

УДК 629.5.02
DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.3\(501\).1](https://doi.org/10.15589/znp2025.3(501).1)

CURRENT STATUS AND CHARACTERISTICS OF BARGE-TUG TRAINS

СУЧАСНИЙ СТАН І ХАРАКТЕРИСТИКИ БАРЖЕ-БУКСИРНИХ СОСТАВІВ

Alina O. Astakhova
alina.astakhova@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8813-238X

Vira V. Savochkina
vira.savochkina@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0001-7700-4921

Oleksii P. Yastreba
oleksii.yastreba@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0002-5505-1281

А. О. Астахова,
старший викладач

В. В. Савочкіна,
старший викладач

О. П. Ястреба,
канд. техн. наук, старший викладач

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв

Abstract. Purpose. The article analyzes the current state and results of the work of sea and river ports of Ukraine in the context of russian aggression since February 2022. The risks of damage to transport vessels during cargo operations, the mining of approach routes, and the threat of piracy from warships of the russian Black Sea Fleet led to the complete closure of all ports on the Dnieper, Southern Bug, and the Bug-Dnieper-Liman Canal. The change in cargo flows led to a significant load on the Danube ports, with the volumes of transshipment in some years increasing several times. Dredging works on the Danube made it possible to handle vessels of much larger tonnage. The opening of the “grain corridor” in the second half of 2022 allowed for partial unloading of Danube ports. Given the restrictions on the depth of the vessel passage and in the water areas of ports of 6–7 meters, it would be advisable to increase the volume of transshipment by articulated tug and barge units.

Methodology. Using published scientific articles, reference literature, and other sources, the characteristics of modern articulated tug and barge units were considered, the dependences of the main dimensions were constructed, and the approximate dependences of the length of articulated tug and barge units on the displacement $L = f(\Delta)$, the length-to-width ratio $f(L)$, and the width-to-draft ratio $B/d = f(B)$ were obtained.

Scientific novelty. Based on the analysis of the features of functioning, main dimensions, their ratios, and characteristics, the foundations for creating a design base were laid, paving the way for further development of the methodology for its initial design.

Practical significance. The main elements and characteristics considered in the work on the development trends of modern articulated tug and barge units can be applied to the task of selecting the optimal design solution for a non-self-propelled vessel in terms of purpose, economy, and reliability of operation at the conceptual design stage.

Key words: barge-tug fleet; cargo flow; port; design characteristics.

Анотація. Мета. У роботі проведено аналіз сучасного стану і результатів роботи морських та річкових портів України в умовах російської агресії з лютого 2022 року. Ризики пошкодження транспортних суден під час виконання вантажних операцій, мінування підхідних шляхів та загроза піратства з боку бойових кораблів російського чорноморського флоту призвели до повного закриття усіх портів на Дніпрі, Південному Бугі та Бузько-Дніпровсько-лиманського каналу. Зміна вантажопотоків призвела до суттєвого навантаження на порти Дунаю, при чому в деякі роки обсяги перевалки в них в кілька разів. Проведення днопоглиблюваних робіт на Дунаї дало можливість обробляти судна значно більшого тонуажу. Відкриття «зернового коридору» у другій половині 2022 року дозволило частково розвантажити порти Дунаю. Враховуючи обмеження по глибині по судновому ходу та в акваторіях портів у 6–7 метрів, доцільним буде збільшення об'єму перевалки барже-буксирними складами.

Ці судна відіграють значну роль у перевезенні вантажів на річках Дунай, Дніпро, Південний Буг. Крім того, перевезення вантажів барже-буксирними складами поширено в Європейській частині, Північній Америці та країнах Південно-Східної Азії. Визначено, що для виконання поставлених задач число барже-буксирних скла-

вів у складі флоту залежить від вантажопотоку, довжини шляхів, прибережних глибин, розвитку транспортних магістралей, кількості і розподілу пунктів базування флоту. Розглянуто нові барже-буксирні состави, які були побудовані в Україні з 2010 року. Наведені головні елементи і характеристики вантажопідйомності сучасних несамохідних барж, що може сприяти вирішенню актуальної задачі створення проектної бази по цим суднам.

Методика. З використанням опублікованих наукових статей, довідкової літератури та інших джерел розглянуто характеристики сучасних барже-буксирних составів, побудовано залежності співвідношень головних розмірів та отримані апроксимаційні залежності довжини барже-буксирних составів від водотоннажності $L = f(\Delta)$, відношення довжини до ширини $f(L)$ та відношення ширини B до осадки $B/d = f(B)$.

