впливу діяльності порту на довкілля (повітря, якість води, відходи, шум, пил, відкладення);
- розробку та впровадження системи екологічного та сталого управління (ESMS);
- участь у розробці стратегій, планів дій та проектів реалізації, спрямованих на скорочення викидів парникових газів та досягнення цілей сталого розвитку;
- сприяння впровадженню інфраструктури альтернативних та відновлюваних видів палива;
- підтримку міського та внутрішнього водного транспорту на короткі відстані (водні автобуси, пороми, міська логістика тощо), де це можливо;
- використання можливостей, що виникають в результаті цифровізації управління та операцій портів, для підвищення ефективності та підтримки їхнього сталого розвитку.

6. Нові можливості для портів України внаслідок їхньої декарбонізації. Сучасні дослідження показують, що крім планування декарбонізації операцій у межах своїх кордонів, порти можуть розширювати свої пропозиції послуг у нових галузях, враховуючи зміни на системному рівні, які принесе декарбонізація.

У найближчі десятиліття промисловість, транспорт та опалення перейдуть від прямого використання викопного палива до водню та електрифікації. Порти – з об'єктами для імпорту ЗПГ, зв'язками з офшорними вітровими електростанціями та власним попитом на низьковуглецеве паливо – можуть стати природним місцем для виробництва, імпорту/експорту та зберігання водню.

У міру розвитку технології уловлювання та зберігання вуглецю також можуть з'явитися можливості для нових або адаптованих портових споруд, що обробляють зріджений вуглець. У міру зміни типів товарів, що продаються – зокрема, відмови від імпорту рідких та сипких матеріалів – можна вивчити можливості перепрофілювання існуючої інфраструктури та землекористування.

За наявності правильних стимулів каботажне судноплавство може також виступати як альтернатива великовантажним автомобілям з низьким рівнем викидів вуглецю.

Ці зміни відкриють перед портами нові можливості для співпраці з місцевою промисловістю, підприємствами та громадськими групами.

Наприклад, порт Осло зв'язався з місцевим заводом з переробки відходів в енергію, щоб використовувати їх відходи біогазу та надлишкове тепло.

Копенгагенський порт Мальме працює з місцевим муніципалітетом та комунальною компанією над створенням накопичувача енергії, який також може використовуватись містом.

Механізми забезпечення зеленого переходу ще розробляються. Важливими є питання зниження витрат та забезпечення справедливих соціальних результатів. При забезпеченні гнучкості планування інфраструктури та пошуку нових можливостей у системах з нульовими викидами порти можуть отримати конкурентну перевагу та підготувати свої організації до майбутнього.

В даний час у деяких портах розроблено так звані «дорожні карти нульового нетто – транспорту». Вони повинні допомогти реалізувати переваги, які може принести декарбонізація на системному рівні, а також сприяти скороченню викидів безпосередньо в портах та зонах їх впливу (рис. 4).

Етапи		Зміст розробок
1	Викиди та картування впливу	<ul style="list-style-type: none"> • на які викиди впливає порт • яка величина у кожній області
2	Огляд політики та розробка сценаріїв	<ul style="list-style-type: none"> • який політичний ландшафт • які різні шляхи до чистого нуля
3	Зміна системного рівня та динаміка ринку	<ul style="list-style-type: none"> • які ширші зміни може принести net-zero і як це може вплинути на порт
4	Втручання	<ul style="list-style-type: none"> • які зміни можуть скоротити викиди, наскільки легко їх впровадити чи вплинути на них • наскільки вони ефективні
5	Залучення та розстановка пріоритетів	<ul style="list-style-type: none"> • які дії порт, а також інші діючі особи та зацікавлені сторони вважають пріоритетними
6	Висновок	<ul style="list-style-type: none"> • як виглядає перша дорожня карта • як вона може реагувати на зміни • які перші дії

Рис. 4. Основні етапи «дорожньої карти для портів із нульовими викидами»

Багато з певних ESPO пріоритетів є актуальними і для української портової галузі. Частина з них уже прописано у програмі “Ukrainian Ports are Going Green” розробленої фахівцями Адміністрації морських портів України, завдяки якій відомство підвищить технологічні можливості берегового електропостачання суден. Інші знайшли відображення у Білій книзі (White Paper) пріоритетів у морській галузі, яку підготував комітет з логістики Європейської бізнес-асоціації.

