

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-117>  
УДК 656.6: 338.2:004.9:502

# ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕКОЛОГІЧНУ СТІЙКІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

## THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF MARITIME TRANSPORT ENTERPRISES

**Ярова Ніна Вікторівна**

кандидат економічних наук, доцент,  
Одеський національний морський університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9703-3305>

**Воркунова Ольга Вячеславівна**

кандидат економічних наук, доцент,  
Одеський національний морський університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2451-5853>

**Yarova Nina, Vorkunova Olha**  
Odessa National Maritime University

Стаття присвячена актуальним питанням впливу цифрових технологій на екологічну стійкість підприємств морського транспорту. Останні роки світ зіткнувся з безпрецедентним економічним зростанням, яке вимагало значних ресурсів і сприяло поліпшенню життєвих умов у різних країнах світу. Але результати цього зростання нерівномірно розподілені: мільярди людей продовжують жити в умовах крайньої бідності, а тиск на екологію продовжується. Світові ресурси, такі, як вода, повітря та біосфера розглядалися як суспільні блага без конкретних власників, що дозволяло використовувати їх безкоштовно як для виробництва, так і для скидання відходів. Оскільки виробники та споживачі не беруть на себе витрати, пов'язані з використанням цих ресурсів, це призводить до того, що традиційні моделі виробництва і споживання стають екологічно нестійкими. Досягненню сталого економічного розвитку може сприяти перехід від традиційної моделі економічного зростання до моделі «зеленого» зростання, яка забезпечує високий рівень зайнятості та справедливий розподіл доходів без завдання непоправної шкоди навколишньому середовищу та біорізноманіттю. Резкое увеличение вычислительных мощностей, активное внедрение систем искусственного интеллекта и цифровизация в целом сильно увеличивают возможности решения экологических проблем. Сегодня цифровые и экологические проблемы являются острыми темами общественных дискуссий во всем мире.

**Ключові слова:** цифрові технології, судноплавні компанії, диджиталізація, екологізація, підприємства портової галузі, енергоефективність.

The article is devoted to topical issues of the impact of digital technologies on the environmental sustainability of maritime transport enterprises. In recent years, the world has faced unprecedented economic growth, which has required significant resources and contributed to improved living conditions in various countries. However, the results of this growth are unevenly distributed: billions of people continue to live in extreme poverty, and pressure on the environment persists. This situation raises critical questions about equity, sustainability, and the future of our planet. Global resources such as water, air, and the biosphere have been viewed as common goods without specific owners, allowing them to be used freely for production and waste disposal. This lack of accountability has led to overexploitation and degradation of these vital resources. Since producers and consumers do not bear the costs associated with using these resources, traditional models of production and consumption become environmentally unsustainable. The transition from the traditional model of economic growth to a «green» growth model can facilitate the achievement of sustainable economic development, ensuring a high level of employment and fair income distribution without causing irreparable harm to the environment and biodiversity. This model emphasizes innovation, resource efficiency, and the use of renewable energy sources, which are crucial for long-term sustainability. The concept of «green» growth suggests that the goals of economic growth can be compatible with the objectives of distribution and environmental protection. By investing in sustainable practices, countries can create resilient economies that are better equipped to handle the challenges posed by climate change and resource scarcity. «Green» growth can be viewed as one of the mechanisms employed to achieve sustainable development goals,

fostering a harmonious balance between economic progress and environmental stewardship. As we progress, it is crucial for governments, businesses, and communities to work together in developing policies and practices that promote a sustainable future. Through collective action, we can ensure that economic development is inclusive, equitable, and environmentally responsible.

**Keywords:** digital technologies, shipping companies, digitalization, greening, port industry enterprises, efficiency.

**Постановка проблеми.** Виробництво та споживання енергії є джерелом до 75% викидів газів в ЄС. Отже, декарбонізація енергетичної системи передбачає впровадження стратегії досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року.

Європейський зелений курс є амбітною стратегією, націленою на перехід Європи до стійкої та екологічно чистої економіки. Він включає кілька ключових аспектів, кожен з яких відіграє важливу роль у досягненні кліматичних цілей.

1. Забезпечення безпечного та доступного енергопостачання. Одним із головних завдань є створення надійної та доступної системи енергопостачання для всіх громадян ЄС. Це має на увазі не тільки диверсифікацію джерел енергії, щоб мінімізувати залежність від вуглеводнів, а й запровадження нових технологій, які дозволять покращити якість послуг. Енергетична безпека – це важливий аспект, особливо в умовах геополітичних викликів.

2. Розвиток інтегрованого енергетичного ринку. Створення взаємопов'язаного та цифрового енергетичного ринку – це наступний крок у трансформації енергетичної системи. Це передбачає покращення співпраці між країнами ЄС, що дозволить оптимізувати розподіл ресурсів та знизити витрати. Цифровізація енергетичних мереж, таких як розумні лічильники та системи управління, дозволить підвищити ефективність використання енергії та покращити взаємодію між виробниками та споживачами.

3. Пріоритет енергоефективності. Поліпшення енергоефективності – це один із найважливіших аспектів зеленого курсу. Це включає модернізацію будівель для зниження їх енергоспоживання, використання інноваційних технологій і матеріалів, а також розвиток систем опалення та охолодження на основі відновлюваних джерел. Енергоефективні будинки не тільки знижують витрати на енергію, але й покращують якість життя, створюючи комфортні умови для проживання.

