

УДК 629.533  
DOI [https://doi.org/10.15589/znp2023.4\(493\).2](https://doi.org/10.15589/znp2023.4(493).2)

## PASSENGER VESSEL WITH OUTRIGGERS OF MODULAR PONTOON CONSTRUCTION FOR THE ROUTE “ОЧАКІВ-KINBURN SPIT”

### ПАСАЖИРСЬКЕ СУДНО З АУТРИГЕРАМИ МОДУЛЬНО-ПОНТОННОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ МАРШРУТУ «ОЧАКІВ-КІНБУРНЬСЬКА КОСА»

**Kostyantyn O. Morozov**

kostyantyn.morozov@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6879-0286

**Oleksii A. Morozov**

oleksii.morozov@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-7631-9099

**К. О. Морозов**

викладач

**О. О. Морозов**

викладач

*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv*

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

**Abstract.** *Purpose.* Determination of the optimal elements of a passenger vessel with outriggers for the Ochakov-Kinburn Spit route in the context of rapidly changing operational restrictions and the use of pontoon modular during the construction of the hull of a passenger vessel with outriggers along the Ochakov-Kinburn spit route. *Method.* Methods of ship theory and design, analysis and statistics are used. *Results.* On the example of container carriers, the impact of changing operating conditions on operational limitations is shown, and the leveling of changes due to the modernization of the design of container carriers by lengthening the passenger vessel with outriggers due to a cylindrical insert, on the basis of which it was determined that modularity allows to quickly adapt to significant fluctuations in passenger traffic. A design analysis of pontoon systems of various types was carried out. On the basis of the obtained data, it was determined that the use of pontoon modules in the design of the passenger, in addition to the above-mentioned advantages, will significantly expand operational capabilities. *Practical impact.* The example of the operation of container carriers shows the rapid variability of operating conditions, on the basis of which the technical tasks are formed, and the need to make structural changes even during the operation of the vessels, by lengthening the vessels due to the cylindrical insert. With the transition to market relations, the trends in the design and construction of ships finally changed, which is connected with the desire of private shipowners to reduce construction investments, operating costs and the payback period of investments as much as possible, taking into account the risks of social and economic and socio-political nature. From the point of view of cost reduction, the most relevant areas should include: design and construction of ships for a limited service life – from 10 to 15 years, while the payback period is set in the range from 5 to 8 years; wide implementation of modular design and construction of ships, which provides for the possibility of changing both the purpose of the ship and its main characteristics (dimensions, carrying capacity, etc.), namely: changes in the length of the ship due to a cylindrical insert with the same bow and stern parts; equipping vessels of various purposes using a high level of unification; ship class changes using a high level of unification. Taking into account all of the above, in order to determine the optimal elements of a passenger vessel with outriggers for the route "Ochakov-Kinburnska Spit" in the conditions of rapid variability of operational limits, namely significant fluctuations in passenger flow, a modular pontoon design was used the main element of which is the unified pontoon module. The use of pontoon modules allows you to use the vessel with maximum efficiency as a passenger, boarding, cargo-passenger vessel, in the coastal areas of the seas and on rivers.

**Key words:** passenger vessel with outriggers; longitudinal modular construction; unified module-pontoon; passenger push barge; combined hull form; outboard engine.

**Анотація.** *Мета.* Визначення оптимальних елементів пасажирського судна з аутригерами для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» в умовах швидкої мінливості експлуатаційних обмежень та застосування модулів-понтонів у конструкції корпусу пасажирського судна з аутригерами, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса». *Методика.* Застосовано методи теорії і проектування суден, аналізу і статистики. *Результати.* На прикладі контейнеровозів показано вплив зміни умов експлуатації на експлуатаційні обмеження, та нівелювання змін за рахунок модерні-

