

DOI 10.32782/2786-8559/2024-4-16
УДК 338.656.612

Лапкіна Інна Олександрівна

доктор економічних наук, професор,
Одеський національний морський університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7468-8993>

Главатських Вікторія Ігорівна

викладач кафедри управління логістичними системами і проектами,
Одеський національний морський університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0488-2808>

ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ В УПРАВЛІННІ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РЕСУРСАМИ СУДЕН

У статті розглядаються питання економічної оцінки результатів роботи судноплавної компанії в залежності від швидкості руху суден та визначеної кількості шкідливих викидів внаслідок роботи суден на різних швидкостях. Міжнародна конвенція про запобігання забрудненню з суден 1973 року зі змінами, внесеними Протоколом 1978 року або «МАРПОЛ 73/78», є однією з найважливіших міжнародних морських екологічних конвенцій. Вона була розроблена Міжнародною морською організацією з метою мінімізації забруднення навколишнього середовища – морів, океанів, повітря, – включаючи скидання та забруднення нафтою та інші шкідливі викиди до гідросфери та атмосфери. Станом на січень 2018 року сторонами конвенції є 156 держав, які є державами прапора 99,42% світового тоннажу суден. Усі судна під прапором країн, які підписали МАРПОЛ 73/78, підпадають під її вимоги, незалежно від того, де вони працюють, і країни-члени несуть відповідальність за судна, зареєстровані в їхньому національному судновому реєстрі. Витрати на паливо відносяться до головних статей витрат при використанні морського транспорту, тому велике значення має розробка комплексу заходів, спрямованих на зниження витрат палива при експлуатації суден. Час доставки вантажу є одним з найважливіших показників, що характеризують якість перевізного процесу, але з іншого боку, експлуатація суден в певних діапазонах швидкостей дозволяє досягти істотного зменшення витрат палива і, як наслідок, зменшення експлуатаційних витрат, а також шкідливих викидів, що здійснюються суднами. Тому при виборі оптимальної швидкості руху суден важливим є дотримання балансу між цими двома показниками. Економія палива при експлуатації судна може бути здійснена кількома шляхами. Один з них полягає в оновленні флоту досконалими суднами нового покоління, які оснащені сучасними двигунами. Цей шлях пов'язаний з залученням значних інвестицій. Інший шлях спрямований на вдосконалення організаційних та економічних умов раціонального використання матеріально-технічних ресурсів судноплавних компаній, що в свою чергу дає змогу для вдосконалення нормування та обліку паливно-енергетичних ресурсів, мастильних матеріалів, змінних частин та обладнання.

Ключові слова: морські перевезення, паливно-енергетичні ресурси, енергоефективність, швидкість судна, суднові витрати.

Inna Lapkina, Victoria Glavatskhih

Odesa National Maritime University

ECONOMIC ASPECT IN THE MANAGEMENT OF ENERGY RESOURCES OF SHIPS

The article considers the issues of economic assessment of the results of a shipping company's operation depending on the vessels speed and a certain amount of harmful emissions due to the vessels operation at different speeds. The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as amended by the Protocol of 1978 or "MARPOL 73/78", is one of the most important international maritime environmental conventions. It was developed by the International Maritime Organization to minimize pollution of the environment – seas, oceans, air – including oil discharges and pollution and other harmful emissions into the hydrosphere and atmosphere. As of January 2018, 156 countries are parties to the Convention, representing 99.42% of the world's tonnage. All ships flying the flag of countries that are signatories to MARPOL 73/78 are subject to its requirements, regardless of where they operate, and member states are responsible for ships registered in their national ship registry. Fuel costs are one of the main cost items when using marine transport, so it is important to develop a set of measures aimed at reducing fuel consumption

on operating vessels. Cargo delivery time is one of the most important indicators that characterizes the quality of the transportation process, but on the other hand, the operation of vessels within certain speed ranges can achieve a significant reduction in fuel consumption and, as a result, reduce operating costs and harmful emissions from vessels. Therefore, when choosing the optimal speed for ships, it is important to maintain a balance between these two indicators. There are several ways to save fuel in ships operating. One of them is to upgrade the fleet with advanced new generation vessels equipped with modern engines. This way involves significant investments. The other way is to improve the organisational and economic conditions for the use of the company's material and technical resources, resulting in their rational use, which in turn allows to improve rationing and accounting of fuel and energy resources, lubricants, spare parts and equipment.

