



УДК 656.6:681.5:001.6

[https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-6\(6\)-890-901](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-6(6)-890-901)

Стовба Тетяна Анатоліївна кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки та морського права, Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039, тел.: (099) 713–08–13, <https://orcid.org/0000-0003-2433-1122>

ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО МОРСЬКИХ СУДЕН

Анотація. Морський транспорт сприяє здійсненню міжнародної торгівлі (його вантажопотоки найбільші у світі), створенню робочих місць, стимулює надходження інвестицій в розвиток інфраструктури, прибережних територій та острівних регіонів.

Мета статті – узагальнити досвід впровадження результатів наукових досліджень світу щодо модернізації наявних та створення новітніх морських суден, визначити їх економічні та екологічні наслідки щоб усвідомити логіку розвитку морських суден і ухвалювати ефективні рішення при розбудові як іноземних, так і для вітчизняних судноплавних компаній.

Визначено ефективні альтернативні види суднового пального: LNG, аміак, метанол. Доведено, що відновлювані джерела енергії – сонячні панелі, вітрогенератори зменшують витрати на енергію.

Доведено, що новітні судові двигуни та системи утилізації тепла підвищують паливну ефективність. Цифровізація сприяє оптимізації курсу суден завдяки використанню великих масивів даних про погоду, течії та інші умови, що дозволяє скоротити тривалість перевезення та витрати на пальне. Відзначено, що автоматизація систем управління процесами на судні (системи баласту, клімат-контроль та ін.) знижує споживання енергії та витрати на обслуговування.

Підкреслено, що використання датчиків та аналітичних платформ для прогнозування несправностей та визначення оптимального часу для технічного обслуговування знижує витрати на ремонт та простой судна. Встановлено, що застосування дронів з метою інспекції стану корпусу судна та іншого обладнання зменшує витрати на ремонт та підвищує безпеку екіпажу, судна, вантажу.

Запропоновано розробляти композитні матеріали із заданими властивостями і друкувати різні частини судна на 3D принтері, що знижує вагу, скорочуючи тим самим витрати на пальне, прискорює ремонт. Доведено, що





спеціальні покриття підводної частини корпусу судна знижують тертя з водою, підвищують ефективність руху та знижують витрати на паливе.

Ключові слова: морські судна, альтернативні види та джерела пального, енергоефективні суднові двигуни, цифровізація та автоматизація, інтелектуальні системи технічного обслуговування, інноваційні матеріали та технології для будівництва та ремонту морських суден.

Stovba Tetyana Anatoliyivna Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Economics and Maritime Law Department, Kherson State Maritime Academy, St. Kanatna, 99, Odesa, 65039, <https://orcid.org/0000-0003-2433-1122>

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SCIENTIFIC RESEARCH RESULTS COMMERCIALIZATION ON SEA SHIPS

Abstract. Maritime transport promotes international trade (its cargo flows are the largest in the world), creates jobs, stimulates investment in the development of infrastructure, coastal territories and island regions.

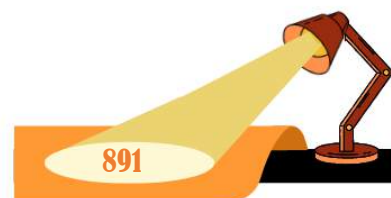
The article is aimed at generalizing the experience of implementation of the results of scientific research of the world on modernization of existing and creation of the latest marine vessels. The goal is to determine their economic and environmental impacts in order to comprehend the reasoning behind the development of marine boats and to make effective decisions in the development of both foreign and domestic shipping companies.

Effective alternative types of marine fuel were studied: LNG, ammonia, methanol. It is proved that renewable energy sources – solar panels and wind generators reduce energy costs.

It is proved that the latest ship engines and heat recovery systems increase fuel efficiency. Furthermore, it is noted that digitalization contributes to the optimization of the course of ships by using large amounts of data on weather, currents and other conditions, which reduces the duration of transportation and fuel costs. It is noted that the automation of process control systems on the ship (ballast systems, climate control, etc.) reduces energy consumption and maintenance costs.

It is emphasized that the use of sensors and analytical platforms to predict faults and determine the optimal time for maintenance reduces repair costs and vessel downtime. It is established that the use of drones to inspect the condition of the hull of the vessel and other equipment reduces repair costs and increases the safety of the crew, vessel and cargo.

It is proposed to develop composite materials with given properties and print various parts of the vessel on a 3D printer, which reduces weight, thereby reducing fuel costs, speeds up repairs. It is proved that special coatings of the underwater part of the ship's hull reduce friction with water, increase traffic efficiency and reduce fuel costs.





Keywords: sea vessels, alternative fuels and sources of marine fuel, energy efficient marine engines, digitalization and automation, intelligent maintenance systems, innovative materials and technologies for building and repairing sea ships.