Визначення таких пріоритетів та робота щодо їх реалізації саме зараз дуже важлива, оскільки Україна, як і ЄС, проходить етап значних змін, але пріоритети довгострокових проєктів мають сприяти розвитку морських портів.

В Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року [14] вказано, що за оцінкою Всесвітнього економічного форуму щодо якості послуг у морських портах у 2018 році Україна отримала 3,8 бала із 7 можливих (77 місце із 140 країн).

Одним із основних напрямків зміни цього положення Стратегія бачить у необхідності «повільного оновлення основних фондів на державних підприємствах портової галузі, невідповідність їх технічного рівня сучасним вимогам щодо надання послуг із здійснення операцій з обслуговування вантажів, суден, рухомого складу тощо».

Для розв’язання проблем необхідно виконати такі завдання:

- створення інфраструктури для можливості приймання та обслуговування суден, які використовують зріджений газ як суднове паливо;
- впровадження смарт-інфраструктури (новітніх технологій, що сприяють автоматизації та роботизації перевантажувальних процесів морських терміналів), екологічно безпечних технологій, спрямованих на зменшення шкідливих викидів від виробничих процесів у портах та отримання енергії з альтернативних джерел.

У результаті забезпечення збалансованого розвитку та ефективного використання портових потужностей на інноваційній основі очікується стійке функціонування морських портів України відповідно до концепцій «смарт-порт» (застосування новітніх технологій), «енергоефективний порт» (здійснення заходів з ресурсозбереження, відновлення та раціонального споживання ресурсів) та «зелений порт» (зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище).

Висновки. Морські порти вважаються одним з основних двигунів світової економіки та ключовим елементом транспортної, судноплавної, туристичної та рибальської галузей.

Однак активізація діяльності в морських портах вплинула на навколишнє середовище, включаючи високі викиди вуглецю, шум у результаті діяльності в морських портах, високе споживання енергії та серйозний вплив на здоров’я населення прибережних міст поблизу морських портів.

Велика кількість опублікованих досліджень зробила значний внесок у перетворення та просування концепції «зелених» та «розумних» морських портів у різних країнах.

Ключовими факторами, що сприяють декарбонізації морських портів, є:

- використання відновлюваних ресурсів,
- оптимізація витрат,

- впровадження інтелектуальних технологій,
- встановлення правил та положень щодо екологізації морських портів.

На довкілля, на думку фахівців, прямо чи опосередковано впливають три основні чинники:

- споживання викопного палива,
- високе енергоспоживання енергосистем,
- відсутність професійного управління ресурсами в морських портах.

Важливу роль відіграють інвестиції в сучасні технології, що скорочують викиди вуглецю, такі як системи відновлюваної енергії, інтелектуальні пристрої обліку та інші сучасні технології.

Щоб переконати інвесторів у доцільності інвестування в сучасні морські порти, мають бути передбачені відповідні стимули та ініціативи. Це може бути фінансовий зиск, уникнення штрафів за екологічним законодавством, стійкість порту та глобального клімату.

У рамках плану забезпечення стійкості морських портів необхідно забезпечити повне знеуглерожування життєвого циклу. Це вплине на всю систему і сприятиме комплексній ефективності морських портів і підвищенню рівня екологізації, стійкості та конкурентоспроможності між морськими портами.