Keywords: shipping, fuel and energy resources, energy efficiency, vessels speed, operating expenses.

Вступ. За своїми географічними умовами Україна є державою, що має усе необхідне для морських торговельних контрактів з іншими країнами. До початку повномасштабних бойових дій велика кількість вантажопотоків виникала та закінчувалася на території України. При цьому важливе місце у транспортній системі країни займає морський транспорт, який забезпечує можливість здійснення вагової частки зовнішньоторговельних операцій та грошові притоки в країну.

Морські перевезення – це найважливіша частина роботи морського транспорту та невід’ємна частина міжнародної торгівлі. Такий вид транспортування поєднує в собі одночасно оптимальні вартість і терміни доставки, а також практично не має обмежень за кількістю та обсягом, дозволяє перевозити великогабаритні вантажі та збірні вантажні партії [1].

Світові морські перевезення в значній мірі залежать від тенденцій у світовій економіці і торгівлі [2], а взаємозв'язки між показниками виробництва і торгівлі товарами, які приймаються до перевезень, залежать від багатьох чинників, таких як: економічні, політичні, соціальні та військові.

Матеріали та методи. Для економічного розвитку суспільства важливу роль відіграє морський транспорт, бо саме їм перевозиться близько 85% товарів, але при цьому споживається значна кількість паливних ресурсів, що чинить серйозний вплив на забруднення навколишнього середовища. При експлуатації морського транспорту щорічно в атмосферу викидається мільйони тонн оксидів азоту, оксидів сірки, сажа, з'єднання важких металів та водяна пара. Саме ці чинники впливають на постійний пошук більш ефективних методів зниження токсичності газів, що відпрацьовуються, та розробку організаційно-економічних умов використання палива.

Результати. Перевезення вантажів з використанням морського транспорту має значні переваги перед іншими видами транспорту з огляду на рентабельність, але супроводжується викидами шкідливих речовин, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Використання морськими суднами важкого палива, що містить значну кількість видів важких і небезпечних металів, суттєво впливає на забруднення атмосфери та прибережних регіонів.

Міжнародну конвенцію із запобігання забрудненню із суден 1973 року, змінену протоколом у 1978 році (МАРПОЛ-73/78, MARPOL-73/78 – Marine Pollution), було ухвалено 2 листопада 1973 року на Міжнародній конференції із запобігання забрудненню моря, скликаній Міжнародною Морською Організацією (International Maritime Organization, IMO) [3]. До 1978 року її ратифікували тільки три держави. До цього часу внаслідок аварій танкерів уже було сформульовано нові вимоги, які необхідно було включити до МАРПОЛ-73. У лютому 1978 року в Лондоні відбулася Міжнародна конференція з безпеки танкерів і запобігання забрудненню, на якій було ухвалено Протокол 1978 року до МАРПОЛ-73. Протокол МАРПОЛ-78 є самостійним документом і містить у собі всі положення МАРПОЛ-73. Після цього конвенція отримала назву Міжнародна конвенція із запобігання забрудненню із суден 1973 року, змінена Протоколом 1978 року [4]. Нині її учасниками є понад 90 держав, валовий тоннаж яких становить приблизно 90% валового тоннажу світового торговельного флоту. Текст Конвенції постійно уточнюють і доповнюють відповідно до потреб практики і нових організаційно-технічних можливостей. Останні зміни набули чинності з 1 січня 2020 року, де вимоги Конвенції МАРПОЛ щодо заборони використання палива з вмістом сірки більше у морському паливі з 3,5% до 0,5% поширено по всій території міжнародного судноплавства [5].

Витрати на паливо є головною статтею витрат при використанні морського транспорту. Тому велике значення має розробка комплексу заходів, спрямованих на зниження витрат палива при експлуатації суден.

З одного боку, час доставки вантажу є одним з найважливіших показників якості діяльності судноплавної компанії. Але з іншого боку, експлуатація суден на оптимальних швидкостях дозволяє досягти істотного зменшення витрат палива і, як наслідок, зменшення експлуатаційних витрат, а також викидів, що здійснюються суднами. Тому при виборі оптимальної швидкості руху суден важливим є дотримання балансу між цими двома показниками.

Річкові та особливо морські судна прямують на великі відстані з встановленою, як правило, постійною швидкістю, при якій двигуни тривалий час працюють в оптимальному режимі, і тому відпрацьовані гази містять мінімум токсичних речовин.