зації конструкції контейнеровозів шляхом подовження судна за рахунок циліндричної вставки на підставі чого було визначено, що модульність дозволяє швидко адаптуватись до значних коливань пасажиропотоку. Було проведено проектний аналіз понтонних систем різних типів. На основі отриманих даних було визначено, що застосування модулів-понтонів, у конструкції пасажирського, крім вище казаних переваг, дозволить значно розширити експлуатаційні можливості. *Наукова новизна.* Вперше узагальнені та проаналізовані дані різних проектів поромів з уніфікованих модулів-понтонів. *Практичне значення.* На прикладі експлуатації контейнеровозів показано, швидко мінливість експлуатаційних умов, на основі, яких формують технічні завдання, та необхідність вносити конструктивні зміни навіть під час експлуатації суден, шляхом подовження суден за рахунок циліндричної вставки. З переходом до ринкових відносин, остаточно, змінилися тенденції проектування та будівництва суден, що пов'язане із прагненням приватних судновласників до максимально можливого зниження інвестицій на побудову, експлуатаційних витрат та терміну окупності інвестицій, з урахуванням ризиків соціально-економічного та соціально-політичного характеру. З позиції зниження витрат до найбільш актуальних напрямків слід віднести: проектування та будівництво суден на обмежений термін служби – від 10 до 15 років, при цьому термін окупності встановлюється в діапазоні від 5 до 8 років; широке впровадження модульного проектування та будівництва суден, що передбачає можливість зміни як призначення судна, так і його основних характеристик (розмірів, вантажопідйомності і т. і.) а саме: зміни довжини судна за рахунок циліндричної вставки при тих самих носовій та кормовій частинах; комплектування суден різного призначення використовуючи високий рівень уніфікації; зміни класу судна за допомогою високого рівня уніфікації. Враховуючи усе вище наведене, для визначення оптимальних елементів пасажирського судна з аутригерами для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» в умовах швидкої мінливості експлуатаційних обмежень, а саме значних коливань пасажиропотоку, було застосовано модульно-понтонну конструкцію головним елементом якої є уніфікований модуль-понтон. Застосування модулів-понтонів дозволяє з максимальною ефективністю використовувати судно як пасажирське, водолазне, вантажопасажирське, у прибережних районах морів так і на річках.

**Ключові слова:** пасажирське судно з аутригерами; циліндрична вставка; уніфікований модуль-понтон; пасажирський річковий состав; комбінована форма корпусу; підвісний двигун.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Як вже відмічалось у [1] необхідним є розвиток водних приміських та міських маршрутних перевезень, та відповідних пасажирських суден для яких кількість пасажирів, що перевозяться, варіюється від 10 до 38 пасажирів, як і у мікроавтобусах та автобусах які використовуються для приміських та міських перевезень, відповідно і маршрут перевезень може бути визначений заздалегідь або індивідуально в кожному конкретному випадку.

Таким чином, після визначеного в [1] режиму руху та АКТ необхідним є вирішення завдання оптимізації головних елементів пасажирського судна з аутригерами (САР) для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

При вирішенні цієї задачі необхідно урахувати багато зовнішніх чинників соціально-економічного характеру які неможливо формалізувати або їх формалізація є складною та потребує окремого дослідження. Таким зовнішнім чинниками є пасажиропотік та вантажопотік на сезонних річкових або прибережних маршрутах невеликої відстані, які практично неможливо визначити з необхідною точністю через фактори соціально-економічного та соціально-політичного характеру.

Тому було використано інженерний метод урахування цього чинника на сезонних маршрутах, а саме можливість, конструктивно, змінювати головні елементи за рахунок використання уніфікованих модулів-понтонів і таким чином швидко адаптуватись до змін.

#### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

У вітчизняних публікаціях на цю тематику немає але існує узагальнений проектний підхід до проектування морських суховантажних суден з урахуванням експлуатаційних умов та модернізації. Крім того існує досвід розробки та побудови суден типу «Ліберті» модульної конструкції, який обґрунтовує необхідність будувати не ті судна, кожна складова яких буде оптимальною, а ті, які є оптимальними як система у конкретних економічних умовах; необхідно оцінювати економічні результати, сприймаючи інші складові як обмеження і не більш того. У [2] обґрунтовується форма корпусу пасажирського судна з аутригерами прибережного району плавання, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса», але не уточнюється конструкція самого корпусу з урахуванням значних коливань пасажиропотоку та мінливості експлуатаційних умов. Тому, наразі, у літературі відсутні системні дослідження пасажирського судна з аутригерами, модульно-понтонної конструкції, для водних приміських та міських перевезень, у прибережних районах морів, річках та водосховищах з можливістю висаджувати/приймати пасажирів з необладнаного узбережжя.

**Метою досліджень** є обґрунтування модульно-понтонної конструкції корпусу пасажирського судна з аутригерами (САР), для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса», типу двигуна та рушія.

## МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Застосовано методи теорії і проектування суден, аналізу і статистики.