Наукова новизна. На основі проведеного аналізу особливостей функціонування, головних розмірів, їх відношень і характеристик, закладено основи створення проектної бази для подальшої розробки методики їх початкового проектування.

Практична значимість. Розглянуті в роботі питання тенденцій розвитку сучасних барже-буксирних составів наведені головні елементи і характеристики можуть бути використані в задачі вибору оптимального з точки зору призначення, економічності та надійності експлуатації проектного рішення несамохідного судна на етапі розробки концептуального проекту.

Ключові слова: барже-буксирний состав; вантажопотік; порт; проектні характеристики.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Україна, як сучасна морська держава, має зручне розташування портів, яке має велике значення для забезпечення функціонування морського та річкового транспорту. Завдяки протяжності берегової лінії майже 2500 кілометрів, у країні функціонує 19 морських та 14 річкових портів. До початку війни з лютого 2022 року морські порти працювали з гарними показниками по перевалці вантажів. Основну частину їх складають зернові, руда, будівельні матеріали та насипні вантажі. Використання внутрішніх водних шляхів на сьогоднішній день є недостатнім. В листопаді 2013 року Уряд України доручив профільним міністерствам розробити програму розвитку судноплавства на Дніпрі. Таким чином, розробка нових проектів суден для перевезення вантажів по внутрішніх водних шляхах а також побудова нових суден є стратегічно важливим завданням розвитку річкового транспорту України. Починаючи з 2014 року спостерігається підвищення зацікавленості для побудови сучасних суден змішаного плавання для Дніпра завдяки зростання вантажопотоків, в основному за рахунок експорту зернових. Завдяки цьому великі зернові компанії почали замовляти, а потім і самостійно будувати власний флот для перевезення зерна. Компанія «Нібулон» з 2010 по 2020 роки побудувала для власних потреб 44 несамохідні баржі та більше десяти буксирів для формування барже-буксирних составів. Таким чином, було створено флот для роботи на Дніпрі та Південному Бузі. Але не зважаючи на поповнення флоту сучасними суднами внутрішнього плавання, середній вік транспортних суден, які знаходяться під наглядом Регістра судноплавства України, становить 35,5 років. По окремих категоріях: самохідні суховантажні судна – 35,5 років, несамохідні вантажні – 28,5 років, несамохідні наливні – 38 років, буксири для обслуговування несамохідних суховантажних та наливних – 43,5 років. На Дунаї під прапором України на 2010 рік працювало 90 штовхачів та

буксирів та 403 несамохідні баржі. 72 % штовхачів та буксирів мають вік більше 35 років, 59 % – від 20 до 30 років. Таким чином, у найближчий час вони будуть виводитись з експлуатації та утилізуватися. Саме тому побудова нових суден внутрішнього плавання є важливою задачею для флоту України [1].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На протязі другої половини минулого століття було розроблено та побудовано велику кількість суден для внутрішніх водних шляхів. Але ці судна на теперішній час вже морально та технічно застаріли. Сучасні судна внутрішнього плавання мають більші розміри, потужність. Особливо стосується сучасних буксирів та штовхачів. В нашій країні було опубліковано певну кількість робіт, присвячених проектуванню суден внутрішнього плавання. Це роботи спеціалістів Морського Інженерного Бюро, Єгорова Г.В., Єгорова О.Г., [2] Некрасова В.О., Бондаренко О.В., Давидова І.П. та інших. Крім того, в дослідному басейні Одеського національного морського університету та дослідному басейні Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова виконувалися експериментальні роботи по дослідженню характеристик барже-буксирних составів. Але тематиці розробки питань початкової розробки проектів цих суден у відкритому доступі уваги не приділено.

ВІДОКРЕМЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Невирішеною частиною проблеми створення проектів барже-буксирних суден є відсутність методики їх початкового проектування. Автори роботи, яка представляється, раніше торкалися лише окремих питань сучасного стану і тенденцій розвитку барже-буксирних составів, визначення основних елементів і характеристик, оцінки морехідних якостей і створення початкової бази проектних даних. В роботі, що подається, доопрацьовані зазначені питання,

отримані деякі результати, що можуть бути покладені в основу розробки сучасної методики початкового проектування цих суден.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведене на основі аналізу сучасного стану і тенденцій розвитку барже-буксирних составів і їх технічних характеристик дослідження спрямоване на розробку питань створення методики початкової розробки концептуальних проектів суден цього класу з використанням отриманих статистичних залежностей для визначення головних розмірів барже-буксирних составів та їх відношень.