В умовах звичайної експлуатації основними джерелами забруднення є суднові енергетичні установки, а також баластна вода і вода, яка використовується для мийки вантажних танків. Енергетичні установки суден забруднюють відпрацьованими газами, перш за все, атмосферу, звідки токсичні речовини частково або майже повністю потрапляють у води відповідно до річок, морів і океанів, при цьому обсяги забруднення суші і водного середовища статистично пов'язані. Морський транспорт також перевозить велику кількість нафтовантажів, при цьому на частку танкерів припадає понад 50% забруднення моря нафтою і нафтопродуктами, що збільшує ефект забруднення атмосфери через значне вивітрювання вуглеводнів.

Використовуючи дані про діяльність морського транспорту, слід оцінювати кількість шкідливих викидів і шкоду від цього навколишньому середовищу.

Очікуване збільшення витрат на паливо, як вважають багато аналітиків у галузі, призведе до певного уповільнення зниження операційних витрат. З тієї ж причини зусилля будуть сконцентровані на заходах, спрямованих на підвищення енергоефективності. Більш конкурентоспроможними будуть визнані енергоефективні судна.

Судна, що обладнані скруберами, можуть отримати значну конкурентну перевагу. Очікується, що спочатку судна з скруберами зможуть забезпечити преміальні тарифи на фрахт. При цьому, якщо більшість суден в певному сегменті встановлюють скрубери, то ставки виявляться в результаті зниженими. Ті судна, на яких ще не будуть впроваджені технології скрубера, будуть змушені скоротити свої ставки до нестійких рівнів і, в кінцевому випадку, вони можуть бути витіснені з ринку. Тому судноласникам дуже важливо відстежувати конкуренцію в своєму сегменті, щоб гарантувати свої домінуючі положення на ринку надання транспортних послуг. Істотні інвестиції, що необхідні для збереження конкурентоспроможності в умовах глобального режиму обмеження емісії оксидів сірки, в поєднанні з витратами, пов'язаними з системами очищення баластових вод, можуть привести до того, що більш старі судна будуть невідповідними для подальшої експлуатації, що може служити причиною більш високої активності утилізації, а потім і оновлення флоту з використанням сучасних, більш ефективних суден. Така тенденція може також прискорити впровадження альтернативних видів палива, таких як LNG (Liquefied Natural Gas) [6].

Перехід на дистилатне або MGO (Marine Gas Oil) паливо буде означати значне збільшення

витрат за статтею паливно-мастильних матеріалів, а також може вимагати модернізацію енергетичної установки в частині паливної підготовки через значно низьку в'язкість палива. Паливні танки, раніше використовувані для HSFO (Highly Sulphur Fuel Oil), повинні бути ретельно очищені до бункерування MGO щоб уникнути проблем забруднення та, як наслідок, порушення вимог.

Основна проблема використання MGO або дистилатів пов'язана з їх доступністю і вартістю на ринку палива. Аналітики вважають [7, с. 133], що в перші кілька місяців після впровадження нових вимог різниця цін між HSFO і дистилатами буде дуже високою, що значно збільшить вартість палива і зробить альтернативні варіанти фінансово привабливими.

Вхідними даними для розрахунку викидів шкідливих речовин і їх розсіювання в атмосферу є річні витрати палива і матеріалів, які споживаються джерелами викидів, у тому числі, суднами торгового флоту [8, с. 178]. Максимальний викид i -ої речовини (г/с) стаціонарної дизельної установки визначається за формулою:

$$M_i = (1/3600) \cdot e_{Mi} \cdot P_e, \quad (1)$$

де e_{Mi} – викид i -ої шкідливої речовини на одиницю корисної роботи стаціонарної дизельної установки на режимі номінальної потужності, г/кВт год;

P_e – експлуатаційна потужність стаціонарної дизельної установки, значення якої береться з технічної документації заводу-виробника, кВт.

В умовах нестабільної економічної ситуації в світі галузь морських перевезень стикається з мінливими умовами. Для того щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку, більшість судноплавних компаній змушені вживати заходи задля підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів. Частково це ще пов'язане зі змінами цін на нафту та паливно-мастильні матеріали. Тому багато уваги судноплавних компаній спрямовано на розробку заходів щодо зменшення витрат на паливо. До них можна віднести наступні: заходи з організації перевезень (перерозподіл суден; об'єднання маршрутів; зниження експлуатаційної швидкості; припинення обслуговування менш рентабельних напрямків; поліпшення умов плавання), заходи з технологічного покращення (вдосконалення конструкції корпусу; нові технології для судових двигунів; використання альтернативних джерел енергії; комп'ютерні технології).