4. Перехід на відновлювані джерела енергії. Основний акцент у розвитку енергетичного сектора зроблено на відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Це означає не тільки

збільшення частки сонячних та вітрових установок, а й розвиток інших екологічно чистих технологій, таких як гідроенергетика, геотермальна енергія та біоенергія. Впровадження ВДЕ сприяє зниженню викидів парникових газів та зменшенню залежності від копалин видів палива.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У останні роки зростає інтерес до впровадження цифрових технологій у морському транспорті, що зумовлено необхідністю підвищення ефективності, безпеки та екологічної стійкості галузі. Ось деякі ключові напрямки та результати останніх досліджень:

Автоматизація та автономні судна. Питання автоматизації та інформатизації процесів управління складними організаційно-технічними системами, зокрема судовими енергетичними установками, є досить актуальними. Ця тема знайшла відображення в дослідженнях таких вчених, як Абрамов Г.А., Бажан П.І., Безюков О.К., Вагущенко Л.Л., Васильєв С.М., Єрофєєв В.Л., Захаров О.О., Поспєлов Д.А., Решняк В.І., Рудницький В.І., Садовський В.М. та Самикін Г.А. і Чірков М.М. Дослідження показують, що автоматизація процесів, таких як управління судном та навігація, може суттєво знизити ризик людських помилок і підвищити безпеку. Наприклад, проекти автономних суден, які тестуються в різних регіонах, демонструють перспективи у зменшенні витрат на екіпаж і експлуатаційні витрати.

Великі дані та аналітика. Проблеми аналітики даних присвячені праці таких вчених, як Ларіна Р.Р., Зайцева О.О., Болотинюк І.М., Дороніна О.А., Алярова А.В., Sergii Voit, Inna Irtysheva, Anatoly Nosar тощо. Використання великих даних для моніторингу та аналізу операційних процесів дозволяє підприємствам оптимізувати маршрути, зменшувати витрати на паливо та покращувати управління ризиками. Публікації відзначають успіхи компаній, які використовують аналітику для прогнозування потреб у технічному обслуговуванні та зменшення часу простою.

Інтернет речей (IoT). Вивчення Інтернету речей, яке є важливою частиною Індустрії 4.0, здійснюють вітчизняні науковці, зокрема Мельник Л.Г., Дегтярева І.Б., Скіцько В.І.,

Опанасюк В.В. та ін. IoT технології активно впроваджуються для моніторингу стану суден та вантажів у реальному часі. Це дозволяє покращити управління ланцюгами постачання та швидко реагувати на зміни в умовах перевезення. Дослідження вказують на позитивний вплив IoT на зменшення витрат та підвищення прозорості в операціях.

Екологічні технології. Загальні питання, пов'язані із екологічними технологіями, представлені в працях таких відомих вітчизняних і зарубіжних вчених, як Кулішова О., Котенко В., Яковцев С., Мурад'ян А.О., Демидюков О.В., Almeida F., Costa J. P., Sandra Adabere, Kwame Owusu Kwateng, Esther Dzidzah, Francis Tetteh Kamewor тощо [4; 5; 12–16]. Багато досліджень акцентують увагу на тому, як цифрові технології сприяють екологічній стійкості. Наприклад, інноваційні системи управління енергоспоживанням дозволяють знижувати викиди CO<sub>2</sub> та інших забруднюючих речовин. Розробка «зелених» технологій, таких як системи очистки викидів, також отримує все більше уваги.

Кібербезпека. Зростання цифровізації також підвищує ризики для кібербезпеки. Дослідження показують, що морські компанії повинні впроваджувати заходи для захисту своїх систем від кіберзагроз, що може включати регулярні аудитори безпеки та навчання персоналу [6].

Стійкість та адаптація до змін. Останні публікації вказують на важливість адаптації морських компаній до нових технологій і регуляторних вимог. Дослідження також наголошують на необхідності інтеграції цифрових рішень у стратегії сталого розвитку компаній.

Зменшення викидів. Дослідження демонструють, що впровадження нових технологій, таких як системи очищення викидів (scrubbers) і альтернативні види пального (біопаливо, водень), може суттєво зменшити викиди CO<sub>2</sub>, сірки та азоту. Наприклад, публікації показують успіхи у впровадженні LNG (зріджений природний газ) як чистішої альтернативи традиційним паливам.

Енергоефективність. Аналіз енергетичних систем суден свідчить про важливість покращення їх енергоефективності. Дослідження оцінюють нові технології, такі як вітряні установки, сонячні панелі та гібридні системи, які дозволяють знизити споживання пального та витрати. Вчені аналізують нові технології, які сприяють зменшенню споживання енергії, а також впровадження екологічних практик. Публікації охоплюють теми, пов'язані з управ-

лінням ресурсами, впливом на навколишнє середовище та економічною доцільністю енергетичних заходів [7; 8].

Зелені сертифікації та стандарти. Зростає кількість публікацій, що стосуються міжнародних стандартів, таких як MARPOL та інші екологічні норми, які регулюють забруднення з боку суден. Дослідження показують, як сертифікація «зелених» суден стає конкурентною перевагою на ринку [7; 8].

