



**Volodymyr
S. Blintsov**
Блінцов
Володимир
Степанович

УДК 656.017:67.02

HUMANITARIAN DEMINING OF SHALLOW WATER AREAS: TECHNOLOGIES AND ROBOTIC SUPPORT

**ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ МІЛКОВОДНИХ АКВАТОРІЙ:
ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОБОТОТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

DOI [https://doi.org/10.15589/smi2024.1\(18\).01](https://doi.org/10.15589/smi2024.1(18).01)

Volodymyr S. Blintsov

Блінцов Володимир Степанович,
докт. техн. наук, проф.
bvs050803@ukr.net
ORCID: 0000-0002-3912-2174

Anatolii V. Nadtochy

Надточий Анатолій Вікторович,
канд. техн. наук, доцент
tasman.leh.85@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1905-0895



**Anatolii
V. Nadtochy**
Надточий
Анатолій
Вікторович

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

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

Abstract. The article formulates the applied scientific problem of humanitarian demining of shallow waters of the state with the help of marine robotics, proposes the structure and content of works, organizational and resource support for their implementation. The study uses system analysis methods to identify the main stages of humanitarian demining, theoretical foundations for the creation and application of marine robotics to select effective robots, and the basics of matrix theory to mathematically describe the processes of robotic support for humanitarian demining. The ways to restore the safety of using shallow water bodies in the interests of territorial communities through the use of underwater, surface and flying vehicles for various purposes, which implement the concept of introducing unmanned technologies and allow to minimize the participation of divers in the implementation of humanitarian demining of shallow waters, are determined. A unified robotic technology for such demining includes the main stages of searching, identifying and mapping explosive objects, neutralizing the found objects at the place of their discovery, underwater and/or surface transportation of explosive objects to the place of long-term and safe underwater storage and documentary inspection of the cleared areas for their safe further operation. Separate types of resource support are proposed, including robotic, navigation and personnel support. It is proposed to determine the types of robotics for performing such work and equipping marine robots with special devices and tools using matrices containing the characteristics of marine operations and the technical characteristics of robotic equipment for their implementation. The obtained results form the theoretical basis for organizing the transition from diving technologies for humanitarian demining to robotic technologies for humanitarian demining of shallow waters. The practical value of the research results lies in the recommendations for robotic and instrumentation support for such works.

Key words: humanitarian demining; shallow water areas; robotics.

Анотація. Сформульовано актуальну для України прикладну наукову проблему гуманітарного розмінування мілководних акваторій держави за допомогою засобів морської робототехніки, запропоновано структуру та зміст робіт, організа-

ційне та ресурсне забезпечення їх виконання. У дослідженні використано методи системного аналізу для встановлення основних етапів гуманітарного розмінування, теоретичні основи створення і застосування засобів морської робототехніки для вибору ефективних робіт та основи теорії матриць для математичного опису процесів робототехнічного забезпечення гуманітарного розмінування. Визначено шляхи відновлення безпеки використання мілководних водойм в інтересах територіальних громад через використання підводних, надводних та літаючих апаратів різного призначення, які реалізують концепцію впровадження безлюдних технологій та дають змогу максимально скоротити участь водолазів у реалізації процесів гуманітарного розмінування мілководних акваторій. Описано єдину роботизовану технологію такого розмінування у складі основних етапів пошуку, ідентифікації та картографування вибухонебезпечних об'єктів, нейтралізації знайдених об'єктів на місці їх виявлення, підводного та/чи надводного транспортування вибухонебезпечних предметів до місця тривалого та безпечного підводного зберігання та документального обстеження очищених акваторій для їх безпечної подальшої експлуатації. Запропоновано окремі види ресурсного забезпечення, яке включає робототехнічне, навігаційне та кадрове забезпечення. Визначення типів робототехніки для виконання таких робіт та оснащення морських робіт спеціальними приладами та інструментами пропонується виконати із застосуванням матриць, які містять характеристики морських операцій та технічні характеристики робототехнічного обладнання для їх виконання. Отримані результати утворюють теоретичне підґрунтя для організації робіт з переходу від водолазних технологій гуманітарного розмінування до роботизованих технологій гуманітарного розмінування мілководних акваторій. Практична цінність результатів дослідження полягає в рекомендаціях щодо робототехнічного та приладового забезпечення таких робіт.

Ключові слова: гуманітарне розмінування; мілководні акваторії; робототехніка.