Постановка проблеми. Перевезення вантажів морськими суднами відбувається багато століть. Технології перевезень постійно вдосконалюються та поширюються: наразі понад 80% вантажів у світі транспортують морськими шляхами [1]. Такий потужний вантажопотік забезпечує 55 000 торговельних суден, у т.ч. 15 106 суден для перевезення генеральних вантажів, 12 258 суден – для навалювальних вантажів, 7 350 танкерів – для сирової нафти, 7 027 ролкерів, 5 664 танкера для хімічних речовин, 5 307 контейнеровозів і 2 031 танкер для скрапленого природного газу [2]. Структура світової морської торгівлі наступна: 52% вантажів перевозять контейнеровозами, 22% – танкерами, 20% – багатоцільовими суднами і 6% – навалювальних вантажів [2].

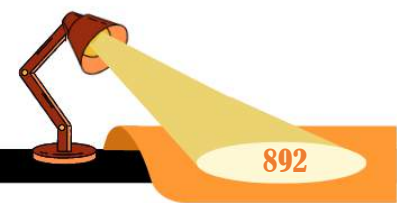
Морський транспорт у глобальній економіці сприяє забезпеченню міжнародної торгівлі, створенню робочих місць, інвестиціям в інфраструктуру, розвитку прибережних територій та острівних регіонів. Тому важливо розуміти логіку розвитку морських суден для того, щоб враховувати при розбудові як іноземних, так і для вітчизняних судноплавних компаній.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливості технологічної модернізації морського транспорту висвітлила Федулова Л.І. [3]. Кірсанова В.В., Биковець Н.П., Бражник І.Д. проаналізували інновації в судноплаванні, які дозволяють скоротити викиди вуглецю в атмосферу [4]. Мельник О. та ін. дослідили смарт технології, які покликані зробити судноплавання більш безпечним та ефективним [5]. Аналіз останніх публікацій щодо результатів наукових досліджень у судноплаванні продемонстрував їх спрямованість на достатньо вузьку тематику та дозволив припустити, що варто узагальнити та систематизувати окремі новітні наукові та практичні здобутки для того, щоб впоратися з викидами шкідливих речовин з морських суден та приборкати зростаючу кліматичну кризу, підвищити економічну ефективність експлуатації морського транспорту.

Мета статті – узагальнити досвід впровадження результатів досліджень провідних організацій та науковців світу щодо модернізації існуючого морського транспорту та створення новітніх суден, визначити ймовірні економічні та екологічні наслідки від їх реалізації, що сприятиме розумінню логіки розвитку морської галузі при розбудові як іноземних, так і для вітчизняних судноплавних компаній.

Виклад основного матеріалу. Екологи ЄС б'ють на сполох щодо обсягів вихлопних газів та інших забруднювачів, які виробляють судові енергетичні установки (СЕУ).

Варто зазначити, що вуглецеві викиди на морських судах менші порівняно з іншими видами транспорту. Вони складають лише 3% від загального обсягу викидів, водночас на легковому автотранспорті – 6%, на вантажівках і





залізничному транспорті – 4% [6, с.323]. Проте навіть такі цифри щодо викидів з морських суден змушують замислитись над зменшенням їхньої кількості. Зокрема, обсяг викидів вуглецевого газу з морських суден перевищує загальну кількість викидів цілої країни – Німеччини. При транспортуванні пари взуття з Китаю до Північної Європи морським шляхом виділяється стільки ж вуглецю, скільки викидає автомобіль, проїхавши лише два кілометри [6, с.323].

Започатковано новий напрям – синя економіка, яка охоплює експлуатацію, збереження та регенерацію морського середовища. В її рамках одним із ключових напрямків розвитку судноплавства є декарбонізація та впровадження екологічно чистих технологій. Тому вимоги щодо скорочення викидів шкідливих речовин із суден були посилені Міжнародною морською організацією (ММО). Комітет із охорони морського середовища ММО (MEPC 80) ухвалили рішення досягти нульових викидів парникових газів до 2050 року [7]. Судна, які до цього терміну не відповідатимуть вимогам Carbon Intensity Indicator, будуть виведені з експлуатації. Можливий вихід із ситуації – використання пального з низьким вмістом вуглецю.

Проаналізуємо результати наукових досліджень, які пройшли випробування або плануються до впровадження на вантажних суднах з метою підвищення економічності та екологічності морських перевезень (рис. 1).