Моніторинг та управління. Використання технологій для моніторингу викидів і управління ними стає нормою. Системи автоматизованого моніторингу, які відстежують викиди в реальному часі, допомагають компаніям відповідати екологічним вимогам і зменшувати екологічний слід.

Вплив на екосистеми. Дослідження вказують на необхідність оцінки впливу морського транспорту на морські екосистеми. Публікації проаналізували, як забруднення і зміна клімату впливають на морську флору та фауну, що підкреслює важливість екологізації в цій галузі.

Соціально-економічні аспекти. Останні дослідження також розглядають економічні переваги екологізації. Вони доводять, що інвестиції в екологічні технології не лише сприяють зменшенню забруднення, але й можуть призвести до зниження витрат в довгостроковій перспективі, покращуючи імідж компанії.

Глобальні ініціативи та співпраця. Багато досліджень підкреслюють важливість міжнародної співпраці для досягнення цілей сталого розвитку. Ініціативи, такі як «2050 Strategy for a Sustainable Maritime Transportation System», закликають до спільних зусиль для переходу до більш екологічних практик у судноплаванні.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Цифрові технології, такі як автоматизація, інтернет речей (IoT), великі дані та штучний інтелект, можуть суттєво вплинути на зниження негативного впливу морського транспорту на навколишнє середовище. Вони забезпечують більш ефективне управління, оптимізацію логістичних процесів, зменшення споживання пального, а також поліпшення моніторингу та управління екологічними ризиками.

Окрім того, адаптація до цифровізації може стати важливим конкурентним чинником для підприємств, які прагнуть відповідати сучасним вимогам сталого розвитку. Це дослідження прагне оцінити потенціал таких технологій у підвищенні екологічної

стійкості, визначити ключові напрямки їх впровадження в галузі, а також розглянути виклики та можливості, що виникають у процесі трансформації.

**Формування цілей статі (постановка завдання).** Актуальність дослідження обумовлена стрімким розвитком цифрових технологій, які все більше інтегруються в різні сфери економіки, зокрема в морський транспорт. У контексті глобальних екологічних викликів, таких як зміна клімату, забруднення океанів та зменшення природних ресурсів, важливість забезпечення екологічної стійкості підприємств стає надзвичайно актуальною.

Таким чином, результати дослідження можуть стати основою для розробки рекомендацій щодо інтеграції цифрових технологій у стратегії екологічної стійкості морського транспорту, що, в свою чергу, сприятиме збереженню екосистем морів та поліпшенню загального стану навколишнього середовища.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основні цілі досягнення стійкої енергетичної системи охоплюють створення взаємопов'язаних систем, що забезпечить інтегровані мережі для підтримки відновлюваних джерел енергії. Це сприятиме стабільності та гнучкості в розподілі енергії, що дозволить ефективніше використовувати ресурси та зменшити втрати.

Просування інновацій також відіграє важливу роль; розвиток сучасних технологій, таких як розумні мережі та накопичувачі енергії, підвищить надійність енергопостачання, зменшить витрати та сприятиме економічному зростанню завдяки новим робочим місцям у високих технологіях.

Збільшення енергоефективності є ще однією важливою метою. Стимулювання екологічності продукції в усіх сферах, від промисловості до побутової техніки, дозволить знизити загальне енергоспоживання та викиди, що, в свою чергу, допоможе досягти кліматичних цілей [6].

Декарбонізація газового сектора є ключовим завданням, що передбачає підтримку інтеграції між різними секторами, такими як газ, електроенергія та тепло. Це дозволить оптимізувати використання ресурсів, знизити вуглецевий слід і поліпшити стійкість енергетичної системи.

Розширення прав споживачів також має велике значення. Підтримка країн у боротьбі з енергетичною бідністю через програми субсидій та освітні ініціативи забезпечить доступ до чистої та доступної енергії, що підвищить

рівень життя і зменшить соціальну нерівність.

Важливим аспектом є просування енергетичних технологій та стандартів ЄС на міжнародній арені, що сприятиме обміну знаннями та кращими практиками між країнами.

Нарешті, розкриття потенціалу морської вітроенергетики через розвиток нових технологій та інвестицій призведе до значного збільшення частки відновлюваної енергії та створення нових робочих місць у цій сфері. Світове судноплавство продовжує стикатися з багатьма викликами, зокрема, з посиленням напруженості в торговій політиці та геополітичними конфліктами, намагаючись пристосуватися до змін у глобалізації. Крім того, галузі потрібно переорієнтуватися на більш екологічно стійкі моделі, зменшити викиди вуглецю та впроваджувати цифрові технології. Важливо, наскільки успішно судноплавство зможе врахувати ці взаємопов'язані фактори, оскільки це вплине на його здатність адаптуватися до змін у операційному та регуляторному середовищі, одночасно ефективно задовольняючи потреби міжнародної торгівлі [19].

Оптимізація ресурсів є ключовим аспектом, де цифрові технології, такі як розумні мережі, дозволяють у реальному часі відстежувати споживання та розподіл енергії. Це допомагає мінімізувати втрати та запобігати перевантаженням у мережах, що є критично важливим для сталого розвитку. Використання алгоритмів та машинного навчання також сприяє прогнозуванню споживання, що покращує планування та управління ресурсами.

