

[9]. V. Blintsov, G. Babkin. Theoretical Basis of Design and Production of Marine Robotics. Collective monograph "Prospects and priorities of research in science and technology" :. Vol. 1. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2020. Pages 25-43.

[10]. Блінцов В.С., Алоба Л.Т., Надточий А.В., Надточій В.А. Основи автоматичного керування групою автономних ненаселених підводних апаратів. Наукова монографія. – Херсон : Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 2022. – 147 с.

[11]. Блінцов В.С., Сірівчук А.С., Надточий А.В., Надточій В.А. Автоматизація керування автономним ненаселеним підводним апаратом з радіобуєм. Наукова монографія. – Херсон : Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 2022. – 196 с.

[12]. Проектування засобів морської робототехніки на основі системного підходу : монографія : у 3 ч. / за ред. д-ра техн. наук, проф. В. С. Блінцова. — Миколаїв : Іліон, 2023. Ч. 1 : Самохідні прив'язні підводні системи / В. С. Блінцов, О. П. Клочков, В. А. Надточій, А. В. Надточий. — 2023. — 164 с.

## CURRENT RESEARCH DIRECTIONS REGARDING THE CREATION OF MARINE ROBOTICS IN THE INTERESTS OF UKRAINE

Blintsov V.S.,

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Babkin G.V.,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Danko S.V.,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Fombo Zhiul,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

**Abstract.** The main tasks of design, construction and operation of marine robotics are considered. The need for the creation of competitive unmanned surface, underwater and aerial vehicles, which are expedient to use when performing underwater missions in the interests of Ukraine, is shown. The need to create autonomous uninhabited underwater vehicles for humanitarian demining of water areas is substantiated.

**Keywords:** marine robotics tools, research tasks. design, application.

УДК 629.5

## КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПРОЕКТ СУДНА-РЯТІВНИКА ДЛЯ АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ

**Астахова А.О.,**

*асистент кафедри теорії та проектування суден<sup>1)</sup>*

*alina.astakhova@nuos.edu.ua*

**Дихта Л.М.,**

*доктор технічних наук, професор,*

*професор кафедри прикладної та вищої математики<sup>2)</sup>*

*leonid.dykhta@gmail.com*

**Некрасов В.О.,**

*доктор технічних наук, професор,*

завідувач кафедри теорії та проектування суден<sup>1)</sup>,

*valery.nekrasov@nuos.edu.ua*

**Ястреба О.П.,**

*кандидат технічних наук,*

*старший викладач кафедри теорії та проектування суден<sup>1)</sup>*

*oleksii.yastreba@nuos.edu.ua*

<sup>1)</sup> Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

<sup>2)</sup> Чорноморський національний університет імені Петра Могили,

*м. Миколаїв, Україна*

**Анотація:** Наводиться дані оптимізаційного концептуального проекту багатофункціонального буксира-рятувальника льодового класу, який отримано на основі використання аварійної статистики по виключній (морський) економічній зоні України та критерія мінімуму витрат на побудову цього судна при максимумі ймовірності виконання сукупності його основних функціональних операцій.

**Ключові слова:** буксир-рятувальник, концептуальний проект, аварійна статистика, оптимізаційна задача, критерій ефективності.

Для реалізації концептуального проектування багатофункціонального судна-рятувальника льодового класу використано наступні методики, розроблені кафедрою теорії та проектування судів НУК на основі загальної теорії концептуального проектування [1]:

- методики оптимального вибору головних розмірів та характеристик рятувального судна [2], багатофункціонального судна обслуговування морських нафтогазових промислів [3] та багатофункціонального ескортного буксиру [4];

- методика оцінки вартості проектування, будівництва та строків будівництва кораблів та суден [5];

- методика визначення зусиль, що розвиваються ескортним буксиром під час проведення ескортних операцій, призначена призначення буксиру ескортного класу без проведення натурних випробувань [6];

- методики розрахунку льодової міцності та льодової ходовості суден [7].

На цій базі виконано концептуальне проектування багатофункціонального буксира-рятувальника льодового класу з метою визначення його оптимальних основних розмірів та характеристик.

При концептуальному проектуванні використано статистичні дані щодо районів аварійно-рятувального обслуговування України, представлених на рис. 1,2 [8].