Об'єкт – пасажирське судно з аутригерами прибережного району плавання, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса». Предмет – проектні, експлуатаційні дані по елементам понтонів та поромів з модулів-понтонів.

## ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

У середні 70-х років у Радянському союзі почали будуватися контейнеровози типу «Олександр Фадєєв» та «Сетрорєцьк».

Експлуатація суден цього типу показала, що контейнеромісткість цих суден недостатня і вони не можуть використовувати проектну вантажопідйомність через наявність на лінії великої кількості (до 70%) 40-футових контейнерів та високих контейнерів (8,5 футів).

При перевірці мас було виявлено, що середня маса 20-футового контейнера не перевищує 12,9 т, а 40-футовго контейнера-не перевищує 14 т. Крім того було виявлено що середня маса контейнера може значно змінюватись в залежності від маршруту. Так для 20-футовго контейнера, на японському напрямку вона рівнялась 7 т, на гонконгському-10,5 т, на манільському-12,7 т, а на каботажних напрямках коливалась від 18 до 20 т.

Крім того необхідно було урахувати значну сезонну нерівномірність при експлуатації цих суден на всіх маршрутах.

Таким чином експлуатація цих контейнеровозів на вказаних контейнерних маршрутах виявила їх збитковість.

Через це довелося збільшити контейнеромісткість суден для використання всієї вантажопідйомності, що відповідно, призвело до додаткових витрат.

У 1987 році було також модернізовано три контейнеровози типу «Художник Сар'ян». Причина та ж-працюючи на лінії Японія-Австралія, судна виявлялися недовантаженими (середня маса контейнера була лише 11 т) і відповідно, контейнеромісткість була недостатньою. Три судна («Художник Жуков», «Художник Йогансон» і «Максим Михайлов») вдалося поставити на верф Hyundai Mipo Dockyard в Південній Кореї, де вони були подовжені на 29,16 м, за рахунок циліндричної вставки, зі збільшенням висоти комінгсів люків для розміщення в трюмах семи ярусів контейнерів. Місткість кожного судна зросла з 820 до 1254 од. ДФІ.

Ці приклад показують, швидко мінливість експлуатаційних умов, на основі, яких формують технічні завдання, та необхідність вносити конструктивні зміни навіть під час експлуатації суден, шляхом подовження суден за рахунок циліндричної вставки.

З переходом до ринкових відносин, остаточно, змінилися тенденції проектування та будівництва суден, що пов'язане із прагненням приватних судновласників до максимально можливого зниження інвестицій на побудову, експлуатаційних витрат та терміну окупності інвестицій, з урахуванням ризиків соціально-економічного та соціально-політичного характеру.

З позиції зниження витрат до найбільш актуальних напрямків слід віднести:

1. Проектування та будівництво суден на обмежений термін служби – від 10 до 15 років, при цьому термін окупності встановлюється в діапазоні від 5 до 8 років.

2. Широке впровадження модульного проектування та будівництва суден, що передбачає можливість зміни як призначення судна, так і його основних характеристик (розмірів, вантажопідйомності і т.і.) а саме:

- зміни довжини судна за рахунок циліндричної вставки при тих самих носовій та кормовій частинах;
- комплектування суден різного призначення використовуючи високий
- рівень уніфікації;
- зміни класу судна за допомогою високого рівня уніфікації.

Враховуючи усе вище наведене, для визначення оптимальних елементів пасажирського судна з аутригерами (САР) для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» в умовах швидкої мінливості експлуатаційних обмежень, а саме значних коливань пасажиропотоку, було застосовано модульно-понтонну конструкцію (МПК) головним елементом якої є уніфікований модуль-понтон (УМП).

Подібний підхід застосовувався при пасажирських перевезеннях на річках на початку 60-х років, коли використовувались пасажирські состави з плаввернад зроблених на базі понтону проекту 1515 та теплоходів проекту 544 (рис. 1) [3].



Рис. 1. Пасажирський состав з плаввернади та теплоходу проекту 544

Подальшого, цілеспрямованого, розвитку цей напрямок пасажирських перевезень не отримав.

Однак у кінці 80-х на місцевому рівні подібні перевезення, подекуди, почали використовуватись, як приклад можна привести несамохідний пасажирський паром проекту 754 який почав працювати у 1989 році (рис. 2) [4].



