

УДК 629.533
DOI [https://doi.org/10.15589/znp2024.2\(495\).2](https://doi.org/10.15589/znp2024.2(495).2)

MODULAR PONTOON SYSTEM BASED ON THE PNEUMATIC BALLOONS

МОДУЛЬНО-ПОНТОННА СИСТЕМА НА ОСНОВІ ПНЕВМАТИЧНИХ БАЛОНІВ

Oleksii A. Morozov

oleksii.morozov@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0002-7631-9099

Kostyantyn O. Morozov

kostiantyn.morozov@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0002-6879-0286

О. О. Морозов,

викладач

К. О. Морозов,

викладач

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Abstract. *Purpose.* The determination of the possibility of using pontoon modules based on pneumatic cylinders made of PVC fabric as a basic element of a passenger ship with outriggers on the sealine "Ochakiv-Kinbrunska Kosa" and a river cargo ferry or ribbon bridge. *Method.* The methods of ship theory and design, analysis, and statistics are applied. *Results.* The design analysis of a pontoon module made of steel and pneumatic cylinders made of PVZ fabric was carried out. Based on the obtained data, it was determined that the use of pontoon modules in the design of the passenger element of a passenger ship with outriggers on the sealine "Ochakiv-Kinbrunska Kosa" and a river cargo ferry or ribbon bridge is expedient. *Scientific novelty.* For the first time, the data of pontoon modules made of steel and based on pneumatic cylinders were summarized and analyzed. *Practical impact.* To overcome the "wave barrier" it is necessary to reduce the mass of the vessel hull, which reduces the draft. The introduction of modular design and construction of a vessel involves the possibility of changing both the purpose of the vessel and its main characteristics. The mass and dimensional characteristics of the pontoon module based on pneumatic cylinders are much better than those of the steel pontoon module. The use of a pontoon module based on pneumatic cylinders in the design of a modular pontoon vessel with outriggers, a river cargo ferry, or a ribbon bridge is rational and will allow for quick adaptation to significant fluctuations in passenger traffic and will significantly expand operational capabilities. The passenger compartment is a detachable modular structure and is also a removable structure. An outboard engine is defined as the engine and drive for a passenger vessel with outriggers in the coastal navigation area.

Key words: outriggers; passenger vessel with outriggers; module-pontoon; PVC fabric; river ferry; ribbon bridge.

Анотація. *Мета.* Визначення можливості використання модулів-понтонів на основі пневматичних балонів з ПВХ-тканини у якості базового елементу пасажирського судна з аутригерами для маршруту «Очаків-Кінбрунська Коса» та річкового вантажного порому або моста-стрічки. *Методика.* Застосовано методи теорії і проектування суден, аналізу і статистики. *Результати.* Було проведено проектний аналіз модуля-понтону зі сталі та з пневматичних балонів з ПВХ тканини. На основі отриманих даних було визначено, що застосування модулів-понтонів, у конструкції пасажирського елементу пасажирського судна з аутригерами для маршруту «Очаків-Кінбрунська Коса» та річкового вантажного порому або моста-стрічки є доцільним. *Наукова новизна.* Вперше узагальнені та проаналізовані дані модулів-понтонів зі сталі та на основі пневматичних балонів. *Практичне значення.* Для подолання «хвильового бар'єру» необхідно знижувати масу корпусу судна що вочевидь зменшує осадку. Впровадження модульного проектування та будівництва суден, передбачає можливість зміни як призначення судна, так і його основних характеристик. Масагабитні характеристики модуля-понтону на основі пневматичних балонів значно ліпші ніж у модуля-понтону зі сталі. Застосування модуля-понтону на основі пневматичних балонів, у конструкції модульно-понтонного судна з аутригерами, річкового вантажного порому або моста-стрічки є раціональним, та дозволить швидко адаптуватись до значних коливань пасажиропотоку та значно розширить експлуатаційні можливості. Пасажирський салон є роз'ємною несучою конструкцією-модулем і також є змінною конструкцією. У якості двигуна та рушія для пасажирського судна з аутригерами прибережного району плавання визначено підвісний двигун.

