

# Підхід до формування рекомендацій з підвищення ефективності протимінної діяльності

## The approach to the formation of recommendation for increasing the efficiency of activities

**Максим Комісаров**

ад'юнкт кафедри, e-mail: maksymkomisarov72@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0103-9105

**Maksym Komisarov**

PhD student, e-mail: maksymkomisarov72@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0103-9105

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: October 5, 2023 | Revised: October 21, 2023 | Accepted: October 31, 2023

DOI: 10.33445/sds.2023.13.5.6

**Мета роботи:** підвищення ефективності підрозділів при виконанні заходів протимінної діяльності на імовірно забрудненій та забрудненій території України, акваторії та об'єктах інфраструктури.

**Метод дослідження:** аналіз, синтез, порівняння формалізації та оцінювання матеріалу.

**Результати дослідження:** наведений підхід дозволяє формувати рекомендації з підвищення ефективності протимінної діяльності з урахуванням застосування однотипних підрозділів (груп) розмінування з однаковими спроможностями та продуктивністю, а також різнотипних підрозділів (груп) розмінування з різними спроможностями та продуктивністю, які зумовлені відповідною кількістю та якісним складом засобів розмінування.

**Теоретична цінність дослідження:** аналіз впливу деяких факторів на протимінну діяльність в Україні та запропонований методичний підхід до визначення внеску цих евристично згрупованих факторів в ефективність заходів протимінної діяльності (ПМД) дозволить якісно виконання заходи ПМД шляхом підвищення їх ефективності в державі та Збройних силах України.

**Тип статті:** теоретична.

**Purpose:** is to increase the effectiveness of units in the implementation of mine countermeasures in the allegedly contaminated and contaminated territory of Ukraine, water areas and infrastructure facilities.

**Method:** analysis synthesis comparison of formalization and evaluation of material.

**Findings:** the given approach makes it possible to form recommendations for increasing the effectiveness of mine action activities, taking into account the use of the same type of demining units (groups) with the same capabilities and productivity, as well as different types of demining units (groups) with different capabilities and productivity, which are determined by the appropriate number and quality composition of demining means.

**Theoretical implications:** the analysis of the impact of some factors on mine action in Ukraine and the proposed methodical approach to determining the contribution of these heuristically grouped factors to the effectiveness of PMD measures will allow high-quality implementation of PMD measures by increasing their effectiveness in the state and the Armed Forces of Ukraine.

**Paper type:** theoretical.

**Ключові слова:** вибухонебезпечні предмети, протимінна діяльність, розмінування, мінна обстановка.

**Key words:** explosive objects, mine action, demining, mine situation.

### 1. Вступ

В статті розглядаються варіанти застосування та підвищення ефективності підрозділів при виконанні заходів протимінної діяльності. Актуальним питанням є проведення заходів пов'язаних з пошуком, виявленням та знешкодженням вибухонебезпечних предметів на імовірно забрудненій та забрудненій території України, акваторії та об'єктах інфраструктури.

### 2. Теоретичні основи дослідження

Під час триваючої збройної агресії російської федерації проти України значна частина територій України зазнала забруднення вибухонебезпечними предметами.

Як зазначив прем'єр-міністр України Денис Шмигаль [1], під час онлайн-виступу на Міжнародній конференції донорів з питань розмінування України – в Україні потенційно заміновано 30% території – 174 тис. км<sup>2</sup>. Це як три площі Хорватії. За цими показниками наша країна обігнала таких лідерів "рейтингу", як Афганістан й Сирія.

Внаслідок чого існує небезпека для життя населення та провадження господарчої діяльності.

В Україні визначили гуманітарне розмінування одним із пріоритетів та розпочали створення міжнародної коаліції для допомоги. Вже 40 країн та партнерських організацій погодилися направити близько 300 млн доларів на спецтехніку та інші цілі для проведення гуманітарного розмінування [1]. Для проведення повного розмінування території України знадобиться великий фінансовий ресурс та багато років.

Виходячи із зазначеного, уроків та досвіду провідних країн світу [5], виникає необхідність більш якісного виконання заходів ПМД шляхом підвищення їх ефективності в державі та Збройних силах України.