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методи дослідження, використані в роботі, поділяються на загальнонаукові та спеціальні. До загальнонаукових методів належать методи: аналізу, порівняння, синтезу. До спеціальних методів належать методи: статистична обробка проектних даних, підбір форми алгебраїчних рівнянь для встановлення залежностей у перехідних процесах.

Об'єктом дослідження є процес створення початкової проектною бази для методики розробки проектів барже-буксирних составів на початковому етапі.

Предметом дослідження є елементи і характеристики, які використовуються в методиках проектування суден і теорії корабля, призначені для вибору головних елементів і характеристик суден, навантаження мас, оцінювання їх морехідних якостей тощо.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Морські та річкові порти України являють собою складну багатофункціональну структуру, яка задовольняє потреби транспортного забезпечення економіки. Зручне географічне розташування портів має стратегічне значення для розвитку морської та річкової інфраструктури. Загальна протяжність берегової лінії складає майже 2500 кілометрів, на Чорне море припадає 1540 кілометрів. Завдяки великій береговій лінії на початок 2014 року в Україні працювало 19 морських портів та 14 річкових. У зв'язку із захопленням Криму Росією у 2014 році, п'ять морських портів залишилися на тимчасово окупованій території. З початком війни з лютого 2022 року більшість морських та річкових портів було закрито на період бойових дій. Це стосується річкових портів на Дніпрі та Південному Бугу і морських портів у Бузько-Дніпровсько-лиманському каналі. Найбільш безпечні умови роботи зберегли порти, розташовані на Дунаї – Ізмаїльський, Білгород-Дністровський, Ренійський, а також Уст-Дунайський порт. Таким чином, суттєво змінилися напрями вантажопотоків, обсяги та номенклатура вантажів. Завдяки втручанням Турції та ООН і організації «зернового коридору» у 2022 році з'явилася

можливість відкриття Одеського, Чорноморського портів та порту Південний.

За результатами роботи портів України у 2021 році були отримані наступні показники: портові оператори у морських портах перевантажили 118,1 млн.т. Цей показник був менше на 4 % до аналогічного періода у 2020 році. Доля Дунайських портів при цьому склала 4,52 % від загального об'єму перевантажень: Ізмаїльський порт – 3,9 млн. т, Ренійський порт – 1,37 млн. т, Уст-Дунайський порт – 64,3 тис. т.

З початком військових дій діяльність морських портів була призупинена. Пов'язано це було з мінунням морських шляхів та загрози піратства з боку кораблів Військово-Морського Флоту РФ. З цієї причини найбільше навантаження з вантажообробки припало на морські порти Дунаю.

За результатами роботи портів у 2022 році об'єм перевантажень скоротився до 59 млн. т у порівнянні з 2021 роком, що склало на 61,4 % менше. При цьому експортна частина скоротилася на 59,5 % – до 47,8 млн. т, а імпорт зменшився на 74,2 % – до 6,2 млн. т. Доля Дунайських портів суттєво підвищилася і склала 28 % від загального об'єму перевалки. Порт «Ізмаїл» перевищив обсяг вантажообробки у 2 рази – до 8,89 млн. т, порт «Рені» у п'ять разів – до 6,82 млн. т, порт «Уст-Дунайск» у 12,3 разів – до 785 тис. т. [3].

У 2023 році завдяки роботі «транспортного коридору» об'єми вантажних потоків почали зростати. Сумарний об'єм перевалки вантажів збільшився до 62 млн.т, що на 5 % більше у порівнянні з 2022 роком. Показники по портах Одеської області: порт «Одеса» – зростання на 9 %, до 8,4 млн.т, порт «Південний» – зниження на 34 % до 10,1 млн. т, порт «Чорноморськ» – зниження на 3 % до 11,4 млн.т. Найбільше збільшення вантажообробки у 2023 році спостерігалося саме у портах Дунаю. Сумарний обсяг у порівнянні з 2022 роком збільшився удвічі – з 16,5 до 32 млн. т. Показники по порту «Рені» – 10,1 млн. т. (+47 %), порту «Ізмаїл» – 20,2 млн. т. (збільшення в 2,3 рази) [3].