Поліпшення енергоефективності реалізується завдяки інноваційним рішенням, таким як системи управління будівлями та розумні лічильники. Вони не лише знижують енергоспоживання, а й надають користувачам дані про витрати. Це сприяє усвідомленому споживанню та впровадженню енергоефективних практик, що в свою чергу знижує загальний вуглецевий слід.

Інтеграція з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ) стає можливою завдяки цифровізації, яка забезпечує гнучкість для включення сонячних і вітрових ресурсів в існуючу енергосистему. Використання систем зберігання енергії та розумного управління навантаженням допомагає компенсувати коливання у виробництві, забезпечуючи стабільність поставок і мінімізуючи залежність від викопних джерел.

Прозорість та участь споживачів підвищуються завдяки цифровим платформам, таким як мобільні програми та онлайн-сервіси. Вони



дозволяють споживачам отримувати актуальну інформацію про ціни, джерела енергії та своє споживання. Це не лише сприяє усвідомленому вибору постачальників і тарифів, але й дозволяє брати участь у програмах управління попитом, що додатково знижує навантаження на мережу. Вплив цифрових технологій на екологічну стійкість підприємств морського транспорту має кілька ключових аспектів:

Оптимізація маршрутів є важливим елементом, в якому цифрові рішення, зокрема системи управління флотом та аналітика великих даних, допомагають не лише покращити маршрути, але й враховувати погодні умови, течії та навантаження суден. Це забезпечує економію пального та скорочує час в подорожі, що, в свою чергу, призводить до зменшення викидів CO<sub>2</sub> і підвищує ефективність використання ресурсів.

Моніторинг викидів також відіграє ключову роль завдяки використанню датчиків і технологій IoT. Це дозволяє контролювати дотримання норм і виявляти джерела забруднення, що надає змогу швидко вживати заходів для зменшення викидів і підвищення екологічної відповідальності компаній.

Енергоефективність досягається за допомогою автоматизованих систем управління енергоспоживанням. Ці технології аналізують споживання енергії на борту суден і пропонують рекомендації щодо оптимізації витрат, включаючи можливість впровадження альтернативних джерел енергії, таких як вітрова або сонячна.

Удосконалення технічного обслуговування, завдяки прогнозуванню потреб за допомогою аналітики даних, допомагає знижувати частоту непередбачених поломок і подовжувати термін служби обладнання. Це не лише економить ресурси, а й зменшує ризик екологічних інцидентів, таких як витоки пального або небезпечних вантажів.

Нарешті, підвищення безпеки забезпечується завдяки цифровим системам автоматичного маневрування та моніторингу. Вони зменшують вплив людського фактора на прийняття рішень, що значно знижує ймовірність аварій. Інтеграція технологій для моніторингу навколишнього середовища також дозволяє оперативно реагувати на зміни, які можуть загрожувати екології, наприклад, при потрапленні небезпечних речовин в море.

Для підвищення ефективності вантажних перевезень необхідно впроваджувати інноваційні технології, такі як автоматизація процесів, використання розумних транспортних

систем і аналітики даних. Це дозволить зменшити затримки, оптимізувати маршрути та знизити витрати на перевезення. Крім того, важливо поліпшити інтеграцію різних видів транспорту, щоб забезпечити безперервність логістичних ланцюгів.

Стимулювання використання екологічних транспортних засобів і розвиток інфраструктури для відновлюваних джерел енергії також сприятимуть зменшенню викидів та покращенню екологічної ситуації. Спільні ініціативи між державними органами, приватним сектором та міжнародними партнерами можуть допомогти реалізувати ці заходи більш ефективно, створюючи умови для сталого розвитку вантажних перевезень у Європі та за її межами.

Основна мета морської галузі полягає в започаткуванні процесу змін для досягнення декарбонізації, одночасно підтримуючи економічний ріст. У майбутньому для забезпечення успішного та безперервного функціонування морського транспорту важливо рівномірно враховувати такі аспекти, як екологічна стійкість, дотримання регуляторних вимог та економічні інтереси. Незважаючи на невизначеність, пов'язану з майбутніми заходами з декарбонізації та їх впливом на логістичні витрати і торгівлю, в секторі потрібно продовжувати оновлення флоту, заміну старих суден, впровадження технологій з низьким викидом вуглецю, спрощення процедур перевезень на морському транспорті та підвищення ефективності роботи портів [19].

Затримки в портах часто вказують на їхню неефективність. Це зазвичай пов'язано з адміністративними та організаційними проблемами, що виникають під час митного оформлення товарів. Інвестування в цифровізацію та впровадження нових технологій може сприяти покращенню передбачуваності та надійності роботи портів, підвищуючи їх ефективність і скорочуючи час затримок [19].

Впровадження цифрових технологій у портах включає налагодження зв'язків між різними платформами та створення єдиного електронного порталу для представлення даних. Це дозволяє зібрати всю інформацію в одному місці, що спрощує доступ до необхідних даних для всіх учасників процесу. Взаємодія платформ для виконання зовнішньоторговельних і митних операцій з використанням стандартних форматів даних допомагає оптимізувати процеси, знижувати операційні витрати та підвищувати швидкість обробки вантажів.