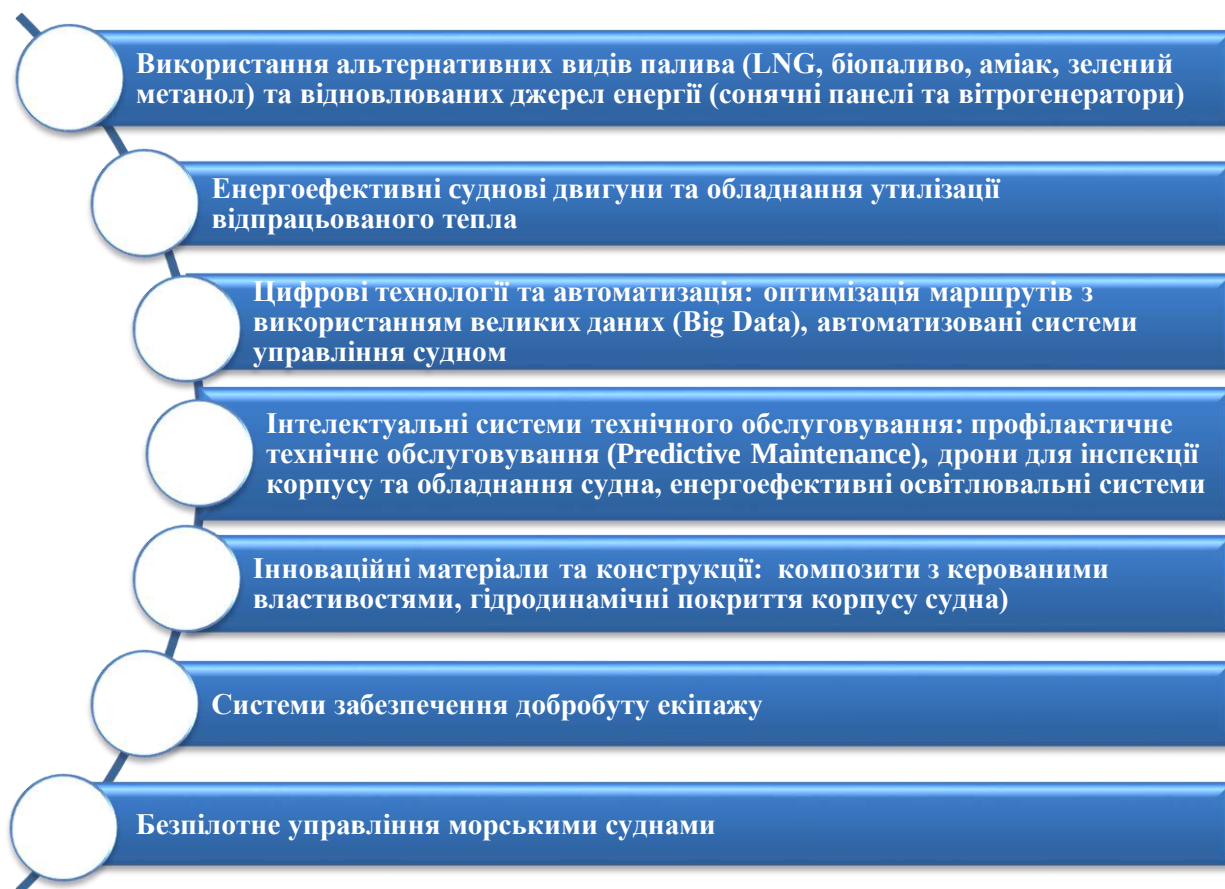
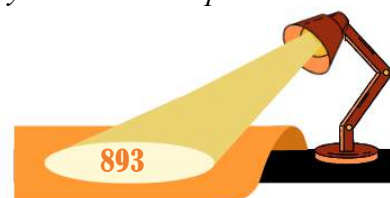


Рис. 1 Напрями наукових досліджень на морських суднах

Джерело: Сформульовано автором





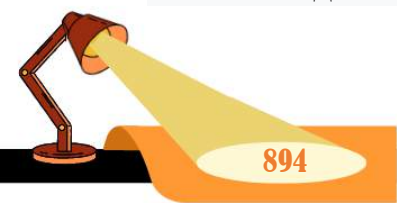
Зокрема, для скорочення забруднення повітряного басейну викидами вуглецю з суднових енергетичних установок компанія APM–Maersk запровадила «малий хід» – зменшення швидкості суден з 25 до 20 вузлів, знизивши таким чином витрати пального на 40% (витрати на пальне становлять 70–75% у структурі експлуатаційних витрат судна) та викиди вуглецю майже на 10%. Щоб не втратити вантажообіг через зростання тривалості переходу APM–Maersk збільшила кількість морських суден на лініях.