У 2024 році обсяг вантажообробки вантажів у портах Одеси та Дунаю досяг найбільшого значення – 97,2 млн. т, що на 36 % більше, ніж у попередньому році. Експорт при цьому склав 88,1 млн. т. Значну частину цього об'єму (79,9 млн. т.) складає вантажообіг морського коридора. Це порт «Одеса» – 18,3 млн. т, (збільшення об'єму перевалки у 2 рази), порт «Чорноморськ» – 26,04 млн. т, (збільшення об'єму перевалки у 2,3 рази), порт «Південний» – 35,55 млн. т, (збільшення об'єму перевалки у 3,5 рази). За рахунок збільшення вантажопотоків морським коридором частина вантажопотоків портів Дунаю було переорієнтовано на порти Одеси. Це призвело до зменшення об'ємів перевалки вантажів у портах на Дунаї. Загальний обсяг вантажообігу Дунайських портів склав 17,3 млн.т.

вантажів (зменшення у 1,8 рази). Кількість оброблених суден зменшилася у 2024 році з 14031 (у 2023 році) до 7744 одиниць. Вантажообсяг порту «Рені» у 2024 році становив 3,43 млн. т, (10,07 млн. т. у 2023 році), порту «Ізмаїл» – 13,4 млн. т, (20,26 млн. т. у 2023 році) та порту «Усть- Дунайськ» – 0,51 млн. т, (1,58 млн. т. у 2023 році) [4]. Причиною цього суттєвого зменшення вантажопотоків Дунайських портів можна вважати те, що порти Одеси мають значно більші глибини, що дозволяє приймати судна значно більшого дедвейту.

Залежність об'ємів перевалки вантажів у портах України представлені на рис. 1.

Категорії вантажів, перевалка яких виконується у портах України, суттєво змінилася у порівнянні з довоєнним періодом. Найбільший відсоток вантажів складають зернові, руда, наливні вантажі [3]. У 2021 році обсяг зернових культур склав 49,9 млн. т, руда 37,7 млн. т, у 2022 році зернові – 28,8 млн. т, у 2023 році порти Дунаю перевалили 19,8 млн. т зернових (62%), у 2024 році об'єм зернових склав 60,3 млн. т та 18,5 млн. т. рудних вантажів. Таким чином, найбільший відсоток належить зерновим та рудним вантажам.

До початку війни у лютому 2022 року на водних шляхах у перевалці зернових вантажів застосовувалась велика кількість барже-буксирних составів. Компанія «Нібулон», починаючи з 2015 року почала будувати флот під власні потреби. Це 44 несамохідні баржі загальним тоннажем 172,6 тис. т., з яких 22 баржі проекту NBL-90, 6 суден проекту NBL-91 вантажопідйомністю 2000 т., 8 суден проекту B2000, 4 судна проекту B1500, а також 24 буксири. Експлуатація цих несамохідних барж у складі барже-буксирних составів виконувалась по річках Дніпро та Південний Буг а також у Бузько-Дніпровсько-лиманському каналу. Довжина цих барж складає від 71 до 90 метрів, осадка від 1,8

до 2,7 метрів, що дозволяє їх експлуатувати на Дніпрі та Південному Бугу. Буксири-штовхачі, які були побудовані для роботи у складі барже-буксирних составів мають потужність від 1200 до 2500 к. с. Таким чином, компанія «Нібулон» побудувала свій власний сучасний флот для перевезення зерна. Перші баржі почали будуватися з 2010 року, закінчили у 2020 році.

Компанії, які займаються перевалкою зернопродукції, починають будувати свої несамохідні баржі для роботи у складі барже-буксирних составів. У 2020 році в Ізмаїлі компаніями «Дунайсудносервіс» та «Дунайсудноремонт» для холдинга «АгроВіста» було побудовано несамохідне судно Дніпро-AV-01 проекту D-6000 водотоннажністю у морській воді 7418 т. Компанія «TransShip Design» розробила проєкт несамохідної баржі вантажопідйомністю 6000 т, крім того ця компанія будує сучасні буксири, які використовуються як у складі барже-буксирних составів, так і окремо – для виконання кантування, ескортування, ліквідації пожеж.

В таблиці 1 представлені проєкти несамохідних суден, якв призначені для роботи у складі барже-буксирних составів, які були побудовані з 2010 року в Україні та їх головні розміри та вантажні характеристики.

На рис. 2 представлено залежність довжини судна від водотоннажності.

