

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-266-1-25>

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОБҐРУНТУВАННЯ  
ОПЕРАТИВНО-ТЕХНІЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ  
ЩОДО СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ПІДВОДНОГО РОЗМІНУВАННЯ  
ВОДОЛАЗАМИ-САПЕРАМИ ДСНС УКРАЇНИ**

**Соловійов Ігор Ігорович**

*начальник відділення підводного розмінування Головного  
Управління ДСНС України у Херсонській області  
м. Херсон, Україна*

**Стрілець Віктор Маркович**

*доктор технічних наук, професор,  
старший викладач кафедри автоматичних систем безпеки  
та інформаційних технологій  
Національного університету цивільного захисту України  
м. Харків, Україна*

**Шевчук Олександр Русланович**

*кандидат наук з державного управління,  
начальник кафедри піротехнічних та спеціальних робіт  
Національного університету цивільного захисту України  
м. Харків, Україна*

Проблема розмінування водних акваторій є актуальною у всьому світі, оскільки на цей час близько 15% із 70 мільйонів мін, які потребують свого розмінування, встановлені на мілководних ділянках внутрішніх водоймищ [1]. В нашій країні вона усугубляється як значною кількістю залишків Другої світової війни у воді Чорного та Азовського морів [2], так і наслідками агресії росії.

Проведений аналіз показав, що важливою та нерозв'язаною частиною проблеми підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, є відсутність методики обґрунтування оперативно-технічних рекомендацій щодо скорочення часу підводного розмінування водолазами-саперами ДСНС України без зниження рівня безпеки особового складу.

Застосування системного ергономічного аналізу для представлення діяльності водолаза-сапера у вигляді функціонування системи «водолаз-сапер – технічне забезпечення підводного розмінування – підводне розташування вибухонебезпечного предмету», статистичних методів планування експериментальних досліджень та обробки отриманих

результатів, а також математико-статистичних методів безпосередніх експертних оцінок дозволило розробити таку методику, основу якої складає багатофакторна математична модель підводного розмінування водолазами-саперами ДСНС України [3]. У відповідності до розробленої в [3] математичної моделі (14) керуючий алгоритм реалізації методики обґрунтування оперативно-технічних рекомендацій щодо скорочення часу підводного розмінування водолазами-саперами ДСНС України без зниження рівня особового складу можна представити у вигляді, який наведено на рис. 1.



**Рис. 1. Схема керуючого алгоритму реалізації методики обґрунтування оперативно-технічних рекомендацій щодо скорочення часу підводного розмінування водолазами-саперами**

Враховуючи те, що дії водолазів-саперів під час підводного пошуку вибухонебезпечних предметів були докладно досліджені в [4], де підкреслено, що під час цього процесу особлива увага повинна бути приділена питанням загальної організації робіт щодо розмінування та залучення новітніх технічних засобів їх пошуку, основними процесами, які вимагають отримання рекомендацій щодо скорочення часу є підйом вибухонебезпечних предметів з глибини та, у тому разі, коли це зробити неможливо, їх підводний підрив.

З урахуванням того, що на процес підводного розмінування впливають вихідні показники, які характеризують множини  $X_{ВС}$  (характеризують

безпосередньо водолазів-саперів),  $X_{НС}$  (характеризують надзвичайну ситуацію та умови проведення підводного розмінування) та  $X_{ТЗ}$  (характеризують сукупність технічних засобів забезпечення підводного розмінування), а також результати аналізу особливостей проведення підводного розмінування [5], можна виділити такі значимі фактори, які характеризують процес підводного розмінування як системи:  $x_1$  – рівень підготовленості водолаза-сапера;  $x_2$  – умови, в яких працює особовий склад;  $x_3$  – рівень оснащеності.

Аналіз відібраних факторів та результати експериментальних досліджень [5] показують, що рівень  $x_1$  підготовленості водолазів-саперів впливає на час підводного розмінування нелінійно. Так, підвищення рівня практичної виучки особового складу буде сильніше впливати на час підводного розмінування при переході від початкового рівня підготовленості ( $x_1=-1$ ) до фахового ( $x_1=0$ ), ніж від фахового до високофахового ( $x_1=+1$ ). Останній відповідає рівню водолазів-саперів, які мають 1 клас або є Майстрами своєї справи.