Впровадження керівних принципів практики «зелених морських портів», використання передового досвіду в цій галузі дозволить портам України швидше перейти у своїй практиці на найкращі світові стандарти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Резолюція Генеральної асамблеї ООН №45/212. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/45/212>.
2. Clemens Schneider Stefan Lechtenböhmer, Sascha Samadi. Risks and opportunities associated with decarbonising Rotterdam's industrial cluster. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2020. Vol. 35. Pp. 414–428. URL: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100727>.
3. Ateyah Alzahrani, Ioan Petri, Yacine Rezgui. Decarbonisation of seaports: A review and directions for future research. *Energy Strategy Reviews*. 2021. Vol. 38. P. 1–18. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.05.004>.
4. Ten ways to decarbonize ports. URL: <https://piernext.portdebarcelona.cat/en/environment/ten-ways-to-decarbonize-ports/>.
5. World ports sustainability report 2020. URL: <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/WORLD-PORTS-SUSTAINABILITY-REPORT-2020-FIN.pdf>.
6. Smart ports: the transformation of the port industry. URL: <https://nexu-sintegra.io/smart-ports-transformation-port-industry/>.
7. Ports and Harbours Bureau: 2.4 Carbon Neutral Port (CNP) Initiative. URL: https://www.mlit.go.jp/en/kowan/kowan_fr4_000011.html.
8. Ports: net zero, systems thinking and big opportunities – Arup. URL: <https://www.arup.com/perspectives/ports-net-zero-systems-thinking-and-big-opportunities>.
9. Green EFFORTS. URL: <https://greenefforts.eu/>.

10. APICE – Common Mediterranean strategy and local practical Actions for the mitigation of Port, Industries and Cities Emissions. URL: <http://www.apice-project.eu>.
11. Priorities of european ports for 2019 – 2024. URL: <https://www.espo.be/media/Memorandum%20ESPO%20FINAL%20Digital%20version.pdf>.
12. The second Expert Meeting for the Development of Ports and Port Operations (EM Ports). URL: <https://www.danubecommission.org/dc/en/2022/03/19>.
13. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80>.
14. Decarbonizing Ports: The Promise of As-a-Service Models for Zero Emission Trucks. URL: <https://www.engeimpact.com/insights/accelerate-port-decarbonization>.

REFERENCES

1. Resolution of the UN General Assembly No45/212 [Rezoliutsiia Heneralnoi asamblei OON]. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/45/212> [in Ukrainian].
2. Clemens Schneider Stefan Lechtenböhmer, Sascha Samadi (2020). Risks and opportunities associated with decarbonising Rotterdam’s industrial cluster. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 414–428. URL: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100727> [in English].
3. Ateyah Alzahrani, Ioan Petri, Yacine Rezgui (2021). Decarbonisation of seaports: A review and directions for future research. *Energy Strategy Reviews*, 38, 1–18. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.05.004> [in English].
4. Ten ways to decarbonize ports. URL: <https://piernext.portdebarcelona.cat/en/environment/ten-ways-to-decarbonize-ports/> [in English].
5. World ports sustainability report 2020. URL: <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/WORLD-PORTS-SUSTAINABILITY-REPORT-2020-FIN.pdf> [in English].
6. Smart ports: the transformation of the port industry. URL: <https://nexusintegra.io/smart-ports-transformation-port-industry/> [in English].
7. Ports and Harbours Bureau: 2.4 Carbon Neutral Port (CNP) Initiative. URL: https://www.mlit.go.jp/en/kowan/kowan_fr4_000011.html [in English].
8. Ports: net zero, systems thinking and big opportunities – Arup. URL: <https://www.arup.com/perspectives/ports-net-zero-systems-thinking-and-big-opportunities> [in English].
9. Green EFFORTS. URL: <https://greenefforts.eu/> [in English].
10. APICE – Common Mediterranean strategy and local practical Actions for the mitigation of Port, Industries and Cities Emissions. URL: <http://www.apice-project.eu>.
11. Priorities of european ports for 2019–2024. URL: <https://www.espo.be/media/Memorandum%20ESPO%20FINAL%20Digital%20version.pdf> [in English].

12. The second Expert Meeting for the Development of Ports and Port Operations (EM Ports). URL: <https://www.danubecommission.org/dc/en/2022/03/19> [in English].
13. Strategy for the development of seaports of Ukraine for the period until 2038 [Stratehiia rozvytku morskyykh portiv Ukrainy na period do 2038 roku]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80> [in Ukrainian].
14. Decarbonizing Ports: The Promise of As-a-Service Models for Zero Emission Trucks. URL: <https://www.engeimpact.com/insights/accelerate-port-decarbonization> [in English].