На основі даних таблиці 1 отримані апроксимаційні залежності довжини несамохідного судна від водотоннажності $L = f(\Delta)$, відношення довжини до ширини $L/B = f(L)$ та відношення ширини B до осадки $B/d = f(d)$:

$$L = 38,569 \ln(\Delta) - 228,28. \quad R_2 = 0,917; \quad (1)$$

$$L/B = 2,308 e^{0,0094L}. \quad R^2 = 0,965; \quad (2)$$

$$B/d = 1,894d^2 - 13,382d + 27,753. \quad R^2 = 0,9. \quad (3)$$

Розподіл об'єму перевалки вантажів по портах України, МЛН. Т.

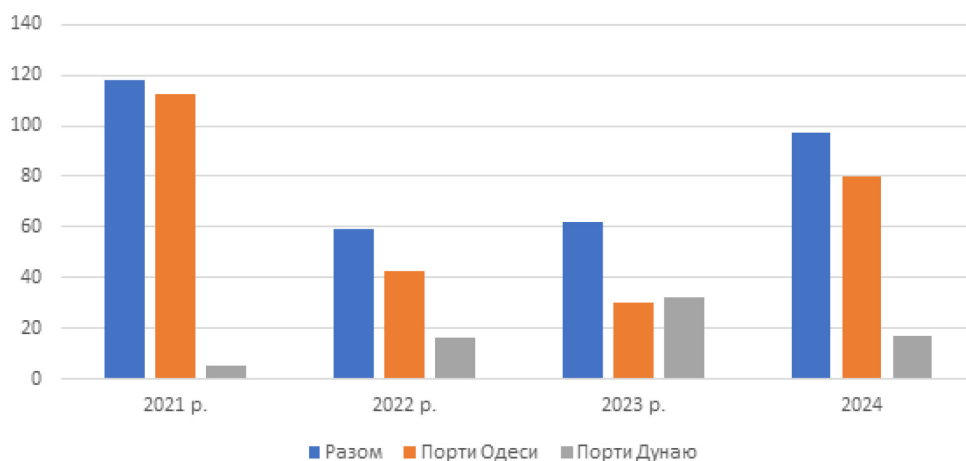
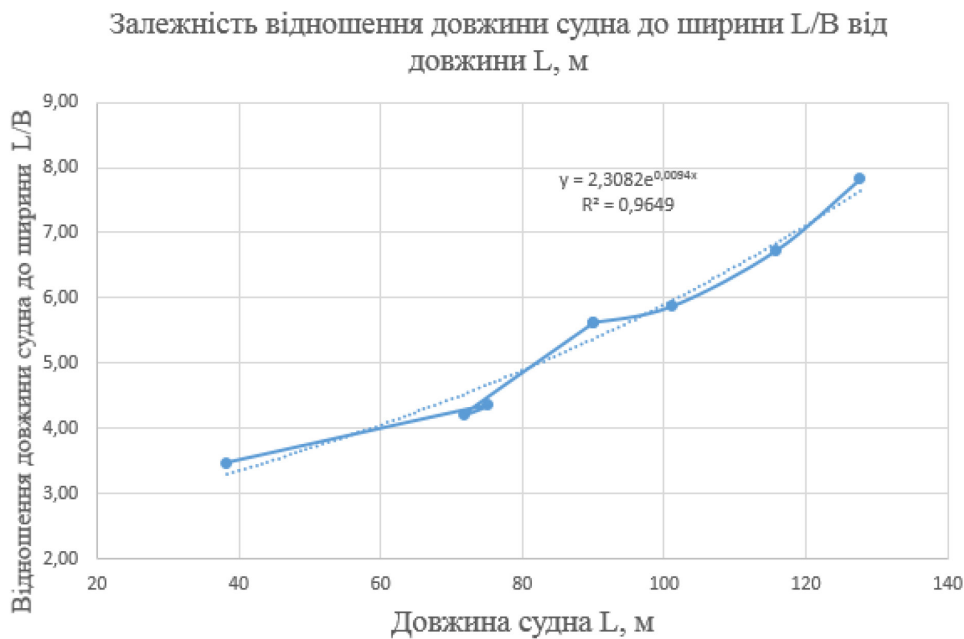


Рис. 1. Розподіл об'ємів перевалки вантажів у портах Одеси та портах Дунаю за 2021–2024 роки

Таблиця 1. Проекти барж для роботи у складі барже-буксирних составів, побудованих в Україні з 2010 року