Аналогічно можна говорити і про три рівні умов, в яких проводиться підводне розмінування. Гарним ( $x_2=+1$ ) відповідають гарна видимість, відсутність течії та глибина до 3 метрів. Звичайним ( $x_2=0$ ) – обмежена видимість на відстані більше 3 м, незначна течія та глибина від 3 м до 6 м, а поганим ( $x_2=-1$ ) – обмежена видимість на відстані менше 3 м, значна течія та глибина більше 6 м. Стосовно рівня оснащеності в нашому випадку на сьогоднішній день можна говорити про два рівні: використання сухого та мокрого гідрокостюмів.

В доповіді показано, що, з урахуванням цього, методика представляє сукупність наступних послідовних дій:

- вибір варіантів оперативної діяльності (виділені такі значимі фактори як рівень підготовленості водолаза-сапера; умови підводного середовища, в яких працює особовий склад; рівень їх оснащеності);
- безпосередня експертна оцінка часу виконання обраних варіантів у відповідності до плану  $3 \times 3 \times 2$  з урахуванням узгодженості експертів;
- визначення параметрів моделей підводного розмінування за допомогою стандартних формул теорії планування експериментів та перевірка їх достовірності шляхом порівняння того, наскільки натурні результати, отримані в умовах, які відповідають конкретній комбінації обраних факторів, укладаються в довірчі інтервали, що розраховані з надійністю 0,95 за результати застосування багатфакторних математичних моделей підводного розмінування з конкретними параметрами;
- аналіз та спрощення моделей з подальшим ранжуванням факторів як в центрі факторного простору так і на його краях;
- обґрунтування рекомендацій, обґрунтування рекомендацій, які носять оперативно-технічний характер, оскільки обрані фактори характеризували як оперативну (роботу особового складу в умовах впливу навколишнього середовища), так і технічну складову процесу підводного розмінування.

Реалізація розробленої методики дозволила конкретизувати пропозиції щодо підготовки водолазів-саперів ДСНС України. Так, у випадку підйому вибухонебезпечного предмету необхідно враховувати всі обрані фактори (рівень підготовленості особового складу, умови проведення підводних робіт та тип водолазного костюму), а також ефекти взаємодії між рівнем підготовленості особового складу та умовами, в яких вони працюють. В той же час можна не враховувати ефекти взаємодії умов підйому вибухонебезпечного предмету з тим, в якому костюмі працюють водолази сапери, а також квадратичний ефект від застосування сухого чи мокрого костюму. Слід очікувати, що у випадку підйому вибухонебезпечного предмету підвищення рівня підготовленості більш сильно буде проявлятися у водолазів-саперів з первинним рівнем, як і те, що саме для них на зниження ефективності підводного розмінування будуть сильніше впливати погані зовнішні умови.

### Література:

1. Dario Matika, Slavko Bari? (2016). Maritime environmental security. *Scientific Journal of Maritime Research*, 30, 19-27. DOI: <https://doi.org/10.31217/p.30.1.3>
2. Solovjov I. & Strilecz' V. (2020). Problematic issues of underwater demining. [Problemni py'tannya vy'konannya robit z pidvodnogo rozminuvannya]. *Energy conservation and industrial safety: challenges and prospects [Energozberzhennya ta promy'slova bezpeka: vy'kly'ky' ta perspekty'vy']*. Title Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference. Kyiv. Retrieved from [http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/11111/1/Bochkovsky%20A.\\_Sapozhnikova%20N.pdf](http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/11111/1/Bochkovsky%20A._Sapozhnikova%20N.pdf) [in Ukrainian]
3. Soloviev, I. (2021). Mathematical model of underwater demining by divers-sappers of the State Emergency Service of Ukraine [Matematychna model pidvodnogo rozminuvannia vodolazamy-saperamy DSNS Ukrainy]. *Municipal Economy of Cities*, 6(166), 175-183. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-6-166-175-183> [in Ukrainian]
4. A Guide to Survey and Clearance of Underwater Explosive Ordnance. Humanitarian Demining, Geneva International Centre. Global CWD Repository. (2016). 1326. Retrieved from <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-globalcwd/1326/>
5. Soloviev I., Stetsiuk Y. & Strelets V. (2020). Regularities of air consumption during underwater demining of water areas [Zakonomirnosti rozkhodu povitria pid chas pidvodnogo rozminuvannia vodnykh akvatorii]. *Problems of Emergency Situations*, 2 (32), 132-144. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4400181> [in Ukrainian]