З часом морський транспорт стає більш енергозберігаючим та безпечним і дружнім для довкілля. Для зменшення викидів вуглецю судовласники роблять вдалі спроби переходу на використання альтернативних видів пального замість вуглеводнів. Бункерування морських суден скрапленням природним газом (Liquefied natural gas – LNG) є одним із можливих варіантів відмови від вуглеводнів. LNG є більш екологічним та економічним паливом порівняно із традиційним мазутом. LNG дозволяє знизити витрати на пальне на 20 – 30%, скоротити викиди шкідливих речовин (за експертними оцінками SO_x на 90 – 95%, NO_x на 80 – 85%, CO₂ на 20 – 25%) і, таким чином, покращити економічні показники суден завдяки вищій енергоефективності. Головний стримуючий чинник використання LNG на суднах – необхідний достатньо великий простір для криогенних ємностей із запасами LNG. Порівняно з традиційним нафтовим паливом рівня за енергетичним вмістом кількість LNG вимагає у 1,9 рази більшого обсягу. З урахуванням теплоізоляції ємностей обсяг зростає у 2,3 рази, а якщо встановити ємності для зберігання LNG усередині корпусу судна – у 4 рази, що зменшує кількість вантажу для перевезення.

На танкерах (а також залізничних поромах, де є вільна від вантажу верхня палуба або трюмні приміщення без розміщення вантажу) проблему обсягу ємностей для газового пального вирішують розташуванням криогенних контейнерів на вантажній палубі (у трюмі порома), а на суховантажах та суднах допоміжного флоту це можливо за рахунок зменшення розмірів вантажних трюмів (або корисних підпалубних обсягів). Другий стримуючий чинник – через дефіцит доступного обсягу пального автономність суден–газоходів зазвичай не перевищує 10 діб.

Розглядається можливість додавання до LNG біогазу, оскільки досягти 50% скорочення шкідливих викидів у найближчому майбутньому лише завдяки використанню скрапленого природного газу неможливо [8, с.142]. Біопаливо є відновлюваним ресурсом і зменшує залежність від викопного палива. Використання біопалива дозволить знизити витрати на пальне у довгостроковій перспективі та зменшити екологічний слід.

При спалюванні аміаку виділяється лише водяна пара та азот і не утворюються шкідливі речовини [9]. Але використання аміаку як пального вимагає: адаптації до нього суднових двигунів; особливих умов зберігання та





транспортування через його високу токсичність та корозійність; вжиття посилених заходів безпеки під час його використання.

Метанол – дешеве паливо, яке є в достатній кількості в усьому світі, зокрема майже у всіх великих портах. ММО оцінює його як четвертий найбільш важливий вид морського суднового палива [8, с.154-155; 9; 10]. У 2023 р. фахівці підтвердили, що метанол вже доступний у 122 портах світу [10].

Для використання метанолу потрібне незначне переобладнання існуючих суднових двигунів. Разом з тим вимоги щодо заходів безпеки при зберіганні та транспортуванні зазвичай менші, ніж для аміаку або водню. Існують різні технології отримання метанолу, але використання саме зеленого метанолу, який отримують з біомаси (деревини, соломи або відходів сільсько-господарського виробництва), дозволяє скоротити викиди CO₂ до 88 % [11, 12].

Зелений метанол наразі є дорожчим (він поки не доступний у великих кількостях) за дизельне пальне. Він легко розчиняється у воді та швидко біологічно розкладається. Розроблені правила та норми, що стосуються використання метанолу як суднового палива у формі IMO MSC.1-Circ.1621 [13]. Його бункерування вимагає лише незначних змін для пристосування до існуючої портової інфраструктури. Метанол при атмосферному тиску має рідкий стан, тому його можна зберігати в резервуарах, подібних для зберігання дизельного пального. Головний стримуючий фактор – при переобладнанні суден на використання метанолу знайти додаткове місце для розміщення паливних цистерн на судні, оскільки для роботи головного двигуна потрібний у 2,5 рази більший об'єм запасів метанолу, ніж дизельного пального [10].

Новітні суднові двигуни сприяють підвищенню паливної ефективності та зниженню викидів, оскільки на думку експертів-механіків використовують на 10 – 15% менше пального для досягнення тих самих результатів, що й старі моделі. За оцінками експертів економія пального для великого судна дорівнюватиме щороку майже 500 тис. дол. Варто зазначити, що тут і нижче проєктні розрахунки експертів виконані для великого судна на рік без деталізації, оскільки існує багато типів суден із різними лінійними розмірами, обладнанням, мінімальним безпечним складом екіпажу, умовами експлуатації, тривалістю та географією рейсу, погодою та ін. чинниками, які необхідно враховувати.

Завдяки системам утилізації тепла на судні, які передбачають використання відпрацьованого тепла для додаткового вироблення енергії, відбуватиметься зниження експлуатаційних витрат на енергію. Експерти вважають, що можлива економія витрат на енергію складатиме 8 – 12% або майже 200 тис. дол. на рік.

Обладнання морського транспорту додатковими засобами і установками для утилізації або знешкодження деяких видів відходів, а також для





тимчасового накопичення частини відходів із наступною задачею їх на березі для утилізації або переробки дозволить зменшити засмічування довкілля.