Ключові слова: аутригер; пасажирське судно з аутригерами; модуль-понтон; ПВХ-тканина; річковий паром; міст-стрічка.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Основною задачею у суднобудуванні є збільшення швидкості або при визначеній швидкості зменшення необхідної потужності для перевезення визначеної кількості пасажирів або заданого вантажу.

На даний час є багато способів, які дозволяють досягти результатів у вирішенні цієї задачі. Це і збільшення відношення довжини до ширини при зменшенні осадки, що зменшує хвильовий опір для швидкісних водотоннажних суден, це і динамічні принципи підтримки судна при русі (судна на повітряній подушці, підводних крилах або газовій каверні), усі ці способи базуються на зменшенні маси корпусу за рахунок використання інноваційних конструктивних матеріалів.

Тому після визначення модульно-понтонного пасажирського судна з аутригерами у якості оптимального типу для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса» [1] було розглянуто конструкцію модуля-понтону з пневматичних балонів, матеріал яких є полівінілхлорид (ПВХ) або ПВХ-тканина.

Крім того до переваг пневматичних балонів можна віднести: високий запас плавучості, великий коефіцієнт використання водотоннажності, високу ударостійкість (в порівнянні зі сталлю і склопластиком), висока зносостійкість, не має потреби у антикорозійній обробці, низькі витрати на обслуговування.

Конструкція модуля-понтону з ПБ схожа з суднами на повітряній подушці (СВП) та скеговими суднами на повітряній подушці (СВПС), однак у даному випадку, повітряна подушка «знаходиться» у ПБ, тобто повітря не подається під тиском для підйому судна над поверхнею, а вже міститься під тиском у пневматичних понтонах, що не потребує системи підйому як на СВП або СВПС.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вітчизняних публікаціях на цю тематику однак у [1] визначається режим руху та АКТ необхідним є вирішення завдання оптимізації головних елементів пасажирського судна з аутригерами (САР) для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса», а також необхідність та 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.

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 визначення раціональності використання модуля-понтону на основі пневматичних балонів у якості базового елементу модульно-понтонної конструкції пасажирського судна з аутригерами, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Застосовано методи теорії і проектування суден, аналізу і статистики.

Об'єкт – модуль-понтон на основі пневматичних балонів. Предмет – проектні, експлуатаційні дані по елементам модулів-понтонів зі сталі та ПВХ.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Основною задачею при проектуванні швидкісних пасажирських суден прибережного району плавання, що рухаються у перехідному режимі руху або в режимі глісування, є подолання різкого збільшення хвилеутворення та відповідно хвильового опору або «хвильового бар'єру».

Одним із способів подолання «хвильового бар'єру» є збільшення відношення довжини до ширини при зменшенні осадки, що зменшує хвильовий опір, а також застосування архітектурно-конструктивного типу судна з аутригерами для збереження остійності судна.

Ще одним способом є динамічних принципів підтримки судна, коли судно тримається над поверхнею води за рахунок подачі повітря під надлишковим тиском, у під купольний простір що утворюється за рахунок м'якого огороження. Таким чином утворюється «повітряна подушка».

Обидва способу мають загальну рису: для зменшення осадки та для утворення «повітряної подушки» судно має якомога меншу масу корпусу.

З огляду на це було проаналізовано конструкцію модуля понтона для пасажирського судна з аутригерами (МП САР) з пневматичних балонів (ПБ) як і аутригери, матеріалом яких є тканина з полівінілхлорида (ПВХ).

Ця тканина є синтетичним полімером – хімічну сполуку водню, хлору та вуглецю та різного роду стабілізаторів, модифікаторів тощо.

Пневматичні балони почали використовуватись у плотях для сплавів по гірським річкам наприкінці 70-их років (рис. 1).

Наприклад пліт з 4 ПБ (2 довжиною 4 м та 2 довжиною 3 м діаметром 0,4 м) при загальному навантаженні близько 1,5 т (рама, спорядження, екіпаж

7 чоловік) мав осадка балонів становила приблизно $2/3$ діаметра. Експлуатація показала непогану маневреність, можливість переміщатися поперек потоку.