Яскравим прикладом є система АСОТД (Автоматизована система обробки товарів та документів), яка модернізує митні процедури та спрощує міжнародну торгівлю.

Цифрові платформи АСОТД забезпечують безперешкодний обмін даними та інтеграцію процесів між регуляторними і митними органами, а також органами державного управління. Це дозволяє зменшити кількість паперових документів і скоротити час на їх обробку [19].

Механізм «єдиного вікна» АСОТД дає можливість учасникам торгівлі подавати імпорتنі та експортні документи в електронному форматі через єдиний інтерфейс. Це не тільки спрощує процедури, але й зменшує ймовірність помилок, пов'язаних із заповненням документів. У результаті підвищується ефективність роботи портів, зменшуються затримки та поліпшується обслуговування клієнтів.

Крім того, впровадження цифрових технологій забезпечує прозорість як для учасників торгівлі, так і для працівників митних органів. Це дозволяє відстежувати статус вантажів у режимі реального часу, що сприяє кращому плануванню та управлінню ланцюгами постачання. Завдяки цим інноваціям порти можуть більш ефективно реагувати на зміни в попиті та забезпечувати стабільність у своїй роботі.

Нові екологічні вимоги можуть спричинити додаткову бюрократичну тяганину та збільшення перевірок під час імпорту товарів. Механізм прикордонного коригувального вуглецевого податку (МПКУП) є одним із інструментів програми «зеленого курсу», спрямованим на мобілізацію фінансових ресурсів для секторів, які сприяють зміні клімату.

Прикордонні відомства матимуть обов'язок надавати дані про викиди вуглецю, що виникають під час виробництва продукції, використовуючи сертифікати, передбачені МПКУН, які відповідають одній тонні викидів CO<sub>2</sub>. Адміністративні процедури, пов'язані із сертифікацією товарів у рамках цього механізму, будуть здійснюватися до перетину кордону.

Механізми, пов'язані з викидами вуглецю, можуть суттєво змінити процеси спрощення торгових процедур та збільшити кількість вимог, які необхідно буде дотримуватися під час митного оформлення товарів. Це, у свою чергу, може ускладнити процеси для імпортерів, які змушені будуть адаптуватися до нових умов, а також підвищити витрати на виконання цих вимог. Всі ці фактори можуть негативно вплинути на

конкурентоспроможність підприємств морського транспорту.

Морські порти виконують важливу роль у глобальних ланцюгах постачання, а також у можливостях країн торгувати товарами, сировиною та енергією. Вони є ключовими вузлами, які забезпечують ефективний обмін продукцією між різними регіонами світу, сприяючи розвитку економіки та міжнародної торгівлі. Завдяки своїй інфраструктурі та технологічним можливостям вони забезпечують швидкість і надійність у доставці вантажів, що є критично важливим для конкурентоспроможності країн на світовій арені.

Крім того, морські порти також відіграють важливу роль у підтримці екологічної стійкості, впроваджуючи інноваційні технології для зменшення викидів та підвищення енергоефективності. Сучасні порти адаптуються до нових екологічних вимог і стандартів, що дозволяє зменшити їхній вуглецевий слід та вплинути на загальну стійкість ланцюгів постачання.

В умовах глобалізації та змін у торгових політиках, порти також стають центрами для розвитку нових сервісів, таких як логістичні рішення, складування та обробка вантажів. Це допомагає країнам максимально використовувати свої ресурси та знижувати витрати на транспортування.

Таким чином, порти не лише сприяють міжнародній торгівлі, але й виконують важливу функцію в забезпеченні економічного розвитку, впроваджуючи інновації та підтримуючи стійкість у динамічному глобальному середовищі.

Згідно з даними ЮНКТАД, понад 80% обсягу міжнародної торгівлі товарами здійснюється морським транспортом, причому для багатьох країн, що розвиваються, цей відсоток ще вищий. Це свідчить про критичну роль морських перевезень у глобальній економіці, адже саме вони забезпечують доставку товарів між країнами, сприяючи розвитку торгівлі та інтеграції ринків. Морський транспорт є не лише економічно вигідним, але й часто більш екологічно ефективним способом перевезення вантажів у порівнянні з іншими видами транспорту. Це підкреслює важливість подальшого вдосконалення портової інфраструктури та логістичних рішень для підтримки зростаючих обсягів торгівлі в умовах глобалізації [19].

Порти є життєво важливим елементом морського ланцюга створення вартості та відіграють ключову роль у забезпеченні та

стимулюванні екологізації та декарбонізації морського сектора. Вони не тільки виконують функцію важливих логістичних вузлів, але й стають центрами впровадження інноваційних технологій, спрямованих на зменшення викидів та підвищення енергоефективності.

У контексті глобальних екологічних викликів морські порти мають можливість запроваджувати стратегії, які сприяють переходу до більш сталих практик у судноплаванні. Це включає модернізацію інфраструктури, впровадження альтернативних джерел енергії, таких як електрика та водень, а також розвиток розумних технологій для моніторингу та управління викидами.

Таким чином, морські порти стають не лише важливими ланками в глобальній торгівлі, а й активними учасниками у формуванні екологічно чистого та сталого морського сектора, що відповідає сучасним вимогам щодо охорони навколишнього середовища.