Обробка зазначених статистичних даних призвела до наступних вихідних даних оптимізаційного завдання концептуального проектування:

– Габарити району аварійно-рятувального обслуговування для одного буксира-рятувальника:  $L \times B = 150 \times 120$  миль;

– Характеристики потоку аварій у районі: тимчасовий потік із розподілом Пуассона та середнім числом аварій на рік:  $a = 20,6$ ;

- Імовірність появи типу аварії в районі:

тип 1 (Посадки на ґрунт, торкання ґрунту, викид на берег): 41,5%;

тип 2 (Втрата ходу при навалах та зіткненнях): 32,28%;

тип 3 (Значне забруднення довкілля): 10,77%;

тип 4 (Пожежі та вибухи): 6,15 %;

тип 5 (Штормові та льодові ушкодження): 3,08 %.

– Розташування аварійних суден у районі обслуговування визначаються щільністю ймовірності місць аварій, за позовжньою координатою - законом, близьким до нормального із

середнім значенням 5 та середньо квадратичним відхиленням 25, за поперечною координатою – законом розподілу, близьким до розподілу Релею, з параметрами 15 та 2;

- Закон розподілу водотоннажності аварійних суден - Бета-розподіл з параметрами: 1,5; 7,3; 50000 т; 100 т;

- погодні умови у районі обслуговування задаються характеристиками довготривалих (режимних) розподілів: вітру (Вейбул) з параметром 17,5 м/с; хвилювання (логнормальне) з параметрами 5 м; 2; 1.5.

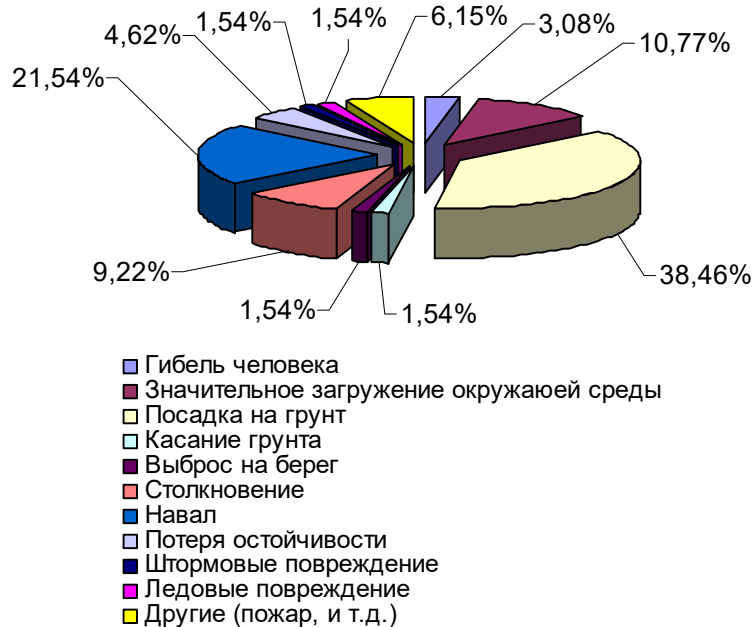


Рисунок 1 - Розподіл морських аварій за типами у морській економічній зоні України [8]



Малюнок 2 - Розподіл морських навігаційних аварій за регіональним принципом – районами морської економічної зони України [8]

Як критерій оптимізаційної задачі концептуального проектування використано критерій мінімуму відношення «вартість проектування, будівництва та експлуатації на проміжку часу, що дорівнює життєвому періоду (24 роки) / ймовірність виконання основних функціональних операцій».

В результаті розв'язання оптимізаційної задачі методом нелінійного програмування отримано:

Основні розміри буксира-рятувальника:

Довжина, м	33,77
Ширина, м	11,65
Осадка, м	3,59
Висота борту, м	5,25
Коефіцієнт загальної повноти	0,566
Коефіцієнт повноти мідель-шпангоуту	0,900
Коефіцієнт повноти ватерлінії	0,844
Тяга на гаку, т	60,00
Марка головного двигуна	3506
Максимальна потужність двигуна, кВт	1850
Максимальна швидкість $V_s$ , уз	13,50

Експлуатаційно-економічні показники:

Ймовірність прибуття на місце аварії (Посадки на мілину)	0,8886
Ймовірність прибуття на місце аварії (Втрати управління)	0,8425
Ймовірність прибуття на місце аварії (Пожежі, вибухи)	0,7202
Ймовірність зняття аварійного судна з мілини	0,4635
Вірогідність водогасіння пожежі	0,0203
Ймовірність піногасіння пожежі	0,8004
Ймовірність буксирування аварійного судна до бази	1,0000
Ефективність виконання всіх рятувальних завдань	0,5697
Вартість буксира-рятувальника, млн. \$	15,860