Назва проекту, компанія	Водотоннажність, т	Вантажопідйомність, т	Довжина, м	Ширина, м	Осадка, м
Пр. NBL-90, «Нібулон»	5245	4377	90	16	3,75
Пр. NBL-91, «Нібулон»	3490	3000	90	16	2,7
Пр. B2000, «Нібулон»	2515	2000	71,7	17	2,25
Пр. B1500, «Нібулон»	2085	1500	75	17,2	1,8
Пр. B5000M, «Нібулон»	6207	5007	101,0	17,2	3,8
Пр. NB	1085	800	38,25	11	3,08
Дніпро-AV-01 пр. D-6000, «АгроВіста»	7418	6000	127,6	16,3	3,8
пр.B6100 «TransShip Design»	7405	6000	115,72	17,2	4,0

Рис. 2. Залежність довжини судна L , м від водотоннажності Δ , тРис. 3. Залежність відношення довжини судна до ширини L/B від довжини L , м

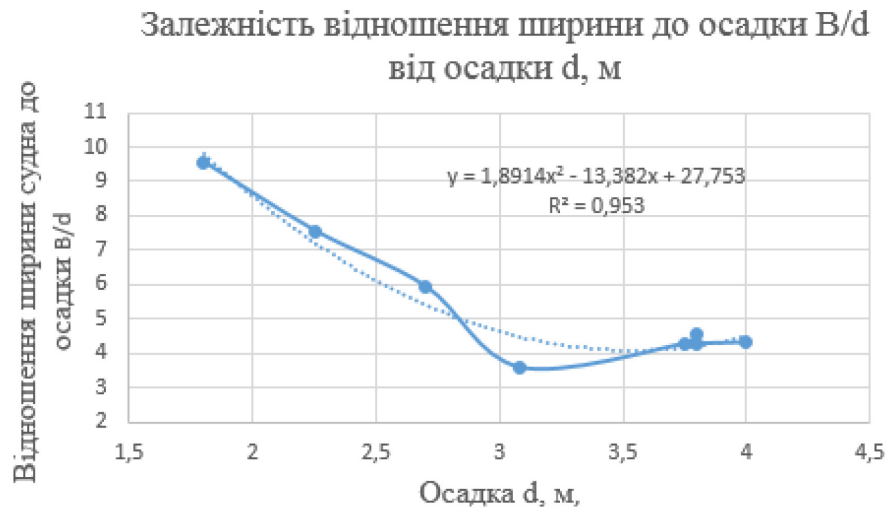


Рис. 4. Залежність відношення ширини судна до осадки B/d від осадки d , м

Таким чином, розглянуті в роботі питання тенденцій розвитку сучасних барже-буксирних составів, наведені основні характеристики і головні розміри,

а також отримані залежності (1-3) можуть бути використані в задачі вибору проектного рішення цих суден на етапі розробки концептуального проекту [5].

REFERENCES

- [1] Egorov, A. G. (2023). Vantagni sostavy dlia Dnipra, Chernogo moria i Dunaia. [Freight trains for the Dnieper, the Black Sea and the Danube]. Sudnobuduvannia i sudnoremont, no 1.
- [2] Egorov, O. G. (2015). Vybir optymalnykh charakteristik sostavnykh suden i barge-buksirnykh sostaviv zmichanogo plavannia [Selection of optimal characteristics of combined vessels and barge-tug combinations of mixed navigation]. *Dissertacia kandidata technichnykh nauk*: 05.08.03 / Odesa : ONMU. – 495 p
- [3] APK Inform. (2023). Retrieved from: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1543727>
- [4] APK Inform. (2024). Retrieved from: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1543727>
- [5] Nekrasov, V. (2019). Conceptual Designing of Ships: monograph. Oldi-Plu, pp 49–62

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Єгоров, О. Г. (2023). Вантажні состави для Дніпра, Чорного моря та Дунаю. *Суднобудування і судноремонт*, № 1.
- [2] Єгоров, О. Г. (2015). Вибір оптимальних характеристик составних суден і барже-буксирних составів змішаного плавання. Дисертація кандидата технічних наук: 05.08.03. Одеса: ОНМУ. 495 с
- [3] АПК Інформ. (2023). URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1543727>
- [4] АПК Інформ. (2024). URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1543727>
- [5] Nekrasov, V. (2019). Conceptual Designing of Ships: monograph. Oldi-Plu, с. 49–62.

© Астахова А. О., Савочкіна В. В., Ястреба О. П.
Дата надходження статті до редакції: 18.08.2025
Дата затвердження статті до друку: 03.09.2025
Опубліковано: 24.11.2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0