References

- [1] Sektoralna robocha hrupa «Humanitarne rozminuvannia». Protokol zasidannia 7 hrudnia 2023 roku [Humanitarian Demining Sectoral Working Group. Minutes of the meeting of December 7, 2023]. Retrieved from file:///C:/Users/SLpro/Downloads/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%96%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_2-2.pdf.
- [2] Zakon “Pro protyminnu diialnist v Ukraini” vid 06.12.2018 N 2642-VIII [Law “On Mine Action in Ukraine” of 06.12.2018 N 2642-VIII].
- [3] Yaki prohramy z humanitarnoho rozminuvannia dostupni dlia hromad [What humanitarian demining programs are available to communities]. Retrieved from <https://intent.press/expert/humanrights/2023/yaki-programi-z-gumanitarnogo-rozminuvannya-dostupni-dlya-gromad/>.
- [4] Yak v Ukraini pratsiuie orhanizatsiia z humanitarnoho rozminuvannia Hallo TRUST [How Hallo TRUST, a humanitarian demining organization, works in Ukraine]. Retrieved from <https://armyinform.com.ua/2021/11/16/yak-v-ukrayini-praczuuye-organizacziya-z-gumanitarnogo-rozminuvannya-hallo-trust/>.
- [5] Kravchenko, O. DSNS otrymala drony dlia pidvodnogo rozminuvannia [SES received drones for underwater demining]. Retrieved from https://lb.ua/society/2022/10/31/534362_dsns_otrymala_droni_pidvodnogo.html.
- [6] A Guide to survey and clearance of Underwater Explosive Ordnance. Geneva, April. (2016). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/323031189.pdf>.
- [7] Nakaz DSNS Ukrainy N 68 vid 21 sichnia 2020 r. «Pro realizatsiiu osnovnykh zakhodiv z protyminnoi diialnosti u 2020 rotsi ta provedennia spetsialnykh vybukhovykh robot» [Order of the SES of Ukraine No. 68 of January 21, 2020. “On Implementation of the Main Mine Action Measures in 2020 and Conduct of Special Explosive Works”]. Retrieved from <https://dsns.gov.ua/nakazi-z-osnovnoyi-diyalnosti/103879>.
- [8] Carolay Camacho-Sanchez, Ruben Yie-Pinedo, Gina Galindo. (2023). Humanitarian demining for the clearance of landmine-affected areas. Socio-Economic Planning Sciences. 88. 10161.
- [9] Strengthening Ukraine’s capacity in Humanitarian Demining. January 24, 2023. Retrieved from <https://www.jica.go.jp/Resource/ukraine/english/office/topics/230124.html>.
- [10] Soloviov, I.I. (2021). Matematychna model pidvodnogo rozminuvannia vodolazamy-saperamy DSNS Ukrainy [Mathematical model of underwater demining by divers-sappers of the SES of Ukraine]. *Komunalne hospodarstvo mist*, Vol. 6, issue 166. P. 175–183. DOI 10.33042/2522-1809-2021-6-166-175-183.

- [11] Hrytsaienko, M.H. (2017). Upravlinnia proektamy humanitarnoho rozminuvannia akvatorii Ukrainy: zavdannia formuvannia orhanizatsiinykh struktur [Management of humanitarian demining projects in the waters of Ukraine: the task of forming organizational structures]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho universytetu korablebuduvannia*, № 3. P. 87–99. DOI 10.15589/jnn20170311.
- [12] Hrytsaienko, M.H. (2018). Kontseptualna model upravlinnia proektamy robotyzovanoho ochyshchenia akvatorii vid pidvodnykh potentsiino nebezpechnykh obiekty [Conceptual model of project management for robotic cleaning of water areas from underwater potentially dangerous objects]. *Shipbuilding and Marine Infrastructure*, № 1(9). P. 15–20.
- [13] More than 13,000 km² of Ukraine's sea and inland waters need demining – Emergency Service. Retrieved from <https://euromaidanpress.com/2023/05/30/more-than-13000-km%C2%B2-of-ukraines-sea-and-inland-waters-need-demining-emergency-service/>.
- [14] Volodymyr, S. Blintsov, & Maksym, H. (2017). Hrytsaienko. Special features of management of the joint projects of water zone clearing by subdivisions of the state emergency service of Ukraine and organizations developing marine robotic vehicles. *Shipbuilding and Marine Infrastructure*. № 1(7). P. 141–151.