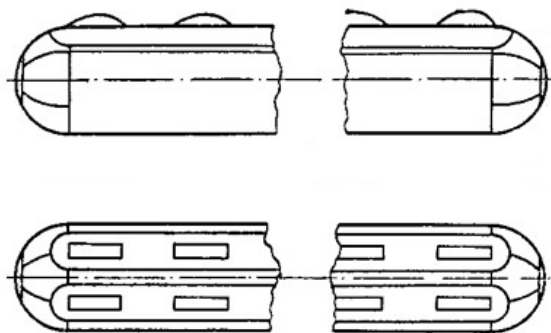


Рис. 1. Загальний вигляд пневматичного балону

Важливим є те, що вдалось досягти малої ваги плоту при великому запасі плавучості.

З урахуванням вище наведеного було зроблено порівняльний аналіз МП зі сталі та МП на основі ПБ зі ПВХ-тканини.

Для більшої функціональності було розглянуто можливість річкового вантажного порому з модуль-понтонів які використовуються для пасажирського САР прибережного району плавання як зі сталі так і на основі ПБ зі ПВХ-тканини.

У якості навантаження при регламентації товщини настилу палуби було прийнято автомобіль Mercedes-Benz Sprinter вантажний 516 CDI MT (163 к.с.) Long Base 2018 Фургон, NCV3 II загальною масою 5 т та навантаженням на задню вісь 3,5 т.

Для визначення головних розмірів МП було розглянуто понтон вантажопідемністю 48 т та Schwimmbrücke MLC 50 Ponton [3] [4] вантажопідемністю 2.6 т.

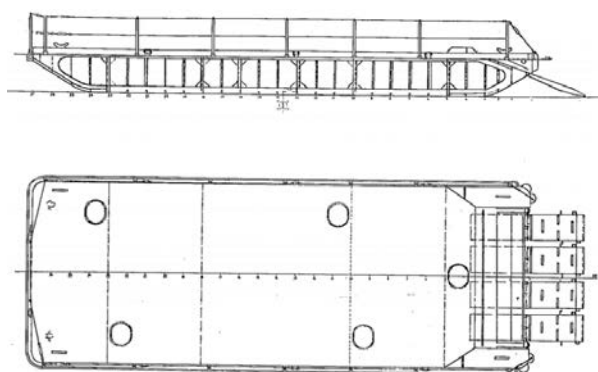


Рис. 2. Понтон вантажопідемністю 48 т

Понтон вантажопідемністю 48 т ($13,25 \times 4,9 \times 1,15$) було, умовно, розділено на 6 рівних частин (3 по довжині та 3 по ширині) для можливості транспортування автомобілем Mercedes-Benz Sprinter 516 CDI MT (163 к.с.) Long Base 2018 Фургон [5].

Були отримані наступні розміри МП: $4,42 \times 1,65 \times 1,15$.

Розміри понтону Schwimmbrücke MLC 50 Ponton – $4,25 \times 2,1 \times 0,75$ (рис. 4).

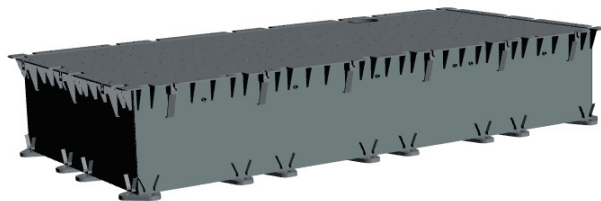


Рис. 3. Schwimmbrücke MLC 50 Ponton

Для модуля-понтону САР були визначенні наступні базові розміри: $4,5 \times 1,65 \times 0,75$ м.

Товщина обшивки прийнята 4 мм. Система набор-поперечна.

Для посилення конструкції, по ширині сліду двоскатних коліс, застосовано накладні листи товщиною 3 мм, що збільшує товщину обшивки палуби до 7 мм.

Таким чином зроблено диференційоване посилення обшивки палуби.

Загальна маса обшивки модуля-понтону складається з: маса настилу палуби, маса листів бортів, транців та днища та дорівнює 0,751 т.

За загальноприйнятою практикою у суднобудуванні, маса набору складає 0,35 від маси листів обшивки, відповідно дорівнює 0,263 т.

Таким чином маса сталевго модуля понтону складає 1,01 т.

Осадка складає 0,14 м.

Визначаючи елементи МП на ПБ слід зазначити, що обмеження по габаритам для перевезень на наземному транспорті не мають значення у зв'язку з тим що ПБ є фактичною тонкою оболонкою з ПВХ-тканини, яка має форму та габаритні розміри лише під надмірним тиском повітря.