Рис. 2. Несамохідний паром проекту 754

Цей імпровізований паром являє собою носову секцію наплавного залізничного мосту НЗМ-56 та буксирного катера БМК-130, у якості буксиру.

До основних особливостей подібних поромних переправ з уніфікованих модулів-понтонів слід віднести:

- застосування порома у вигляді суцільної плавучої смуги;
- можливість конструювання поромів з уніфікованих модулів суден декількох типів;
- взаємозамінність однотипних модулів-понтонів;
- збирання та розбирання поромів на воді;
- можливість перевезення окремих модулів-понтонів будь-яким видом транспорту;
- використання палуб як проїзної частини порому;
- наявність плавучих апарельних пристроїв для швартування, навантаження та розвантаження пасажирів та вантажів;
- наявність берегових пристроїв у вигляді суцільних нахилених спусків к зрізу води, котрі являються продовженням шляху до переправи (спеціальні причали для порому непотрібні);
- можливість швартування порома у будь-якій точці берегового нахиленого спуска в незалежності від коливань рівня води;
- навантаження та розвантаження за принципом потоку, без пересаджування або додаткового переміщення пасажирів на поромі;
- можливість використання УМП для збирання поромів більшої пасажиромісткості [5].

У перше ідея подібних уніфікованих модулів-понтонів була запропонована капітаном ВМС США Карлом А. Карлсоном.

У 1935 році він запропонував Navy Lighterage pontoon (NLP)-військово-морські полегшені понтони (рис. 3) [6].

Понтони були двох типів: базовий прямокутний розміром 1,5×1,5×2,1 м.

У другого типу одна сторона була нахилена для утворення носової частини або з'їзду під нахилом, у міру потреби [7].

Використання NLP дало можливість укомплектувати різні допоміжні судна (рис. 4) [7].

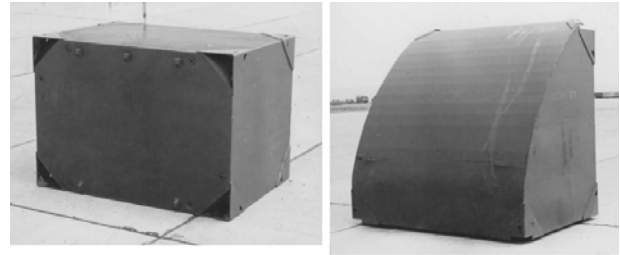


Рис. 3. Модулі-понтони типу NLP

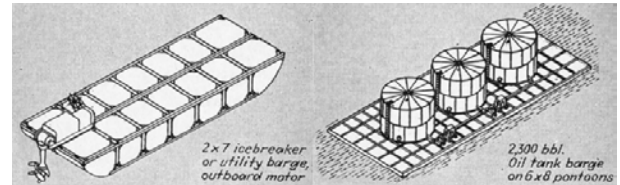


Рис. 4. Допоміжні судна з модулів-понтонів типу NLP

Модулі-понтони типу NLP представляли собою зварні сталеві плавучі елементи, які з'єднували за допомогою сталевих кутників, які у свою чергу виконували роль стрингерів (рис. 5).



Рис. 5. З'єднані кутником стрингером модулі-понтони типу NLP

Вони з'єднувались зі кутником-стрингером за допомогою спеціального клиновидного штифта.

Слід зазначити, що збирання суден та барж з модулів-понтонів типу NLP проводилось частково на березі (формування блоків з понтонів), а частково на воді (з'єднання блоків з понтонів між собою).

У подальшому ця система неодноразово модернізувалась.

Подібна система але для понтонного мосту з УМП була розроблена у ФРГ SE-Brücke 50/80 [8].

Вона складається з двох різних типів УМП: середньої секції довжиною 4,2 м і висотою 0,73 з прямокутним поздовжнім перерізом і секції довжиною 4,275 м з носовою частиною яка має нахил (рис. 6).

Понтони поділені на відсіки, тому у разі пошкодження понтон залишається на плаву.