Оптимізація курсу судна завдяки збору та аналізу великих масивів даних про погоду, течії та ін. умов дозволить скоротити тривалість переходу, споживання пального на 5–10%, що для великого контейнеровозу за експертними розрахунками щороку дорівнюватиме майже 300 тис. дол.

Так, компанія DeepSea розробила платформу із використанням штучного інтелекту, яка завдяки збору даних у режимі реального часу під час навігації створює надзвичайно точну модель для оптимізації продуктивності вантажного судна щодо споживання пального (економія становить 8%–12%), швидкості, диференту, обростання підводної частини корпусу водоростями та черепашками та ін. з урахуванням погодних умов, технічних характеристик судна, що також сприяє підвищенню його безпеки під час експлуатації [14].

Впровадження автоматизованих систем управління різними процесами на судні (системи баластної води, клімат–контроль тощо) знижує споживання енергії та витрати на обслуговування на 5–7% або приблизно на 150 тис. дол. на рік.

Використання датчиків та аналітичних платформ для прогнозування несправностей та вибору оптимального часу для профілактичного технічного обслуговування знижує витрати на ремонт та простої судна на 20–30% або приблизно 200 тис. дол. щороку для великого судна.

Застосування дронів для інспекції корпусу судна та іншого обладнання дозволить виявляти проблеми на ранніх стадіях і отримати економію на ремонті на 40–50% або до 100 тис. дол. на рік, що також забезпечить підвищення безпеки екіпажу, судна, вантажу.

Енергія вітру з давніх давен використовується на морських судах. Існують новітні варіанти використання енергії вітру – летюче вітрило, роторне вітрило, жорсткі вітрила, суміщені з сонячними панелями та ін. [8, с.146]. Встановлення сонячних панелей та вітрогенераторів на судах дозволяє використовувати відновлювану енергію для живлення різних систем, знижуючи залежність від традиційного пального та зменшуючи витрати на електроенергію до 10 – 15% або на 50 тис. дол. на рік.

Використання світлодіодних (LED) освітлювальних систем знижує споживання електроенергії за прогнозом експертів на 30–50% або до 20 тис. дол. на рік, а також збільшує термін служби освітлювального обладнання.

Спорудження морських суден з легких композитних матеріалів скоротить витрати на пальне на 5–10% через зниження ваги судна, що дозволить мати економію до 150 тис. дол. на рік. В умовах цифровізації задаючи технічні характеристики виробу можна створювати композитні матеріали з керованими властивостями і друкувати необхідні для ремонту деталі на 3D принтері безпосередньо на судні.



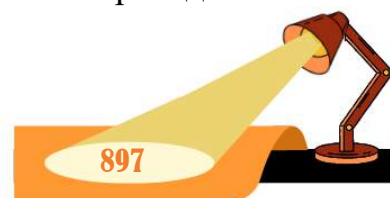


Спеціальні покриття, нанопокриття підводної частини корпусу судна знижують тертя з водою на 5–7%, підвищуючи швидкість руху та знижуючи за експертними розрахунками витрати на паливе майже на 100 тис. дол. на рік.

Робота моряків на судні характеризується максимальними за обсягом та інтенсивністю фізичними і психічними навантаженнями, складністю і різноманіттям вирішуваних завдань в умовах дефіциту часу та інформації, замкненістю та обмеженістю суднового простору, інспекціями та перевітками у портах, цілодобовим режимом роботи, постійним ризиком, наявністю загрози життю тощо. Системи забезпечення добробуту екіпажу, створені на базі штучного інтелекту (ШІ), дозволять судноплавним компаніям контролювати здоров'я членів екіпажу, вчасно надавати медичну допомогу та виявляти проблеми із психічним здоров'ям, що сприятиме підвищенню рівня працездатності, емоційно-вольової стійкості, створенню позитивного психологічного клімату в екіпажі, формуванню оптимістичного ставлення до умов професійної діяльності тощо.

Людський фактор вважають одним із вирішальних факторів більшості аварій та катастроф: посадки на міліну, зіткнення суден, ударів судна об підводні перешкоди, забруднення довкілля тощо. У середньому через неправильні або несвоєчасні дії судноводіїв відбувається 25% морських аварій та катастроф, лоцманів – 5%, механіків – 2%, рядового складу – 17% [15, с. 104]. Для забезпечення безпеки судноплавства, зниження залежності аварійності теплоходів від людського фактора морський транспорт розвивається у напрямку безпілотного управління суднами. Автономні судна із штучним інтелектом дозволять зменшити кількість людських помилок, підвищити безпеку та ефективність функціонування морського транспорту у найближчому майбутньому, підвищити доступність транспортних послуг внаслідок зниження витрат на оплату праці екіпажу, паливе, страхування тощо.