### **3. Постановка проблеми**

Питанням організації та виконання завдань протимінної діяльності присвячено низку досліджень і публікацій [2-4, 6]. Наприклад у [2]. визначена необхідність пошуку та впровадження нових підходів до виконання завдань протимінної діяльності, що пов'язано із складною мінною обстановкою, яка склалась в ході повномасштабної агресії росії проти України. В [2] проведено аналіз впливу деяких факторів на протимінну діяльність в Україні та запропоновано методичний підхід до визначення внеску цих евристично згрупованих факторів в ефективність заходів ПМД. Структурна схема методики оцінювання ефективності подібних заходів викладена у [4]. Проте в зазначених роботах закладені лише методичні прийоми, які можуть бути використані в процесі оцінювання ефективності ПМД в межах визначеної зони (району). В той же час отримані оцінки ефективності є лише вихідними даними для формування рекомендацій, щодо підвищення такої ефективності. З урахуванням зазначеного обрана тема статті є актуальною.

### **4. Результати**

З теорії та практики ведення збройної боротьби відомо, що підвищення ефективності будь-якої системи (підсистеми) військового призначення зазвичай можливо здійснити за рахунок:

- раціонального використання наявного ресурсу певних сил і засобів, що вимагає визначення пріоритетності виконання частини завдань або (фактично) обмеження їх обсягу;
- зміни кількісно-якісного складу певних сил і засобів, які, залежно від обраної цільової функції забезпечуватимуть більшу оперативне виконання визначеного обсягу завдань або більший обсяг чи якість їх виконання;
- змішаного використання наведених вище підходів.

Напрямок підвищення ефективності ПМД за рахунок раціонального використання наявного ресурсу сил і засобів розмінування фактично було розглянуто в [6], де "раціональність" фактично пов'язується із попереднім зменшенням (за типовим алгоритмом) площі небезпечної зони (району), забрудненої мінами та вибухонебезпечними предметами. Тобто рекомендації полягають у: визначенні пріоритетності районів, у яких необхідно здійснювати першочергові заходи розмінування; вилученні із загальної зони площі неперіоритетних районів; подальшому зменшенні решти небезпечної зони за рахунок проведення нетехнічного і технічного обстеження. Такі заходи відповідають положенням стандартів з ПМД, зокрема [8].

У випадку із виробленням рекомендацій з підвищення ефективності ПМД за рахунок зміни кількісно-якісного складу сил і засобів (підрозділів, груп) розмінування слід враховувати припущення, що будь-який підрозділ, призначений для обстеження та розмінування ПНТ (ПоНР) при їх певній заданій продуктивності ( $p$ ), спроможний виконати завдання із заданою ефективністю ( $B$ ) за необмежений термін часу ( $t$ ). Зокрема у [4] показником ефективності

запропоновано рівень безпеки знаходження на визначеній території площею ( $s$ ), яку було розміновано за певний час.

Проте розглянемо два варіанти підвищення ефективності ПМД за рахунок зміни кількісно-якісного складу сил і засобів розмінування:

**варіант 1** – застосування однотипних підрозділів (груп) розмінування з однаковими спроможностями та продуктивністю для виконання завдань розмінування визначеної території за час  $T > t$ ;

**варіант 2** – застосування різнотипних підрозділів (груп) розмінування з різними спроможностями та продуктивністю (які зумовлені відповідною кількістю та якісним складом засобів розмінування) для виконання завдань розмінування визначеної території за такий самий час.

У першому варіанті рекомендації з підвищення ефективності ПМД є доволі тривіальними і полягають у простому збільшенні кількості однотипних підрозділів з фіксованими спроможностями і продуктивністю. Тобто для виконання завдань розмінування визначеної території за час  $T > t$  кількість однотипних підрозділів (груп) має бути збільшена до значення:

$$n_{zp} = P(S, T) / p(s, t) = \frac{S}{T} \cdot \frac{t}{s}, \quad (1)$$

де  $P(S, T)$  – необхідна продуктивність для розмінування площі  $S$  за час  $T > t$ , км<sup>2</sup>/од.; часу;

$p(s, t)$  – продуктивність розмінування однієї групи.

Очевидно, що подібного ідеального випадку, коли є лише однотипні групи розмінування, на практиці скоріше не буде. В реальних умовах слід покладатись на ті сили і засоби, що будуть в наявності у певному районі. Зазвичай такі підрозділи можуть мати різний склад і оснащення, які визначатимуть їх різну продуктивність з обстеження потенційно небезпечних територій (районів), забруднених мінами та ВВП. Тому завдання обґрунтування рекомендацій щодо необхідного кількісно-якісного складу сил і засобів розмінування буде дещо складнішим, особливо коли потрібно урахувати умови виконання завдань, які впливають на продуктивність їх виконання. Розв'язання завдання в цьому випадку потребуватиме використання певних оптимізаційних методів.