На відміну від класичних понтонних мостів, де окремі понтони служать плавучими опорами та розташовуються на визначеній відстані (рис. 7)



Рис. 6. УМП SE-Brücke 50/80

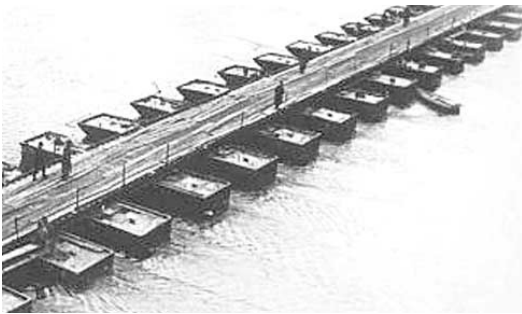


Рис. 7. Понтонний міст на плавучих опорах

Понтони SE-Brücke 50/80 з'єднуються у понтонний міст-стрічку, який представляє собою пустотілу нерозрізну балку, у якій проїзна частина об'єднана з палубою понтонів, несуча частина, розміщена у самому понтоні, та з частиною конструкції понтону.

Подібна система була представлена у листопаді 2021 році компанією Dynamics European Land Systems-Bridge Systems (GDELS-Bridge Systems), яка оголосила що спільно з державними та приватними партнерами успішно завершила розробку нової вдосконаленої «модульної багатонаціональної платформи», відомої як PoVo/HYDRA, для цивільного захисту та ліквідації наслідків стихійних лих (рис. 8) [9].



Рис. 8. Система PoVo/HYDRA

Розроблена багатофункціональна система PoVo/HYDRA є частиною програми DIVERS («Інноваційна програма підтримки стратегій диверсифікації оборонних компаній у технології цивільної безпеки»), запущеної в грудні 2018 року Федеральним міністерством економіки та енергетики Німеччини (BMWI).

Замість буксирних катерів які є класичним для понтонних мостів у цій системі застосовується,

моторний модуль-понтон, а у якості рушія використані підвісні двигуни.

Подібну систему УМП було використано і конструкції пасажирського САР з носовим модулем-понтонном тримаранною частиною, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» (рис. 8).

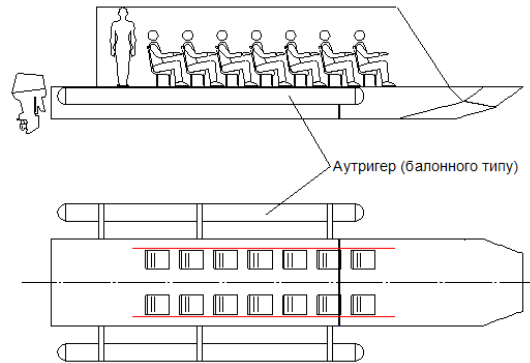


Рис. 9. Загальний вигляд САР з УМП

Слід зазначити, що пасажирський салон є модулем який є змінною конструкцією, та встановлюється на палубу понтонів.

Застосування МПК, у конструкції САР, дозволить швидко адаптуватись до змін пасажиропотоку та значно розширить експлуатаційні можливості.

Носова частина зроблена тримаранною по типу швидкісного пасажирського судна проекту Р-83 (рис. 9) для зменшення хвильового пору «підпорної» та хвилі яка з'являється на судах з «повною» носовою частиною, як то, у буксирів. Таким чином форма корпусу є комбінованою [2].



Рис. 10. Тримаранна носова частина пасажирського судна проекту Р-83

## ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ І ВИСНОВКИ

1. Швидка мінливість експлуатаційних умов, відповідно, призводить до зміни експлуатаційних обмежень, на основі, яких формують технічні завдання, призводить до необхідності вносити конструктивні зміни навіть під час експлуатації суден.

2. Широке впровадження модульного проектування та будівництва суден, що передбачає можливість

зміни як призначення судна, так і його основних характеристик.

3. Заявилась тенденція проектування та будівництва суден на обмежений термін служби – від 10 до 15 років, при цьому термін окупності встановлюється в діапазоні від 5 до 8 років.

4. Застосування МПК, у конструкції САР, дозволить швидко адаптуватись до значних коливань пасажиропотоку та значно розширить експлуатаційні можливості.

5. Пасажирський салон є модулем який та є змінною конструкцією.

6. У якості двигуна та рушія визначено підвісний двигун.