Постановка завдання. Протягом 2022–2024 років у територіальних водах Чорного і Азовського морів та у внутрішніх водоймах України накопичилась велика кількість вибухонебезпечних предметів – морських мін, бомб, снарядів тощо [1]. Відновлення використання цих водойм в інтересах територіальних громад вимагає проведення комплексу робіт з їх очищення, тобто їх гуманітарного розмінування [2].

Окреслено потенційне забруднення водних об'єктів, що охоплює 14 тис. км².

На цей час основні завдання щодо гуманітарного розмінування акваторій покладені на Державну службу з надзвичайних ситуацій України (ДСНС). Крім того, в Україні створено низку громадських організацій та недержавних установ, які займаються організацією робіт з гуманітарного розмінування акваторій та безпосередньо виконанням робіт по очищенню акваторій від підводних потенційно небезпечних об'єктів (ППНО) [3, 4].

Основними технологіями, які застосовуються сьогодні для виконання цих робіт, є водолазні обстеження акваторій та ручні операції зі знешкодження ППНО. Одночасно спостерігається тенденція залучення засобів підводної робототехніки для виконання окремих етапів гуманітарного розмінування мілководних акваторій, зокрема, для роботизованого пошуку ППНО [5]. У зв'язку з цим доцільно розглянути питання переходу технологій гуманітарного розмінування мілководних акваторій на широке

впровадження засобів морської робототехніки, які мають підвищити якість робіт та знизити загрози для життя і здоров'я персоналу, задіяного у таких роботах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Діяльність підрозділів гуманітарного розмінування на цей час регламентується низкою положень та інструкцій [6, 7]. Крім того, опубліковано низку наукових досліджень, присвячених технологіям гуманітарного розмінування суходутних територій [8, 9]. Однак питання розмінування акваторій в них не розглядаються.

Найбільш близькими за тематикою гуманітарного розмінування мілководних акваторій є публікації [10–12]. Однак у статті [10] автор розглядає виключно водолазну технологію гуманітарного розмінування, а в статтях [11, 12] автори зосереджують увагу на формуванні організаційних структур, орієнтованих на виконання завдань з гуманітарного розмінування акваторій.

Таким чином, питання розробки роботизованих технологій гуманітарного розмінування мілководних акваторій у сучасній науково-технічній літературі не висвітлено.

Відокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Сучасний стан територіальних вод та внутрішніх водойм характеризується високим рівнем загроз у випадку їх використання за призначенням. Одночасно операції з гуманітарного розмінування акваторій несуть загрозу життю і здоров'ю персоналу ДСНС та інших організацій.

У зв'язку з цим актуальним є завдання розробки роботизованих технологій гуманітарного розмінування мілководних акваторій та створення і впровадження у практику таких організацій відповідних спеціалізованих засобів морської робототехніки як альтернативи існуючим на сьогодні водолазним технологіям гуманітарного розмінування.

Мета дослідження. Метою дослідження є формулювання множини основних етапів гуманітарного розмінування мілководних акваторій та підмножини робіт, які забезпечують роботизоване виконання цих етапів, а також визначення ресурсного забезпечення, необхідного для реалізації роботизованих технологій гуманітарного розмінування.

Методи, об'єкт та предмет дослідження. Для досягнення поставленої мети у дослідженні використано методи системного аналізу для встановлення основних етапів гуманітарного розмінування, теоретичні основи створення і застосування засобів морської робототехніки для вибору ефективних робіт та основи теорії матриць для математичного опису процесів робототехнічного забезпечення гуманітарного розмінування.

Основний матеріал. За попередніми оцінками, гуманітарного розмінування (ГР) потребують майже 13,5 тис. км² акваторії українських морів і внутрішніх вод, з них 7,3 тис. км² – на вже деокупованих територіях [13].

Першочерговим завданням ГР в Україні є очищення прибережних мілководних акваторій, які найбільш інтенсивно використовуються для господарської діяльності. Гуманітарне розмінування вказаних акваторій доцільно виконувати для прибережних морських транспортних шляхів, рибпромислових районів та рекреаційних приморських зон.

Сьогодні право на виконання робіт з ГР мають біля десяти організацій, які на протязі двох останніх років обстежили прибережні акваторії річок і водосховищ, а також невеликі ділянки Чорного та Азовського морів. У результаті обстежено майже 32 км² водойм і успішно знешкоджено 1400 вибухонебезпечних пристроїв. Однак вкрай низька продуктивність водолазних техно-

логій ГР українських організацій прирікає процес розмінування на багато десятиліть, що є неприпустимим, виходячи з важливої ролі вказаних акваторій у житті держави.