Далі розглянемо один з найбільш ефективних заходів зниження витрат на паливо, що полягає в зниженні експлуатаційної швидкості руху суден. Для цього проведемо аналіз залежності витрат палива від швидкості руху судна. Дослідження питань залежності витрат палива від швидкості руху суден і методів вибору оптимальної експлу-

атаційної швидкості проводилося в роботах багатьох авторів, у тому числі, в [9–11].

Економія палива при експлуатації судна може бути здійснена кількома шляхами. Один з них полягає в оновленні флоту досконалими суднами нового покоління, які оснащені сучасними економічними двигунами. Цей шлях пов'язаний з залученням значних інвестицій. Інший шлях економії палива при експлуатації судна полягає в виборі та забезпеченні оптимальних режимів роботи судових двигунів, а також проведенні різних організаційно-технічних заходів щодо економії паливно-енергетичних ресурсів. Зниження швидкості ходу при експлуатації судна дозволяє судновласнику скоротити експлуатаційні витрати судна, що широко застосовується на практиці.

На базі відомої залежності витрат палива за добу на ходу ($q_{\text{ход}}$) від швидкості судна (V):

$$q_{\text{ход}} = \left(\frac{V}{V_{\text{max}}} \right)^a * (q_{\text{max}} - q_{\text{min}}) + q_{\text{min}} \quad (2)$$

де a – постійний параметр ($a=2,507849$ встановлено за допомогою методу найменших квадратів);

V_{max} – максимальна швидкість судна, вузл.;

q_{max} – витрати палива при максимальній швидкості, т/доб.;

q_{min} – витрати палива при мінімальній швидкості, т/доб.,

надається можливість визначити найбільш доцільні діапазони зміни швидкості суден.

Виконано розрахунки залежності витрат основного палива та дизельного пального на ходу суднами балкерами (типу Handysize) дедвейтом від 32 тис. тонн до 43 тис. тонн. Як видно з рис. 2, 3, в діапазоні швидкостей до 12 вузлів, найменші

витрати палива відносяться до судна «D», однак, у діапазоні понад 12 вузлів – пріоритет переходить до судна «A». А витрати дизельного палива коливаються у діапазоні: з 12 вузлів для судна «C» до 14,5 вузлів для судна «A».

При виборі судна також слід приділити увагу до довжини діапазону швидкостей, на яких використання судна є оптимальним. Якщо використання судна є оптимальним в широкому діапазоні швидкостей, як у даному випадку, для суден «A», «C» та «D», то судноплавна компанія в майбутньому може забезпечити додаткову гнучкість в узгодженні фрахтових ставок та строків доставки вантажів через можливість ефективної експлуатації суден на різних швидкостях, що також впливає на кількість шкідливих викидів до атмосфери, гідросфери та поверхні суші, включаючи прибережні регіони.

Висновки. Важливе значення в роботі судноплавних компаній є злагоджена робота відділів служби технічної експлуатації. Заходи, що спрямовані на вдосконалення організаційних та економічних засад управління матеріально-технічними ресурсами компанії мають забезпечувати раціональне використання ресурсів.

Основа цих заходів становить вдосконалення нормування і обліку паливно-енергетичних ресурсів, мастильних матеріалів, змінних частин та обладнання, поліпшення умов їх зберігання, утилізації теплової енергії. Таким чином, основою раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на морському транспорті служить розробка та впровадження енергозберігаючих та природоохоронних технологій і вдосконалення управління використанням палива.