Морські порти тісно пов'язані з судноплавною галуззю, у якій також є вимоги щодо екологізації та декарбонізації. Процес декарбонізації судноплавання вимагає значних інвестицій в портову інфраструктуру. Вкладення в цю інфраструктуру можуть безпосередньо сприяти екологізації морської галузі, адже модернізація портів дозволяє впроваджувати нові технології, зменшувати викиди та покращувати енергоефективність.

Завдяки таким інвестиціям порти можуть стати не лише центрами логістики, а й платформами для реалізації екологічних ініціатив, спрямованих на досягнення цілей сталого розвитку. Це, в свою чергу, підтримує переходи до більш чистих видів пального та інноваційних рішень, що зменшують негативний вплив на навколишнє середовище.

**Висновки.** Підприємства морського транспорту впливають на стан навколишнього середовища та зміну клімату, а також самі є вразливими до екологічних умов і кліматичних змін. Вони можуть бути джерелом забруднення через викиди від суден, а також через використання енергії та ресурсів, що негативно позначається на екосистемах. Водночас вони піддаються ризикам, пов'язаним із змінами клімату, такими як підвищення рівня моря, екстремальні погодні явища та зміни в морських течіях. Ці фактори можуть вплинути на їхню інфраструктуру, операційні процеси та загальну ефективність роботи.

Тому важливо, щоб підприємства морського транспорту впроваджували стратегії адаптації та зменшення негативного впливу

на навколишнє середовище, зокрема через модернізацію технологій, впровадження екологічно чистих практик та збереження природних ресурсів.

Екологічні норми та стандарти відіграють надзвичайно важливу роль у зменшенні негативних наслідків діяльності підприємства морського транспорту. Вони забезпечують контроль за викидами в атмосферу, очищенням стічних вод, утилізацією твердих відходів та вжиттям заходів для зменшення рівня шуму. Ці норми є обов'язковими з юридичної точки зору і сприяють створенню більш екологічно чистого та сталого середовища.

Політика «зелених портів» на національному рівні виступає основою для розробки стратегій, які реалізують оператори та власники портів. Ця політика сприяє впровадженню екологічно чистих технологій та практик, що зменшують негативний вплив на навколишнє середовище.

Вона дозволяє портам встановлювати власні цілі щодо зниження викидів, покращення енергоефективності та впровадження інноваційних рішень. Завдяки такій політиці порти можуть стати більш стійкими, адаптуючи свою діяльність до вимог сталого розвитку і змінюючи підходи до управління ресурсами. Це не лише покращує екологічні показники, але й підвищує конкурентоспроможність портів на міжнародній арені.

Дотримання екологічних стандартів не лише допомагає зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, але й покращує загальну репутацію підприємств. Це, в свою чергу, може призвести до підвищення конкурентоспроможності, оскільки все більше компаній віддають перевагу співпраці з партнерами, які дотримуються екологічних вимог. Таким чином, екологічні норми стають важливим інструментом для забезпечення сталого розвитку інфраструктури підприємств морського транспорту та морської діяльності [15].

Цифрові технології значно сприяють екологічній стійкості підприємств морського транспорту, впливаючи на різні аспекти їхньої діяльності. Завдяки моніторингу у реальному часі та використанню IoT, судна можуть зменшити витрати пального і викиди CO<sub>2</sub>. Оптимізація маршрутів через штучний інтелект знижує споживання ресурсів, а електронний документообіг мінімізує використання паперу.

Автоматизація управлінських процесів підвищує ефективність та зменшує негативний вплив на довкілля. Впровадження відновлювальних джерел енергії та екологічна про-

зорість через цифрові платформи сприяють сталому розвитку. Залучення зацікавлених сторін через соціальні медіа підвищує обізнаність про важливість екологічної відповідальності.