## REFERENCES

- [1] Slobodyan, S. O., & Morozov, O.O. (2022) Vyznachennya typu pasazhyrs'koho sudna dlya marshrutu «Ochakiv-Kinburns'ka Kosa» [Determining the type of passenger vessel for the route "Ochakiv-Kinburn Spit"]. *Zbirnyk naukovykh prats NUK – Collection of scientific articles NUOS, 1*, 12-18 [in Ukrainian].
- [2] Slobodyan, S. O., & Morozov, O.O. (2023) Vyznachennya formy tsentral'noho korpusu pasazhyrs'koho sudna z autryheramy dlya marshrutu «Ochakiv-Kinburns'ka Kosa» [Determination of the hullform of the central hull of a passenger vessel with outriggers for the route "Ochakiv-Kinburn Spit"]. *Zbirnyk naukovykh prats NUK – Collection of scientific articles NUOS, 1*, 30-37 [in Ukrainian].
- [3] Plavvernada V-55 i teplokhid proyekta 544 Retrieved from: <https://fleetphoto.ru/photo/55621/?vid=32150>
- [4] Nesamokhidni poromi-proyekt 754. Retrieved from: <https://fleetphoto.ru/projects/7689/>
- [5] Nesamokhidnyu porom pontonnoho typu proekt 817A. Retrieved from: <https://ppt-online.org/634628>
- [6] Navy lighterage pontoon Retrieved from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Navy\\_lighterage\\_pontoon](https://en.wikipedia.org/wiki/Navy_lighterage_pontoon) [in English]
- [7] Navy Lighterage pontoons "Popular Science" Retrieved from: [https://books.google.com.ua/books?id=2yADAAAAMBAJ&dq=Navy+Lighterage+pontoons+%22Popular+Science%22&pg=PA91&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Navy%20Lighterage%20pontoons%20%22Popular%20Science%22&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=2yADAAAAMBAJ&dq=Navy+Lighterage+pontoons+%22Popular+Science%22&pg=PA91&redir_esc=y#v=onepage&q=Navy%20Lighterage%20pontoons%20%22Popular%20Science%22&f=false) [in English]
- [8] Schwimmbrücke Hohlplattengerät 50/80 [https://www.panzerbaer.de/helper/bw\\_schwbr\\_hpg-a.htm](https://www.panzerbaer.de/helper/bw_schwbr_hpg-a.htm) [in German]
- [9] General Dynamics European Land Systems to demonstrate Ponton Boot system for civil protection and disaster relief <https://www.gdels.com/pr.php?news=161> [in English]

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Слободян С. О., Морозов О.О. Визначення типу пасажирського судна для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» / С. О. Слободян, О. О. Морозов // Збірник наукових праць НУК» №1, 2022. – Миколаїв : НУК, 2022. С. 12–18.
- [2] С. О. Слободян, О. О. Морозов. Визначення форми центрального корпусу пасажирського судна з аутригерами для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» / С. О. Слободян, О. О. Морозов // Збірник наукових праць НУК» № 1, 2023. – Миколаїв : НУК, 2023. С. 30–37.
- [3] Плаввернада В-55 та теплохід проект 544 <https://fleetphoto.ru/photo/55621/?vid=32150>
- [4] Несамохідні пороми-проект 754. URL: <https://fleetphoto.ru/projects/7689/>
- [5] Несамохідний пором понтонного типу проект 817А <https://ppt-online.org/634628>
- [6] Navy lighterage pontoon [https://en.wikipedia.org/wiki/Navy\\_lighterage\\_pontoon](https://en.wikipedia.org/wiki/Navy_lighterage_pontoon)
- [7] Navy Lighterage pontoons "Popular Science" URL: [https://books.google.com.ua/books?id=2yADAAAAMBAJ&dq=Navy+Lighterage+pontoons+%22Popular+Science%22&pg=PA91&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Navy%20Lighterage%20pontoons%20%22Popular%20Science%22&f=false](https://books.google.com.ua/books?id=2yADAAAAMBAJ&dq=Navy+Lighterage+pontoons+%22Popular+Science%22&pg=PA91&redir_esc=y#v=onepage&q=Navy%20Lighterage%20pontoons%20%22Popular%20Science%22&f=false)
- [8] Schwimmbrücke Hohlplattengerät 50/80 [https://www.panzerbaer.de/helper/bw\\_schwbr\\_hpg-a.htm](https://www.panzerbaer.de/helper/bw_schwbr_hpg-a.htm)
- [9] General Dynamics European Land Systems to demonstrate Ponton Boot system for civil protection and disaster relief <https://www.gdels.com/pr.php?news=161>

© Морозов К. О., Морозов О. О.

Дата надходження статті до редакції: 31.10.2023

Дата затвердження статті до друку: 22.11.2023