Крім того МП з ПБ повинен мати розбірну конструкцію, а ПБ є окремими елементами з яких можна зібрати МП будь-якої конфігурації. Це є перевагою МП з ПБ у порівнянні з МП зі сталі.

Однак для порівняльного аналізу довжина та ширина МП ПБ дорівнюють довжині та ширині МП зі сталі – $4,5 \times 1,65$ м, а висота борту дорівнює діаметру ПБ який знаходиться як $1/3$ від ширини, тобто 0,55 м.

Таким чином габарити ПБ наступні: $4,5 \times 0,55$ м.

Маса МП, у даному випадку, складається з маси трьох ПБ яка дорівнює 20 кг при щільності ПВХ-тканини 1100 г/м^2 та роз'ємної конструкції яка їх з'єднує масою 100 кг, відповідно маса МП ПБ 0,12 т. Осадка 0,055 м.

Таким чином МП ПБ має перевагу над МП зі сталі у масогабаритних характеристиках і у подальшому буде розглядатись МП з ПБ.

Після визначення розмірів та маси МП з ПБ необхідно визначити головні елементи МП САР, з урахуванням пасажиромісткості.

Грунтуючись на загальноприйнятій практиці, дизайн пасажирського салону прийнято «автобусного» типу, з магістральним проходом шириною 0,6 м. По ширині розташована два ряди сидінь-шаг сидінь прийнято 0,8 м, ширина сидінь – 0,45 м.

З урахуванням цих даних довжина корпусу МП САР була визначена за формулою:

$$LH=(n/2) \cdot 0,8 + 3,5 \quad (1)$$

де:

n-кількість пасажирів

$$LH=(16/2) \cdot 0,8 + 3,5 = 9,9 \text{ м}$$

Таким чином довжина корпусу МП САР прийнято 10 м.

Ширина центрального корпусу МП САР дорівнює ширині пасажирського салону – 1,8 м. Висота борта також дорівнює діаметру ПБ – 0,6 м.

Пасажирський салон є несучою роз'ємною конструкцією з алюмінієвого прокату.

Визначивши головні розміри МП САР визначено базові статі навантаження мас за формулою:

$$H.б.м.=M_{пас}+M_{мп\ пб}+M_{об} \quad (2)$$

де:

M_{пас}-маса пасажирів з багажем (маса одного пасажера 0,075 т+0,025 т);

M_{мп пб}-маса МП ПБ;

M_{об}-маса пасажирського салону;

$$H.м.=1,6+3 \cdot 0,05+0,3=2,05 \text{ т.}$$

Визначення навантаження мас дозволяє визначити потужність двигуна.

Формули визначення потужності двигуна при русі судна у перехідному режимі знаходиться за наступним формулам:

$$N=v^3 \cdot \Delta / 4,1 \cdot LWL \quad (3)$$

$$N=v^2 \cdot \Delta / 3,61 \quad (4)$$

де:

v-швидкість м/с;

LWL-довжина по ВЛ.

Згідно з Розділом 1 час рейсу дорівнює 15 хв, що при відстані маршруту 8 км дорівнює 35 км/ год. Тобто 9,72 м/с.

Довжина по ватерлінії LWL знаходиться за формулою:

$$LWL=LH \quad (5)$$

де:

LH-довжина корпусу, м;

$$LWL=10 \text{ м;}$$

$$N=9,72^3 \cdot 2,05 / (4,1 \cdot 10) = 45 \text{ кВт;}$$

$$N=(9,72^2 \cdot 2,05) / 3,61 = 53 \text{ кВт.}$$

На підставі отриманих даних було визначено підвісний човновий двигун Mercury F 80 ELPT EFI потужністю 58,8 кВт [6].

Характеристики двигуна наступні:

– витрати палива 15 л/год.;

– суха маса двигуна 0,163 т.

Виходячи з ходового часу який складає за 4 повних рейси на добу (60 хв.) маса палива на добу складає 15 л дизельного пального або 0,012 т.