Існує критика з боку моряків щодо економічної доцільності використання безпілотного управління суднами, а також неможливості забезпечення кібербезпеки. Застосування такого управління, на їх думку, не вплине на рівень працевлаштування моряків, але вимагатиме оволодіння цифровими компетентностями, бо смарт технології потребують спостереження та обслуговування цифрових пристроїв. Вони вважають, що великі інвестиції у побудову безпілотних теплоходів порівняно з побудовою традиційних суден, якими керують морські фахівці, не доречні, оскільки збільшують витрати судновласників. На думку моряків судновласники не будуть зацікавлені у безпілотних суднах доти, доки не матимуть фінансового зиску. Оскільки робоча сила дешевша, ніж новітні технології, то не доцільно інвестувати значні кошти у будівництво безпілотних суден. Концепція життєвого циклу продукту з класичного маркетингу постулює, що збільшення обсягів збуту товару або послуги призводить до зниження ціни. Доречно пригадати





ситуацію з електромобілями, коли з часом, із зміною етапу життєвого циклу акумулятори до них дешевшають. Середні ціни становили близько 140 дол. за кіловат–годину електромобіля у 2020 р. проти 670 дол. 2013 р. [8, с.149]. Отже зниження ціни на батарейні блоки триватиме і надалі.

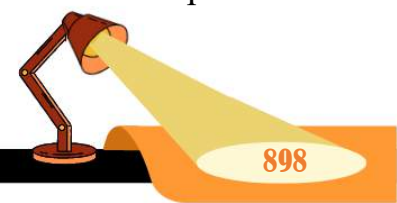
За прогнозом Rolls–Royce використання автономних систем у судноплаванні дозволить знизити страхові внески, а отримані дані можуть забезпечити цінною інформацією у разі виникнення інцидентів. Зрештою, автономні системи можуть знизити загальні витрати на доставку до 22% за рахунок зменшення витрат на екіпаж, паливе через оптимізацію курсу судна, страхові внески через скорочення кількості нещасних випадків тощо. Інтелектуальні платформи, які дозволять скоротити екіпаж та забезпечити дистанційну підтримку морських суден, ймовірно з'являться в найближчому майбутньому. За прогнозами повністю автономні судна вийдуть в море вже у 2035 р. Перші судовласники вже висловили зацікавленість в автоматизації морського транспорту.

Ризик несправності або зламу систем ШІ без сумніву може завдати шкоди. Тому потрібно застосовувати цифрову гігієну, яка передбачає дотримання правил кібербезпеки.

Не зважаючи на зазначені вище виклики, використання штучного інтелекту у морській галузі відкриває низку можливостей. Системи з підтримкою штучного інтелекту можуть надавати морякам допомогу в реальному часі, дозволяючи їм ухвалювати більш обґрунтовані рішення та зменшувати ризик аварій. Так, компанія IBM і дослідницька організація Promare оголосили про впровадження штучного інтелекту для безпілотного судна Mayflower [16]. Судно Mayflower здійснило перехід із Плімута (Великобританія) до Плімута (штат Массачусетс) без капітана й екіпажу та стало одним із повністю автономних повнорозмірних суден, які перетнули Атлантику. Тестування роботи судна дозволило оцінити, як використовуються бортові системи на базі ШІ для безпечної навігації поблизу інших суден, буїв та ін. небезпек океану, на які теплохід може натрапити під час виконання переходу. Використання штучного інтелекту, хмарних рішень і граничних обчислень дозволить суднам мати повну автономію [16]. Фахівці прогнозують швидке зростання ринку автономних перевезень з 90 млрд. дол. наразі до 130 млрд. дол. у 2030 р. [16].

Розглянуті результати наукових досліджень сприятимуть декарбонізації, зниженню витрат на морських суднах та покращенню безпеки експлуатації морських суден.

Висновки. Узагальнено результати наукових досліджень стосовно морських суден, зроблена експертна оцінка економічних та екологічних наслідків від їх впровадження на морському транспорті. Встановлено, що вони сприяють екологічності морських перевезень, зниженню експлуатаційних





витрат, підвищенню економічної ефективності роботи суден, зміцненню конкурентних переваг морського транспорту порівняно з іншими видами транспорту. Впровадження розглянутих наукових досягнень спрямовані на реалізацію концепції сталого розвитку морської галузі.

Концепція сталого розвитку передбачає синергію економічного зростання, екологічної стійкості та соціальної відповідальності. Питанням соціальної відповідальності у морській галузі будуть присвячені подальші розвідки.