Таким чином, цифрові технології відкривають нові горизонти для підвищення екологічної стійкості підприємств морського транспорту, забезпечуючи більш ефективне та екологічне використання ресурсів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Воркунова О. В., Ярова Н. В., Яровий В. І. Економічна безпека підприємств морського транспорту в умовах цифровізації. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. Одеса, 2024. № 1(86). С. 37–52. URL: <https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/view/508>
2. Дергачова Г. М., Колешня Я. О. Цифрова трансформація бізнесу : сутність, ознаки, вимоги та технології. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2020. №. 17. С. 280–290.
3. Корнієнко О. П. Морський транспорт в період четвертої індустріальної революції. *Регіональна економіка та управління*. 2021. № 4 (34). С. 67–71.
4. Кулішова О., Котенко В., Яковцев С. Перспективи впровадження цифрових технологій у процеси управління операційною безпекою морських портів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2022. № 11. С. 76–85. DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2022.11.11>
5. Мурад'ян А. О., Демидюков О. В. Особливості розвитку морських портів в умовах цифрових трансформацій : закордонний досвід. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33(72). № 6. С. 247–252. URL: [https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/6\\_2022/40.pdf](https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/6_2022/40.pdf)
6. Пядишев В. Г. (2023). Питання вдосконалення кібербезпеки морського транспорту: зарубіжний досвід. *Морська безпека*. 2023. № 1. С. 78–86. DOI: <https://doi.org/10.32782/msd/2023.1.10>
7. Ярова Н. В., Воркунова О. В., Куликов Д. В. Енергоефективність підприємств портової галузі України. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. Одеса. 2024. № 2(87). С. 34–46. URL: <https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/view/525>
8. Ярова Н. В., Воркунова О. В., Куликов Д. В. Підвищення енергоефективності морських портів // *Modern research in science and education. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference*. BoScience Publisher. Chicago, USA. 2023. Pp. 1016–1019. URL: <https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-science-and-education-9-11-11-2023-chikago-ssha-arhiv/>
9. Ярова Н. В., Воркунова О. В., Яровий В. І. Цифровізація морської галузі. *Abstracts of III International Scientific and Practical Conference*. Prague, Czech Republic. 2023. Pp. 42–43. URL: <https://eu-conf.com/events/scientific-opinions-on-modern-methods-of-solving-problems/>
10. Ярова Н. В., Угрік І. С. Діджиталізація контейнерних перевезень : тези доп. 75-ої студ. наук.-техн. конф. ОНМУ, м. Одеса, 27–28 квітня 2022 р. Одеса, 2022. С. 220–221. URL: [https://www.onmu.odessa.ua/images/university/news/75-Student\\_conf\\_spring\\_programm\\_2022\\_2.pdf](https://www.onmu.odessa.ua/images/university/news/75-Student_conf_spring_programm_2022_2.pdf) URL: [https://www.onmu.odessa.ua/images/university/news/75-Student\\_conf\\_spring\\_artic\\_2022\\_1.pdf](https://www.onmu.odessa.ua/images/university/news/75-Student_conf_spring_artic_2022_1.pdf)
11. Яровий В. І. Інновації та цифровізація економіки. Проблеми і перспективи розвитку транспорту : матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених : програма. Одеса : ОНМУ, 2024. URL: [https://onmu.org.ua/images/university/news/XII\\_conf\\_trans\\_online\\_2024\\_progr.pdf](https://onmu.org.ua/images/university/news/XII_conf_trans_online_2024_progr.pdf)
12. Adabere, Sandra & Owusu Kwateng, Kwame & Dzidzah, Esther & Kamewor, Francis. (2021). Information technologies and seaport operational efficiency. *Marine Economics and Management*. [https://www.researchgate.net/publication/354819152\\_Information\\_technologies\\_and\\_seaport\\_operational\\_efficiency](https://www.researchgate.net/publication/354819152_Information_technologies_and_seaport_operational_efficiency)
13. Evripidis P. Kechagias, Georgios Chatzistelios, Georgios A. Papadopoulos, Panagiotis Apostolou, Digital transformation of the maritime industry: A cybersecurity systemic approach. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 37, 2022, 100526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2022.100526>
14. Gavalas, Dimitris, Syriopoulos, T. & Roumpis E. Digital adoption and efficiency in the maritime industry. *J. shipp. trd.* 7, 11 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1186/s41072-022-00111-y>
15. Green Ports Fund & Financing Initiative. Asian Development Bank. 27 July 2023. URL: <https://az659834.vo.msecnd.net/events/asia/prod/production-adb-public/6e812c23af374512a4e05f7077b29870>
16. Jović, M., Tijan, E., Vidmar, D., Pucihar, A., 2022b. Factors of Digital Transformation in the Maritime Transport Sector. *Sustainability*, 14 (15), 9776.
17. Impact of Disruptive Technologies on Maritime Trade and Maritime Industry Blockchain, 3D Printing, e-Commerce & Battery Technology (for Harbour Craft). Singapore. URL: [https://www.researchgate.net/publication/343211774\\_Impact\\_of\\_Disruptive\\_Technologies\\_on\\_Maritime\\_Trade\\_and\\_Maritime\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/343211774_Impact_of_Disruptive_Technologies_on_Maritime_Trade_and_Maritime_Industry)



18. International Convention for the prevention of Pollution from Ships, 1973 (MARPOL 1973) (Consolidated Edition, 2012). URL: <https://www.imo.org/en/GoogleSearch/SearchPosts/Default.aspx?q=MARPOL%201973>
19. Review of Maritime Transport 2021 – UNCTAD. Geneva. URL: [https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/5\\_2022/48.pdf](https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/5_2022/48.pdf)
20. Zeeshan Raza, Johan Woxenius, Ceren Altuntas Vural, Mikael Lind, Digital transformation of maritime logistics: Exploring trends in the liner shipping segment, *Computers in Industry*, Volume 145, 2023, 103811, ISSN 0166-3615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103811>
21. Yarova Nina, Baryshnikova Vira, Moskalenko Dmytro & Nikiforov Vyacheslav. Development of container transportation on the danube: current trends // Challenges and problems of modern science. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. London, United Kingdom. 2023. Pp. 12–15. URL: <https://conference-w.com/>