**Висновки.** За допомогою розробленої методики концептуального проектування суден та даних аварійної статистики у морських районах України виконано визначення оптимальних головних елементів багатофункціонального буксира-рятувальника льодового класу для всіх морських районів України, включаючи перший (північно-західний) метеорологічний район Чорного моря – район чорноморської економічної зони України. При цьому як цільову функцію використано мінімум математичного очікування показника «вартість-ефективність» на проміжку часу, що дорівнює життєвому циклу буксира-рятувальника (мінімум вартості проектування, будівництва та експлуатації при максимально можливому значенні показника ймовірності виконання рятувальником основної сукупності функціональних операцій).

В результаті встановлено, що найбільш ефективним для характерного за площею району аварійного обслуговування за існуючого рівня аварійної статистики району є буксир-рятувальник з потужністю силової установки близько  $2 \times 3700$  кВт. Збільшення потужності та швидкості буксира-рятувальника, а, отже, та його габаритів, веде до суттєвого збільшення вартості будівництва та експлуатації судна, але не до помітного збільшення ефективності виконання рятувальних робіт.

### Література

- [1] Nekrasov V. Conceptual Designing of Ships: monograph / Valeriy Nekrasov. – Kyiv-Kherson: Oldi-Plus, 2019.-112 p. (In English)
- [2] Некрасов В.А., Ле Куанг Хунг. Задача исследовательского проектирования спасательного судна // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2004. – № 5 (398).– С. 3–12.

[3] Фам Суан Нгок. Решение оптимизационной задачи определения основных элементов судна снабжения нефтегазовых платформ // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2008. – № 3. (420) – С. 12–21.

[4] Некрасов В.О., Ястреба О.П. Концептуальный проект эскортного буксира для БДЛК. Матеріали всеукр. наук.-техніч. конф. з міжнар. участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв: НУК, 2019. – С.18-24.

[5] Некрасов В.О. Оцінювання вартості та термінів побудови кораблів та суден. – Миколаїв. НУК, 2017. – 36 с.

[6] Демидов Е. Д., Некрасов В.А., Бондаренко А.В., Ястреба А.П. Создание программного обеспечения для определения усилий, действующих на буксир в режимах стационарных эскортных операций. Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці».- Миколаїв, НУК, 2016. – С.14-17.

[7] Некрасов В.О. Комплекс методик визначення буксирного забезпечення суден для їх проходу каналами, підхідними каналами, причалування та відчалування в морських портах України та зовнішніх рейдах портів в гідрометеорологічних навігаційних умовах, що не обмежують або не забороняють ці операції. Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці».- Миколаїв, НУК, 2016. – С.10-17.

[8] Інфімовський С.Ю. Аналіз морських навігаційних аварій та подій у виключній (морський) економічній зоні України. Судовождение: сб. научн. Трудов. -Одесса, ОНМА, Вып. 7, 2004.

## CONCEPTUAL PROJECT OF A RESCUE BOAT FOR THE AZOVO-BLACK SEA BASIN

Astakhova A.O.,

assistant of the Department of Ship Theory and Design1)

alina.astakhova@nuos.edu.ua

Dykhtha L.M.,

Doctor of technical sciences, Professor,

professor of the department of applied and higher mathematics2)

leonid.ddykhtha@gmail.com

Nekrasov V.O.,

Doctor of technical sciences, Professor,

Head of the Department of Ship Theory and Design1),

valery.nekrasov@nuos.edu.ua

Yastreba O.P.

candidate of technical sciences,

senior lecturer of the Department of Ship Theory and Design1)

oleksii.yastreba@nuos.edu.ua

1) Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

2) Black Sea National University named after Petro Mohyla,

Mykolaiv, Ukraine

**Abstract:** The data of the optimization conceptual project of a multi-functional ice-class rescue tugboat are presented, which were obtained on the basis of the use of emergency statistics for the exclusive (maritime) economic zone of Ukraine and the criterion of minimum costs for the construction of this vessel with the maximum probability of performing the set of its main functional operations.

**Key words:** rescue tug, conceptual project, accident statistics, optimization problem, efficiency criterion.