Магістральним шляхом підвищення продуктивності ГР мілководних акваторій є широке застосування засобів морської робототехніки – підводних, надводних та літаючих апаратів різного призначення, які реалізують концепцію впровадження безлюдних технологій та дають змогу максимально скоротити участь людей (водолазів, саперів тощо) у реалізації процесів ГР акваторій [14].

Розглянемо ключові етапи ГР і проаналізуємо їх з позицій концепції максимально повного впровадження безводолазних технологій.

Для мілководних акваторій ГР доцільно розглядати як єдину технологію $T_{ГР}$ у складі наступних п'яти етапів:

- пошук, ідентифікація та картографування вибухонебезпечних об'єктів $T_{ГР-SIM}$;
- нейтралізація вибухонебезпечних об'єктів на місці їх виявлення (маркування шляхом встановлення сигнального буя спеціального типу, підрив на місці чи укривання захисною конструкцією) $T_{ГР-N}$;
- підводне транспортування ППНО до місця тривалого та безпечного підводного зберігання $T_{ГР-UT}$;
- надводне транспортування ППНО на берег для подальшого транспортування і знищення на спеціальному полігоні $T_{ГР-ST}$;
- документальне обстеження очищеної акваторії для її безпечної подальшої експлуатації $T_{ГР-D}$.

Тобто множина основних етапів ГР може бути представлена у формі:

$$T_{ГР} = \{T_{ГР-SIM}; T_{ГР-N}; T_{ГР-UT}; T_{ГР-ST}; T_{ГР-D}\}. \quad (1)$$

Множина (1) містить базовий перелік етапів гуманітарного розмінування мілководних акваторій і утворює теоретичне підґрунтя для розробки роботизованої технології їх реалізації.

Для кожного етапу морських робіт пропонуються відповідні засоби морської робототехніки, які максимально вивільняють людський персонал.

Для першого етапу робіт, в залежності від глибини та стану акваторії, пропонується застосування безпілотних літальних апаратів, оснащених протонними магнітометрами, надводних безекіпажних катерів, оснащених гідроакустичними пошуковими приладами, та автономних ненаселених підводних апаратів, оснащених радіобуями для оперативного зв'язку з центром управління гуманітарним розмінуванням.

Для другого, третього, п'ятого і частково четвертого етапів пропонується застосування автономних ненаселених підводних апаратів з радіобуями, оскільки вони забезпечують дистанційне керування роботою у реальному часі, та «ефект присутності водолаза» при виконанні підводних операцій.

Для четвертого етапу пропонується застосування безекіпажних надводних катерів та буксируваних і самохідних платформ, оснащених маніпуляторами та електрифікованими підйомними засобами для безлюдних вантажних і транспортувальних робіт з вибухонебезпечними об'єктами.

Далі, з урахуванням концепції впровадження безлюдних технологій, кожний етап множини T_{GP} представимо низкою типових робіт, які сьогодні виконують водолази-піротехніки та які доцільно виконувати з залученням засобів морської робототехніки.

Так, перший етап розмінування T_{GP-SIM} укрупнено може бути представлений наступною підмножиною робіт:

$$T_{GP-SIM} = \{T_{GP-SIM-S}; T_{GP-SIM-P}; T_{GP-SIM-M}\}, \quad (2)$$

де індекси S , P та M означають, відповідно, виконання підводних, надводних та повітряних робіт з пошуку, ідентифікації та картографування підводних ППНО за допомогою відповідних засобів морської робототехніки.

Другий етап розмінування T_{GP-N} можна представити двома підмножинами робіт:

$$T_{GP-N} = \{T_{GP-N-SB}; T_{GP-N-DP}; T_{GP-N-PS}\}, \quad (3)$$

де індекси SB , DP та PS означають, відповідно, роботизоване встановлення біля ППНО сигнального буя для попередження про небезпеку на акваторії, роботизоване транспортування до ППНО підривного заряду та знищення ППНО шляхом дистанційного

підриву, та виконання роботи з роботизованого підводного бетонування ППНО з метою його захисту від несанкціонованого доступу до нього.

Третій етап розмінування T_{GP-UT} можна представити наступною підмножиною робіт з підводного переміщення ППНО за допомогою роботизованої підводної транспортної платформи:

$$T_{GP-UT} = \{T_{GP-UT-LL}; T_{GP-UT-T}; T_{GP-UT-UIB}\}, \quad (4)$$

де індекси LL , T та UIB означають, відповідно, підйом ППНО з ґрунту та його завантаження на спеціальну підводну транспортну платформу за допомогою підводного маніпулятора, транспортування ППНО до місця тривалого та безпечного підводного зберігання на ґрунті, вивантаження ППНО з підводної транспортувальної платформи за допомогою підводного маніпулятора на спеціально обладнане місце на ґрунті.