## REFERENCES:

1. Vorkunova O. V., Yarova N. V. & Yarovy V. I. (2024) Ekonomichna bezpeka pidpriemstv morskoho transportu v umovakh tsyfrovizatsii [Economic security of maritime transport enterprises in conditions of digitalization]. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti – Development of transport management and management methods*, 1(86), 37–52. Available at: <https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/view/508> [in Ukrainian].
2. Derhachova H. M. & Koleshnia Ya. O. (2020). Tsyfrova transformatsiia biznesu : sutnist, oznaky, vymohy ta tekhnolohii [Digital transformation of business: essence, features, requirements and technologies]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut» – Economic Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*, 17, 280–290 [in Ukrainian].
3. Korniienko O. P. (2021). Morskyi transport v period chetvertoi industrialnoi revoliutsii [Sea transport during the fourth industrial revolution]. *Rehionalna ekonomika ta upravlinnia – Regional economy and management*, 4 (34), 67–71 [in Ukrainian].
4. Kulishova, O., Kotenko, V. & Yakovtsev, S. (2022). Perspektyvy vprovadzhennia tsyfrovyykh tekhnolohii u protsesy upravlinnia operatsiinoiu bezpekoiu morskykh portiv [Prospects for the implementation of digital technologies in the operational security management processes of seaports]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika*, 11, 76–85. DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2022.11.11> [in Ukrainian].
5. Muradian, A.O. & Demydiukov, O.V. (2022). Osoblyvosti rozvytku morskykh portiv v umovakh tsyfrovyykh transformatsii: zakordonnyi dosvid [Peculiarities of the development of sea ports in the conditions of digital transformations: foreign experience]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky – Scientific notes of TNU named after V.I. Vernadsky*. Tom 33 (72). № 6. 247–252. Available at: [https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/6\\_2022/40.pdf](https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/6_2022/40.pdf) [in Ukrainian].
6. Piadyshev V. H. (2023). Pytannia vdoskonalennia kiberbezpeky morskoho transportu: zarubizhnyi dosvid [The issue of improving maritime transport cyber security: foreign experience]. *Morska bezpeka – Maritime safety*, 1, 78–86. DOI: <https://doi.org/10.32782/msd/2023.1.10>
7. Iarova N. V., Vorkunova O. V. & Kulykov D. V. (2024). Enerhoefektyvnist pidpriemstv portovoi haluzi Ukrainy [Energy efficiency of port industry enterprises of Ukraine]. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti – Development of transport management and management methods*, 2(87), 34–46. Available at: <https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/view/525>
8. Yarova, N.V., Vorkunova, O.V., & Kulykov, D.V. (2023). Pidvyshchennia enerhoefektyvnosti morskykh portiv [Increasing the energy efficiency of sea ports]. *Modern research in science and education*. (pp. 1016–1019). Chicago, USA. [in Ukrainian]. Available at: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/11/MODERN-RESEARCH-IN-SCIENCE-AND-EDUCATION-9-11.11.2023.pdf> [in Ukrainian].
12. Adabere, Sandra & Owusu Kwateng, Kwame & Dzidzah, Esther & Kamewor, Francis. (2021). Information technologies and seaport operational efficiency. *Marine Economics and Management*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/354819152\\_Information\\_technologies\\_and\\_seaport\\_operational\\_efficiency](https://www.researchgate.net/publication/354819152_Information_technologies_and_seaport_operational_efficiency)
13. Evripidis P. Kechagias, Georgios Chatzistelios, Georgios A. Papadopoulos, Panagiotis Apostolou, Digital transformation of the maritime industry: A cybersecurity systemic approach, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Volume 37, 2022, 100526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2022.100526>.
14. Gavalas, Dimitris, Syriopoulos, T. & Roumpis E. Digital adoption and efficiency in the maritime industry. *J. shipp. trd.* 7, 11 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1186/s41072-022-00111-y>
15. Green Ports Fund & Financing Initiative. Asian Development Bank. 27 July 2023. Available at: <https://az659834.vo.msecnd.net/eventsaireasiaprod/production-adb-public/6e812c23af374512a4e05f7077b29870>

16. Jović, M., Tijan, E., Vidmar, D., Pucihar, A., 2022b. Factors of Digital Transformation in the Maritime Transport Sector. *Sustainability* 14 (15), 9776.
17. Impact of Disruptive Technologies on Maritime Trade and Maritime Industry Blockchain, 3D Printing, e-Commerce & Battery Technology (for Harbour Craft). Singapore. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/343211774\\_Impact\\_of\\_Disruptive\\_Technologies\\_on\\_Maritime\\_Trade\\_and\\_Maritime\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/343211774_Impact_of_Disruptive_Technologies_on_Maritime_Trade_and_Maritime_Industry)
18. International Convention for the prevention of Pollution from Ships, 1973 (MARPOL 1973) (Consolidated Edition, 2012). Available at: <https://www.imo.org/en/GoogleSearch/SearchPosts/Default.aspx?q=MARPOL%201973>
19. Review of Maritime Transport 2023 – UNCTAD. Geneva. Available at: [https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023_en.pdf)
20. Zeeshan Raza, Johan Woxenius, Ceren Altuntas Vural, Mikael Lind, Digital transformation of maritime logistics: Exploring trends in the liner shipping segment, *Computers in Industry*, Volume 145, 2023, 103811, ISSN 0166-3615, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103811>.
21. Yarova Nina, Baryshnikova Vira, Moskalenko Dmytro & Nikiforov Vyacheslav. Development of container transportation on the danube: current trends // Challenges and problems of modern science. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. London, United Kingdom. 2023. Pp. 12–15. Available at: <https://conference-w.com/>