Таким чином повна водотоннажність Δповн. складає:

$$\Delta_{повн.}=H.б.м.+M_{ГД}+M_{пал.} \quad (6)$$

де:

M_{ГД}-маса двигуна;

M_{пал.}-маса палива на добу;

$$\Delta_{повн.}=2,05+0,163+0,012=2,22 \text{ т.}$$

Для безпечної експлуатації будь яке судно повинно відповідати вимогам остійності які регламентуються Правилам (Регістром Судноплавства України) [7].

Згідно з Правилами для суден довжиною до 24 м остійність за критерієм погоди не перевіряється.

Проте експлуатація суден повинна допускатися з обмеженнями щодо віддаленості від місця сховища і умов хвилювання.

Пасажирським судам довжиною менше 24 м може бути встановлений обмежений район плавання R3, R3-IN та D-R3-S, D-R3-RS, що відповідає визначеному вище району плавання для МП САР.

Початкова метацентрична висота при усіх варіантах навантаження повинна бути не менше 0,5 м.

Таким чином вимога до остійності МП САР враховується шляхом нормування відносної поперечної метацентричної висоти.

Рівняння початкової метацентричної висоти визначається за формулою:

$$h_0=r+z_c-z_g \quad (7)$$

де:

r=I_x/V поперечний метацентричний радіус;

I_x=LB³/12 момент інерції;

z_c=0,5d апліката центру величини;

z_g=2H апліката центра ваги;

$$h_0=0,86 \text{ м.}$$

Таким чином МП САР відповідає вимог остійності.

У зв'язку з тим, що район експлуатації МП САР відноситься до зони особливого режиму хвилювання, тобто до зон прибірного (руйнівного) хвилювання; місцевого різкого збільшення висоти і крутості хвиль (бари в гирлах рік, хвилювання, що називається «товкотнечею» тощо), для збільшення безпеки експлуатації були використані аутригери.

У якості аутригерів використано пневматичні балони, які розташовані над поверхнею води. На тихій воді аутригери розташовані вище ВЛ, для того що б не збільшувати загальний опір при русі МП САР.

Як показує практика, на вітрильних САР об'єм аутригера вважається достатнім у межах 75–80%, інколи доходячи до 100–120% водотоннажності головного корпусу, однак зараз для океанських вітрильних САР нормою є 140–150% Δ.

Максимальний обсяг поплавка іноді становить до 200% загального водотоннажності.

Справа в тому, що при крені понад 7° з'являється вертикальна сила на вітрилі, спрямована вниз і «втискає» аутригер у воду.

При крені 20° ця сила становить близько 20% водотоннажності.

Крім цього аутригер великого обсягу має додатковий запас плавучості, що компенсує велику парусність при посиленні вітру без помітного збільшення крену.

З огляду на те що $h_0=0,86$ м, сумарний об'єм аутригерів пасажирського МП САР прийнято 50% від повної водотоннажності.

Таким чином об'єм одного аутригера визначається за формулою:

$$V_{\text{аутриг}} = 0,25 \cdot V_{\text{центр.корп.}} \quad (8)$$

$$V_{\text{аутриг}} = 0,25 \cdot (2,22/1,025) = 0,54 \text{ м}^3$$

Головні розміри аутригера визначені з урахуванням того, що аутригери розташовані вище ВЛ, тобто діаметр аутригера повинен бути менше висоти надводного борту, а довжина не повинна перевищувати довжини корпусу.

Діаметр аутригера знаходиться по формулі:

$$D_{\text{аутриг}} = 0,9(H-d) \quad (9)$$

Довжина аутригера знаходиться за формулою:

$$l_{\text{аутриг}} = V_{\text{аутриг}} / (\pi \cdot R_{\text{аутриг}}^2) \quad (10)$$

Відповідно $D_{\text{аутриг}} = 0,35$ м, $l_{\text{аутриг}} = 1,3$ м.

Загальний вигляд МП САР з ПБ та у якості основного елементу річкового порому або моста-стрічки МП ПБ відповідно представлено на (рис. 4) та (рис. 5).

Конструкція МП САР з ПБ подібна до суден на повітряній подушці (СВП) та скегових суден на повітряній подушці (СВПС), однак у даному випадку, повітряна подушка «знаходиться» у ПБ, тобто повітря не подається під тиском для підйому судна над поверхнею, а вже міститься під тиском у пневматичних балонах, що не потребує системи підйому як на СВП або СВПС.