Розглянемо варіант постановки задачі для розв'язання цього завдання. Нехай задана площа ПНТ (ПоНР) яка підлягає розмінуванню  $s_n$ , км<sup>2</sup>. На виконання завдань розмінування відведено час  $T$  (дів або місяців). Для виконання завдань можуть бути залучені  $n$  типів груп (підрозділів) розмінування  $\{G_1, \dots, G_n\}$ . Кожний тип групи характеризується:

- продуктивністю з виконання завдань розмінування  $\{p_1, \dots, p_n\}$ , км<sup>2</sup>/од. часу (наприклад за добу), а також площею  $\{s_1(t), \dots, s_n(t)\}$ , яку може обстежити та розмінувати відповідний тип групи (підрозділу) за певний проміжок часу  $t$ ;

- "мірою цінності"  $\{c_1, \dots, c_n\}$ , яка визначається за відповідним правилом.

Необхідно визначити набір підрозділів (груп) розмінування з максимізацією їх загальної "цінності" за умови, що площа, яка ними може бути обстежена та розмінована за проміжок часу  $T$ , не перевищить заданої площі  $s_n$ . Обмеження щодо граничної кількості груп розмінування будь-якого типу відсутні.

*Розв'язання.* Задача представляє собою один з різновидів задач цілочисельного лінійного програмування – так звану "задачу про цілочисельний рюкзак" [7], яка може бути записана таким чином:

$$\max \sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i, \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^n s_i(t) \cdot x_i \leq S_{\Pi}, \\ x_i \in Z, i = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (2)$$

де  $x_i$  – шукома кількість груп (підрозділів) розмінування певного типу.

Розглянемо варіант правила формування “міри цінності”  $\{c_1, \dots, c_n\}$  відповідних типів груп (підрозділів) розмінування  $\{Г_1, \dots, Г_n\}$ . Саме поняття такої міри прямо не пов’язано із грошовою вартістю. Проте під “мірою цінності” можна вважати ступінь надання переваги тому або іншому типу підрозділу за певним набором характерних кількісно-якісних параметрів (ознак).

Можливі ознаки (варіант):

1. Наявний тип та кількість обладнання для пошуку мін та ВВП (для розмінування вручну – щуп, міношукач; для глибокого очищення – металодетектори з великими зонами виявлення, глибокі металодетектори, магнітометри, детекторні плати тощо).

2. Наявний тип та кількість засобів механізації розмінування (машини для підготовки ґрунту, виявлення джерел небезпеки, їх детонування тощо).

3. Доступні способи (комбінації способів) виконання завдань підрозділу розмінування:  
- типові способи – С1 (розмінування вручну); С2 (розмінування з використанням засобів механізації (машин і механізмів)); С3 (розмінування із залученням кінологічних розрахунків);  
- комбінації способів – С1,С2; С1,С3; С2,С3; С1,С2,С3.

Міра цінності підрозділу розмінування може бути визначена таким чином:

$$c = \frac{n_{\Pi}}{n_{\Pi \max}} + \frac{n_p}{n_{p \max}} + \frac{n_c}{n_{c \max}}, \quad (3)$$

де  $n_{\Pi}, n_p, n_c$  – відповідно кількість типів обладнання для пошуку мін та ВВП, засобів механізації розмінування, кількість способів (комбінацій способів) виконання завдань підрозділом розмінування;

$n_{\Pi \max},$  – максимальні значення відповідних параметрів ( $n_{c \max} = 7$ ).

$n_{p \max},$

$n_{c \max}$

Площа, яку може обстежити та розмінувати відповідний тип групи (підрозділу) за проміжок часу  $t$ , визначається за виразом:

$$s_i(t) = p_i \cdot k_y \cdot t \quad (4)$$

де  $k_y$  – коефіцієнт складності умов виконання завдань, який може бути розраховано на основі набору ознак з використанням бальних методів.

Якщо проміжок часу  $t$  є занадто великим, значення коефіцієнта  $k_y$  може дещо змінюватись поетапно залежно від зміни умов (зокрема погодних, які характерні для певних сезонів). Тоді замість попереднього виразу може бути застосований такий вираз:

$$s_i(t) = p_i \cdot \sum_{j=1}^L k_{yj} \cdot \Delta t_j, \quad (5)$$

де  $k_{yj}$  – значення коефіцієнта складності умов виконання завдань протягом  $j$ -го періоду часу  $\Delta t_j$ .

Для перевірки обох розглянутих варіантів наведемо два тестових приклади:

За варіантом 1 необхідна продуктивність для розмінування площі  $S=1000 \text{ м}^2$  за час  $T=10$  діб становить  $P=1000 \text{ м}^2/10 \text{ діб} = 100 \text{ м}^2/\text{доба}$ . Продуктивність однотипних підрозділів з розмінування становить  $p=50 \text{ м}^2/\text{доба}$ . Тоді з урахуванням виразу (1) для розмінування визначеної площі потенційно небезпечної території за встановлений час кількість однотипних груп має бути збільшена до двох ( $P/p=2$ ).