Дане дослідження слугує внеском у розуміння логіки розвитку морської галузі в умовах цифрової трансформації та може стати корисним для ухвалення стратегічних рішень у судноплавних компаніях (особливо у вітчизняних задля розробки заходів щодо забезпечення зростання тоннажу під українським прапором у повоєнний період), морських портах стосовно визначення напрямків потрібних модернізацій, моряків, щоб розуміти, які soft та hard skills їм необхідно формувати та ін. особам, які зацікавлені у розвитку морської галузі

Література:

1. Международные морские перевозки. ТОВ «Фрідман–Україна» : веб-сайт. URL: <https://friedman.com.ua/info/transport-traffic/transportation-forwarding/mezhdunarodnye-morskie-perevozki-403> (дата звернення: 22.07.2024).
2. Ніколопулос С. Контейнерні перевезення: у цифрах. *thomasnet.com* : вебсайт. URL: <https://www.thomasnet.com/insights/container-shipping-by-the-numbers/> (дата звернення: 21.04.2024).
3. Технологічна модернізація промисловості : монографія /за ред. ред. д-ра екон. наук Л.І. Федулової. Київ : Ін-т екон. та прогноз., 2008. 472 с.
4. Кірсанова В.В., Биковець Н.П., Бражник І.Д. Енергоефективність морських суден як важливий елемент декарбонізації атмосфери *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2020. № 6(33). С 115 – 119. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.17>.
5. Мельник О., Васалатій Н., Корякін К., Заяц С., Варлан Т. Використання смарт технологій на морському транспорті. *Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність* : матеріали II міжнар. наук. конф., м. Чернівці, 26 серпня 2022 р. Чернівці, С. 269-270. URL: <https://archive.mcn.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/226> (дата звернення: 12.08.2024).
6. Стовба Т.А. Новелізація векторів забезпечення екологічності морських перевезень. *Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики* : матеріали XI міжнар. наук.- практ. конф., м. Одеса, 9-10 вересня 2022 р., Одеса, 2022. С. 323-324.
7. Marine Environment Protection Committee (MEPC 80), 3-7 July 2023. *imo.org* : вебсайт. URL: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/annex/MEPC%2080/Annex%2015.pdf> (дата звернення: 12.08.2024).
8. Стовба Т.А. Інноваційний розвиток морських суден: нова реальність та візія майбутнього. *“MODERNÍ ASPEKTY VĚDY” («Сучасні аспекти науки»)* : XIII том міжнародної колективної монографії /Т.А. Стовба та ін. Czech Republic, 2021. С.131-162.
9. Nader R. Ammar. An environmental and economic analysis of methanol fuel for a cellular container ship. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2019. V.69, p. 66-76. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.001> (дата звернення: 10.08.2024).



10. Methanol as fuel heads for the mainstream in shipping. *dnv.com* : вебсайт. URL: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Methanol-as-fuel-heads-for-the-mainstream-in-shipping/> (дата звернення: 10.08.2024).

11. Marquez C. Marine Methanol Future – Proof Shipping Fuel. Methanol Institute. 2023. 61 p. URL: https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2023/05/Marine_Methanol_Report_Methanol_Institute_May_2023.pdf (дата звернення: 10.08.2024).

12. Four clear examples – proof that methanol could really work for your vessel. *wartsila.com* : вебсайт. URL: <https://www.wartsila.com/insights/whitepaper/4-clear-examples-proof-that-methanol-could-really-work-for-your-vessel> (дата звернення: 10.08.2024).

13. MSC.1/Circular.1621 - Interim Guidelines for the Safety of Ships Using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel – (7 December 2020). *imorules.com* : вебсайт. URL: https://www.imorules.com/MSCCIRC_1621.html (дата звернення: 11.08.2024).

14. DEEPSEA: оптимізація подорожей наступного покоління на основі штучного інтелекту (AI). *marine-charts.com* : веб-сайт. URL: <https://marine-charts.com/uk/voyage-optimisation/bringing-cutting-edge-ai-artificial-intelligence-to-the-maritime-shipping-industry/> (дата звернення: 04.08.2024).

15. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды : монография / В.И. Дмитриев и пр. Херсон : ХДМА, 2012. 397 с.

16. Ходоренко А. Капітан не потрібен. IBM підготувала до плавання корабель-безпілотник Mayflower. *New Voice*. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/innovations/avtonomne-sudno-mayflower-zi-shtuchnim-intelektom-gotuyetsya-do-vihodu-v-more-50074683.html> (дата звернення 02.07.2023).

References:

1. "Friedman–Ukraine" LLC (2022). International shipping. *friedman.com.ua* : вебсайт. /info Retrieved from <https://friedman.com.ua/info/transport-traffic/transportation-forwarding/mezhdu narodnye-morskie-perevozki-403/> [in Russian].