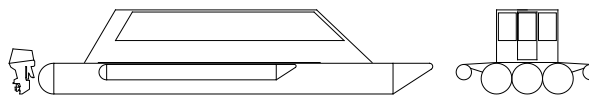


Рис. 4. Загальний вигляд схема МП САР з ПБ

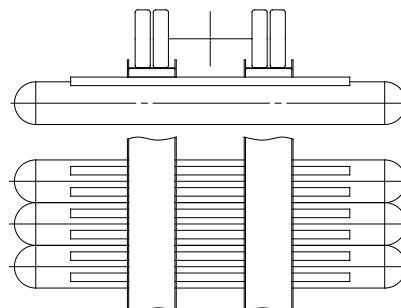


Рис. 5. Загальний вигляд використання МП з ПБ у річковому понтоні або мосту-стрічці

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ І ВИСНОВКИ

1. Для подолання «хвильового бар'єру» необхідно знижувати масу корпусу судна що вочевидь зменшує осадку.

2. Впровадження модульного проектування та будівництва суден, передбачає можливість зміни як призначення судна, так і його основних характеристик.

3. Масагабитні характеристики модуля-понтону на основі пневматичних балонів значно ліпші ніж у модуля-понтону зі сталі.

4. Застосування модуля-понтону на основі пневматичних балонів, у конструкції МП САР, річкового вантажного порому або моста-стрічки є раціональним, та дозволить швидко адаптуватись до значних коливань пасажиропотоку та значно розширить експлуатаційні можливості.

5. Пасажирський салон є роз'ємною несучою конструкцією-модулем і також є змінною конструкцією.

6. У якості двигуна та рушія для пасажирського судна з аутригерами прибережного району плавання 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] Schwimmbrücke Hohlplattengerät 50/80. Retrieved from: https://www.panzerbaer.de/helper/bw_schwbr_hpg-a.htm [in German]
- [4] Middle pontoons. Retrieved from: <https://www.europontoons.com/en/coupling-pontoons/nato-pontoons/>.
- [5] Mercedes-Benz Sprinter hruz. 516 CDI MT (163 k.s.) Long Base 2018 Furhon, NCV3 II pokolinnya (restaylinh) Retrieved from: <https://auto.ria.com/uk/newauto/complete-mercedes-benz-sprinter-gruz-59123.html> [in Ukrainian].

- [6] Grand marine Kiev. Retrieved from: http://grandboats.kiev.ua/outboard_motors/mercury-four-stroke/mercury-f80elpt-efi/ [in Ukrainian].
- [7] Rehistr sudnoplavstva Ukrainy. Pravyla klasyfikatsii ta pobudovy suden: [4 -tomakh]. Rozrobnyk A.O. Bilokurets. – Rehistr sudnoplavstva Ukrainy, 2020. T.1. 81c. [in Ukrainian].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Слободян, С. О., Морозов, О.О. Визначення типу пасажирського судна для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса». *Збірник наукових праць НУК*. №1, 2022. Миколаїв : НУК, 2022. С. 12–18.
- [2] Слободян, С. О., Морозов, О. О. Визначення форми центрального корпусу пасажирського судна з аутригерами для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса». *Збірник наукових праць НУК* №1, 2023. Миколаїв : НУК, 2023. С. 30–37.
- [3] Schwimmbrücke Hohlplattengerät 50/80. URL: https://www.panzerbaer.de/helper/bw_schwbr_hpg-a.htm
- [4] Middle pontoons. URL: <https://www.europontoons.com/en/coupling-pontoons/nato-pontoons/>
- [5] Mercedes-Benz Sprinter груз. 516 CDI MT (163 к.с.) Long Base 2018 Фургон, NCV3 II покоління (рестайлінг) URL: <https://auto.ria.com/uk/newauto/complete-mercedes-benz-sprinter-gruz-59123.html>
- [6] Grand marine Kiev. URL: http://grandboats.kiev.ua/outboard_motors/mercury-four-stroke/mercury-f80elpt-efi/.
- [7] Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови суден: [4 – томах]. Розробник А.О.Білокурець. Регістр судноплавства України, 2020. Т. 1. 81 с.

© Морозов О. О., Морозов К. О.

Дата надходження статті до редакції: 12.04.2024

Дата затвердження статті до друку: 23.04.2024