Четвертий етап розмінування T_{GP-ST} можна представити наступною підмножиною робіт з підйому ППНО на переміщення ППНО за допомогою підводної транспортної платформи:

$$T_{GP-ST} = \{T_{GP-ST-LL}; T_{GP-ST-T}; T_{GP-ST-UIB}\}, \quad (5)$$

де індекси LL , T та UIB означають, відповідно, підйом ППНО з ґрунту та його підйом і завантаження на спеціальну надводну транспортну платформу за допомогою маніпулятора, транспортування ППНО до місця тривалого та безпечного підводного зберігання на ґрунті, вивантаження ППНО з надводної транспортувальної платформи на спеціально обладнане місце на ґрунті за допомогою маніпулятора.

П'ятий етап робіт з ГР T_{GP-D} можна представити наступною підмножиною робіт з документального обстеження очищеної від ППНО акваторії:

$$T_{GP-D} = \{T_{GP-D-PVHM}; T_{GP-D-PED}\}, \quad (6)$$

де індекси $PVHM$ та PED означають, відповідно, обстеження та документування стану мілководної акваторії засобами підводної фото-, відео, гідроакустичної та магнітометричної підводної техніки, генерування паперових та електронних документів про результати

очищення мілководних акваторій та передача цих документів організаціям-користувачам мілководних акваторій.

Для ефективного управління етапами робіт згідно множини T_{GP} пропонуються наступні види ресурсного забезпечення MR_{GP} :

– робототехнічне забезпечення $MR_{GP} = \{MR_{GP-U}; MR_{GP-S}; MR_{GP-A}\}$, де індекси RU, RS, RA означають використання, відповідно, підводних, надводних та літаючих засобів робототехніки;

– навігаційне забезпечення $N_{GP} = \{N_{GP-U}; N_{GP-S}; N_{GP-A}\}$, де індекси NU, NS, NA означають наявність навігаційної інформації, відповідно, про підводну, надводну та повітряну обстановку акваторії, де планується виконувати роботи згідно множині T_{GP} .

– кадрове забезпечення $P_{GP} = \{P_{GP-U}; P_{GP-S}; P_{GP-A}\}$, де індекси PU, PS, PA означають підготовку і використання, відповідно, операторів AUVs, ROVs, UAVs.

Визначення типів MR для виконання робіт множини T_{GP} та оснащення MR спеціальними приладами та інструментами пропонується виконати із застосуванням наступних матриць, які містять характеристики морських операцій та технічні характеристики робототехнічного обладнання для їх виконання:

– матриці W_{GP} типових робіт з гуманітарного розмінування, які доцільно виконувати з застосуванням MR_{GP} ;

– матриці S_{MR} типів морських робіт MR_{GP} , які можливо використовувати для виконання цих операцій;

– матриці D_{MR} приладів для MR_{GP} , які призначені для оснащення MR при реалізації роботизованої технології пошуку, ідентифікації та картографування ППНО;

– матриці T_{MR} спеціальних інструментів для MR_{GP} , які призначені для роботизованої технології знешкодження ППНО як зовнішнє націпне обладнання MR.

Таким чином, перелік робототехнічного обладнання MR_{GP} , необхідного для виконання робіт множини T_{GP} та оснащення MR спеціальними приладами та інструментами для GP мілководних морських акваторій, може бути представлений наступними матрицями:

$$MR_{GP} = \{W_{GP}; S_{MR}; D_{MR}; T_{MR}\}. \quad (7)$$

Множина основних етапів GP (1) у складі підмножин необхідних робіт (2)–(6) у сукупності з видами ресурсного забезпечення MR_{GP} , N_{GP} та P_{GP} утворюють теоретичне підґрунтя для розробки роботизованої технології гуманітарного розмінування мілководних акваторій.

Обговорення отриманих результатів.

Отримані результати дослідження утворюють теоретичну основу для організації робіт з переходу від водолазних технологій гуманітарного розмінування до роботизованих технологій гуманітарного розмінування мілководних акваторій. Такий перехід буде сприяти суттєвому зменшенню ризиків для життя і здоров'я персоналу, що виконує завдання гуманітарного розмінування, а також підвищує продуктивність робіт з гуманітарного розмінування.