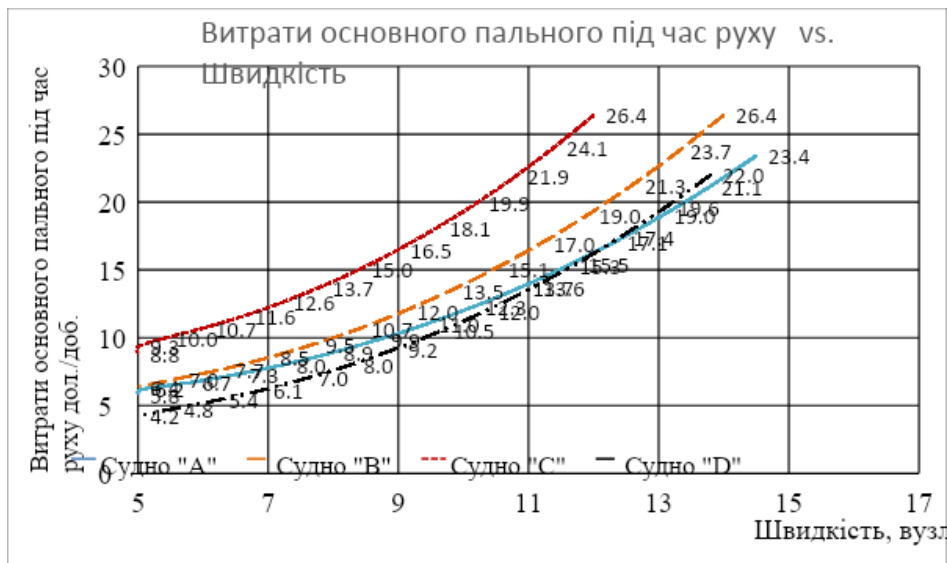


Рисунок 1 – Порівняння залежності витрат основного палива від швидкостей руху для суден, що розглядаються

Джерело: [12]

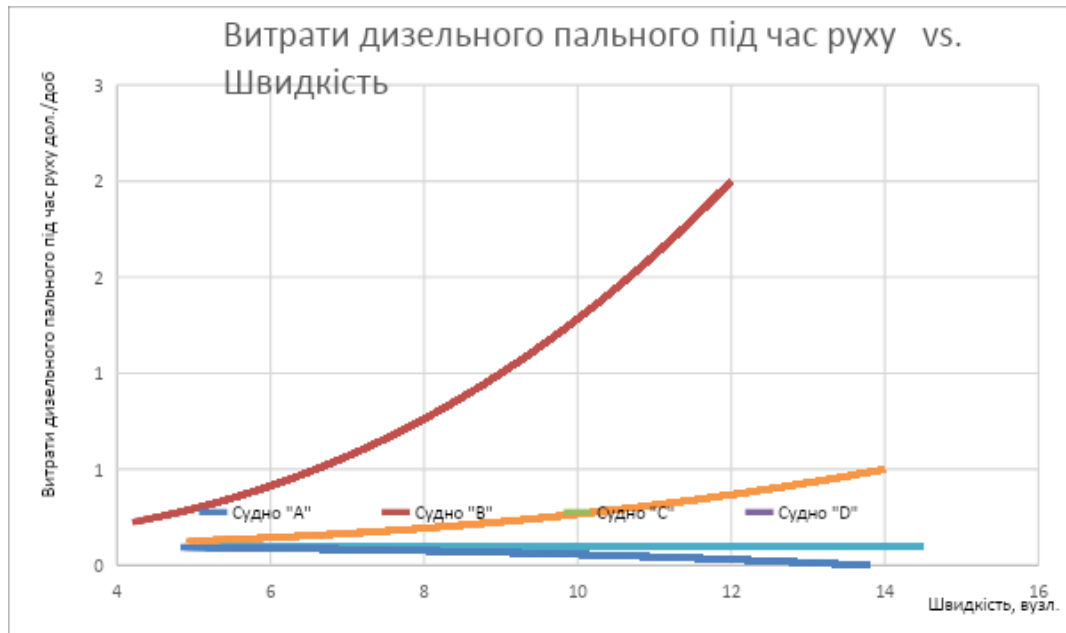


Рисунок 2 – Порівняння залежності витрат дизельного пального під час руху для суден, що розглядаються

Джерело: [12]

Література:

1. Доставка збірних вантажів морем. URL: <http://meridiano.com.ua/services/dostavka-sbornyihgruzov-morem.html> (дата звернення: 07.03.2024).
2. Григоренко Ю. Морські порти України: Балансуючи між економікою та геополітикою. URL: <https://112.ua/statji/morskie-porty-ukrainybalansiruya-mezhdu-ekonomikoy-i-geopolitikoy-450823.html> (дата звернення: 07.03.2024).
3. Офіційний сайт International Maritime Organization. URL: <https://www.imo.org/>
4. Поправки до додатка до Міжнародної конвенції по запобіганню забрудненню з суден 1973 року, зміненої протоколом 1978 року до неї. Редакція від 19.12.2020 року. URL: <https://marad.gov.ua/ua/news/popravki-do-dodatka-do-mizhnarodnoyi-konvekciyi-po-zapobigannyu-zabrudnennyu-z-suden-1973-roku-zminenoyi-protokolom-1978-roku-do-neyi> (дата звернення: 07.03.2024).
5. ІМО 2020: Причини та Наслідки. URL: <https://formag.com/ua/news/imo-2020-pros-and-cons.html> (дата звернення: 08.03.2024).
6. Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних. Редакція від 25.02.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2015-p> (дата звернення: 08.03.2024).
7. Петров О.П., Живлюк Г.Є. Екологічна безпека. Обмеження викидів сірки судновими енергетичними установками. *Вісник державного університету морського і річкового флоту ім. адмірала С.О. Макарова*. 2019. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-ogranichenie-vybrosov-sery-sudovymi-energeticheskimi-ustanovkami>
8. Лапкіна І.О., Главатських В.І. Управління експлуатаційними витратами суден та виконання правил МАРПОЛ : II Міжнародна науково-практична морська конференція кафедри СЕУ і ТЕ Одеського національного морського університету, МРР&О-2020 (Marine Power Plants and Operation). Одеса : ОНМУ, 2020. С. 376–381.
9. Гнатенко В. ЕССЕ «Екологія судових систем та екіпажу». Морський сервіс. URL: <http://vgms.com.ua/ess-eko-logiya-sudovih-sistem-i-ekipa/> (дата звернення: 06.03.2024).
10. Lapkina I.O., Malaksiano M.O., Glavatskykh V.I. To the issue of the possibility of operating vessels at slow speeds. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія : Технічні науки*. 2019. Том 30 (69). № 4. Частина 2. С. 134–140.
11. Лапкіна І.О., Акімова О.В. Визначення оптимальної експлуатаційної швидкості суден-контейнеровозів при зміні обсягів перевезень на лінії. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*. № 18. Одеса : ОНМУ, 2011. С. 165–181.

References:

1. Delivery of groupage cargo by sea. Available at: <http://meridiano.com.ua/services/dostavka-sbornyihgruzov-morem.html> (accessed March 7, 2024).
2. Grigorenko Y. Seaports of Ukraine: Balancing between economy and geopolitics. Available at: <https://112.ua/statji/morskie-porty-ukrainybalansiruya-mezhdu-ekonomikoy-i-geopolitikoy-450823.html> (accessed March 7, 2024).

3. International Maritime Organization, Official website. Available at: <https://www.imo.org/>
4. Amendments to the Annex to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as amended by the Protocol of 1978 thereto. Edition of 19.12.2020 Available at: <https://marad.gov.ua/ua/news/popravki-do-dodatka-do-mizhnarodnoyi-konvekciyi-po-zapobigannyu-zabrudnennyu-z-suden-1973-roku-zminenoyi-protokolom-1978-roku-do-neyi> (accessed March 7, 2024).
5. IMO 2020: Causes and Consequences. Available at: <https://formag.com/ua/news/imo-2020-pros-and-cons.html> (accessed March 8, 2024).
6. On Approval of the Regulation on Data Sets to be Disclosed in the Form of Open Data. Edition of 25.02.2020. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2015-п> (accessed March 8, 2024).
7. Petrov A.P., & Zhivlyuk G.E. (2019). Environmental safety. Limitation of sulphur emissions by ship power plants. *Bulletin of the Admiral S. O. Makarov State University of Sea and River Fleet*, no. 11 (1), pp. 130–145. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-ogranichenie-vybrosov-sery-sudovymi-energeticheskimi-ustanovkami>
8. Lapkina I. O., Glavatskikh V. I. (April, 2020) Management of vessel operating costs and implementation of MARPOL rules: Materials of the II International Scientific and Practical Marine Conference of the Department of SEU and TE of Odesa National Maritime University MPP&O-2020 (Marine Power Plants and Operation), pp. 376–381.
9. Gnatenko B.. ESSE "Ecology of ship systems and crew". Morsky service. Available at: <http://vgms.com.ua/эссэ-экология-судовых-систем-и-экипа/> (accessed March 6, 2024).
10. Lapkina I., Malaksiano M., Glavatskykh V. (2019) To the issue of the possibility of operating vessels at slow speeds. *Scientific notes of Taurida National VI Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, tom 30(69), no. 4, part 2, pp. 134–140.
11. Lapkina I. A. & Akimova O. V. (2011) Determination of optimal operational speed of container ships under changing volumes of transportations on the line. *Metody ta zasobi upravleniya rozvitkom transportnykh sistem*, no. 18, pp. 165–181.

Стаття надійшла до редакції 08.03.2024 р.