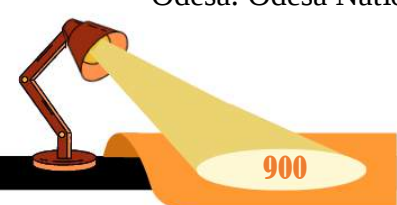
2. Nikolopoulos, S. (2023). Container shipping by the numbers. *thomasnet.com*: website. Retrieved from <https://www.thomasnet.com/insights/container-shipping-by-the-numbers/>.

3. Fedulova, L. I. (Ed.). (2008). *Tekhnologichna modernizatsiya promyslovosti Ukrayiny [Technological modernization of the industry of Ukraine]*. Kyiv : Institute of Economics and forecasting [in Ukrainian].

4. Kirsanova, V., Bykovets, N., & Brazhnik, I. (2020). Enerhoefektyvnist morskykh suden yak vazhlyvyi element dekarbonizatsiyi atmosfery [Energy efficiency of sea vessels as an important element of decarbonization of the atmosphere]. *Ekologichni nauky: naukovopraktychnyy zhurnal – Ecological sciences: a scientific and practical journal*, 6(33), 115-119. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.17> [in Ukrainian].

5. Melnyk, O., Vasalatiy, N., Koryakin, K., Zayats, S., & Varlan, T. (2022). Vykorystannya smart tekhnolohiy na morskomu transporti [Use of smart technologies in maritime transport]. Proceedings from: *II Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiia «Kompleksnyy pidkhid do modernizatsiyi nauky: metody, modeli ta multidystyplinarnist» – The Second International Scientific and Practical Conference «A comprehensive approach to the modernization of science: methods, models and multidisciplinary»*. (pp. 269-270). Chernivtsi. Retrieved from <https://archive.mcmd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/226> [in Ukrainian].

6. Stovba, T.A. (2022). Novelizatsiya vektoriv zabezpechennya ekologichnosti morskykh perevezhen [Novelization of the vectors for ensuring environmental sustainability of sea transportation]. Proceedings from: *XI Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiia «Ekonomika pidpryyemstva: suchasni problemy teorii ta praktyky» – The Eleventh International Scientific and Practical Conference «Enterprise economics: modern problems of theory and practice»*. (pp. 323-324). Odesa: Odesa National University of Economics [in Ukrainian].





7. Marine Environment Protection Committee 3-7 July 2023. (MEPC 80) (n.d.). *imo.org*. Retrieved from <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/annex/MEPC%2080/Annex%2015.pdf>.

8. Stovba, T.A. (2021). Innovatsiynyy rozvytok morskyykh suden: nova realnist ta viziya maybutnoho [Innovative development of sea vessels: new reality and vision of the future]. *Suchasni aspekty nauky – Modern Aspects of Science* (Vols. 13), (pp. 131-162). Praha: Czech Republic [in Ukrainian].

9. Nader, R. Ammar (2019). An environmental and economic analysis of methanol fuel for a cellular container ship. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 69, 66-76. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.001>.

10. Methanol as fuel heads for the mainstream in shipping. (n.d.). *dnv.com*. Retrieved from <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Methanol-as-fuel-heads-for-the-mainstream-in-shipping/>.

11. Marquez, C. (2023). *Marine Methanol Future-Proof Shipping Fuel*. Methanol Institute. Retrieved from https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2023/05/Marine_Methanol_Report_Methanol_Institute_May_2023.pdf.

12. Four clear examples – proof that methanol could really work for your vessel. (n.d.). *wartsila.com*. Retrieved from <https://www.wartsila.com/insights/whitepaper/4-clear-examples-proof-that-methanol-could-really-work-for-your-vessel>.

13. MSC.1/Circular.1621 – Interim Guidelines for the Safety of Ships Using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel (2020). (n.d.) *imorules.com*. Retrieved from https://www.imorules.com/MSCCIRC_1621.html.

14. DEEPSEA: next-generation voyage optimisation powered by Artificial Intelligence (AI). (n.d.) *marine-charts.com*. Retrieved from <https://marine-charts.com/voyage-optimisation/bringing-cutting-edge-ai-artificial-intelligence-to-the-maritime-shipping-industry>.

15. Dmitriyev, V.I. et al. (2012). Obespecheniye bezopasnosti plavannya sudov i predotvrashcheniye zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Ensuring the safety of navigation of ships and preventing environmental pollution]. Kherson : KHDMA [in Russian].

16. Khodorenko, A. (2023). IBM pidhotuvala do plavannya korabel – bezpilotnyk Mayflower [The captain is not needed. IBM has prepared the Mayflower drone ship for sailing]. (n.d.). *techno.nv.ua*. Retrieved from <https://techno.nv.ua/ukr/innovations/avtonomne-sudno-mayflower-zi-shtuchnim-intelektom-gotuyetsya-do-vihodu-v-more-50074683.html> [in Ukrainian].