Запропонований підхід дозволяє створити простори можливого існування тих або інших типів засобів морської робототехніки, технологій GP, інструментального, приладного та кадрового забезпечення і встановити чіткі відповідності між ними. Таким чином на етапі проектування робототехнічних систем для GP існує уявлення про архітектуру, склад і кількість бортового обладнання майбутнього виробу, а також склад необхідного забезпечення для виконання тієї або іншої місії GP. На етапі експлуатації це дозволяє швидко переоснащувати і модернізувати існуючі зразки підводної техніки під конкретні задачі GP.

Висновки. Отримана множина основних етапів GP та наведені підмножини робіт, необхідних для виконання цих етапів, у сукупності з матрицями ресурсного забезпечення GP дають змогу прискорити розробку високопродуктивних безлюдних роботизованих комплексів гуманітарного розмінування мілководних акваторій і скоротити строки їх впровадження у морську практику. Подальші дослідження планується виконувати у напрямку розробки спеціалізованих засобів для роботизованого розмінування мілководних акваторій.

Список літератури

- [1] Секторальна робоча група «Гуманітарне розмінування». Протокол засідання 7 грудня 2023 року. URL: file:///C:/Users/SLpro/Downloads/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%96%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_2-2.pdf.
- [2] Закон "Про протимінну діяльність в Україні" від 06.12.2018 N 2642-VIII.
- [3] Які програми з гуманітарного розмінування доступні для громад. URL: <https://intent.press/expert/humanrights/2023/yaki-programi-z-gumanitarnogo-rozminuvannya-dostupni-dlya-gromad/>.
- [4] Як в Україні працює організація з гуманітарного розмінування Hallo TRUST. URL: <https://army-inform.com.ua/2021/11/16/yak-v-ukrayini-praczuuye-organizacziya-z-gumanitarnogo-rozminuvannya-hallo-trust/>.
- [5] Кравченко О. ДСНС отримала дрони для підводного розмінування. URL: https://lb.ua/society/2022/10/31/534362_dsns_otrimala_droni_pidvodnogo.html.
- [6] A Guide to survey and clearance of Underwater Explosive Ordnance. Geneva, April, 2016. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/323031189.pdf>.
- [7] Наказ ДСНС України N 68 від 21 січня 2020 р.. «Про реалізацію основних заходів з протимінної діяльності у 2020 році та проведення спеціальних вибухових робіт». URL: <https://dsns.gov.ua/nakazi-z-osnovnoyi-diyalnosti/103879>.
- [8] Carolay Camacho-Sanchez, Ruben Yie-Pinedo, Gina Galindo. Humanitarian demining for the clearance of landmine-affected areas. *Socio-Economic Planning Sciences* 88 (2023) 10161.
- [9] Strengthening Ukraine's capacity in Humanitarian Demining (Посилення потенціалу України в гуманітарному розмінуванні). January 24, 2023. URL: <https://www.jica.go.jp/Resource/ukraine/english/office/topics/230124.html>.
- [10] Соловйов І. І. Математична модель підводного розмінування водолазами-саперами ДСНС України. *Комунальне господарство міст*, 2021, том 6, випуск 166. С. 175–183. DOI 10.33042/2522-1809-2021-6-166-175-183.
- [11] Грицаєнко М. Г. Управління проектами гуманітарного розмінування акваторій України: завдання формування організаційних структур. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування*. 2017. №3. С. 87–99. DOI 10.15589/jnn20170311.
- [12] Грицаєнко М. Г. Концептуальна модель управління проектами роботизованого очищення акваторій від підводних потенційно небезпечних об'єктів. *Shipbuilding and Marine Infrastructure*, № 1(9). 2018. Р. 15–20.
- [13] More than 13,000 km² of Ukraine's sea and inland waters need demining – Emergency Service. URL: <https://euromaidanpress.com/2023/05/30/more-than-13000-km%C2%B2-of-ukraines-sea-and-inland-waters-need-demining-emergency-service/>.
- [14] Volodymyr S. Blintsov, Maksym H. Hrytsaienko. Special features of management of the joint projects of water zone clearing by subdivisions of the state emergency service of Ukraine and organizations developing marine robotic vehicles. *Shipbuilding and Marine Infrastructure*, 2017. № 1(7). Р. 141–151.

© Блінцов В. С., Надточий А. В.

Дата надходження статті до редакції: 02.03.2024

Дата затвердження статті до друку: 11.03.2024