За варіантом 2 для розмінування площі  $S=20 \text{ км}^2$  можуть бути використані два типу підрозділів із значеннями параметрів  $s_1(t)=10$ ,  $c_1=2$ ,  $s_2(t)=5$ ,  $c_2=1$ . Розв'язання "задачі про цілочисельний рюкзак" за виразом (2) свідчить, що для розмінування заданої площі за визначений час доцільніше застосувати два підрозділи з кращою "мірою цінності" і більшою продуктивністю розмінування (тобто  $x_1=2$ ,  $x_2=0$ ).

## 5. Висновки

Таким чином наведений підхід дозволяє формувати рекомендації з підвищення ефективності протимінної діяльності з урахуванням застосування однотипних підрозділів (груп) розмінування з однаковими спроможностями та продуктивністю, а також різнотипних підрозділів (груп) розмінування з різними спроможностями та продуктивністю, які зумовлені відповідною кількістю та якісним складом засобів розмінування.

## 6. Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

## 7. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

### Список використаних джерел

1. В уряді назвали площу забрудненої мінами території України. Україна ІНФО, 12.10.2023. URL: <https://www.ukrainainfo.com.ua/novyny/v-uriadi-nazvaly-ploshchu-zabrudnenoj-minamy-terytorii-ukrainy/>
2. Протимінна діяльність в Україні потребує нових підходів. Офіційний сайт 112.UA: веб-сайт. URL: <https://ua.112.ua/suspilstvo/protyminna-diialnist-v-ukraini-potrebuie-novykh-pidkhodiv-mintot-390493.html>.
3. Мацько О.Й., Коваль В.В., Комісаров М.В. До питання визначення внеску факторів в ефективність виконання заходів протимінної діяльності в Україні. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 3(44). С. 154-58. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.18>.

### References

1. The government named the area of the mine-contaminated territory of Ukraine. Ukraine INFO, 12.10.2023. Available from: <https://www.ukrainainfo.com.ua/novyny/v-uriadi-nazvaly-ploshchu-zabrudnenoj-minamy-terytorii-ukrainy/>
2. Mine action in Ukraine needs new approaches. Official site 112.UA: website. Available from: <https://ua.112.ua/suspilstvo/protyminna-diialnist-v-ukraini-potrebuie-novykh-pidkhodiv-mintot-390493.html>.
3. Matsko Oleksander, Koval Volodymyr, Komisarov Maksym. (2021). On the Determination of the Contribution of Factors to Efficiency Implementation of Mine Action in Ukraine. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*. № 3(44). С. 154-58. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.18>.

4. Комісаров М. В., Підгородецький М. М. (2022). Методика оцінювання ефективності виконання заходів протимінної діяльності. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Том 43 № 1 (2022), С. 13-18. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-43-1-13-18>
5. Энрике Роман-Морей, М. Мунир Захран. Оценка масштабов, организации, эффективности и методов деятельности Организации Объединенных Наций, связанной с разминированием. Организация Объединенных Наций. Объединенная инспекционная группа. Женева. 2011. URL : [https://www.unjuu.org/sites/www.unjuu.org/files/jiu\\_rep\\_2011\\_11\\_russian.pdf](https://www.unjuu.org/sites/www.unjuu.org/files/jiu_rep_2011_11_russian.pdf).
6. Передрій О.В., Комісаров М.В. Порядок оцінювання ефективності заходів протимінної діяльності у Збройних Силах України. Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України. Київ, 2021. №4(99), С. 70-80.
7. Наконечний С. І., Савіна С. С. Математичне програмування: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2003.– 452 с.
8. DSTU-P 8820:2018 Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення.
4. Komisarov M. V., Pidhorodetskyi M. M. (2022). Methodology for assessing the effectiveness of mine action activities. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*. Vol. 43 No. 1 (2022). С. 13-18. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-43-1-13-18>
5. Enrique Roman-Morey, M. Munir Zahran. Assessment of the scope, organization, effectiveness and methods of activities of the United Nations Organization related to demining. United Nations. United Inspection Group. Geneva. 2011. Available from : [https://www.unjuu.org/sites/www.unjuu.org/files/jiu\\_rep\\_2011\\_11\\_russian.pdf](https://www.unjuu.org/sites/www.unjuu.org/files/jiu_rep_2011_11_russian.pdf).
6. Peredrii O. V., Komisarov M. V. (2021). Procedure for assessing the effectiveness of mine countermeasures in the Armed Forces of Ukraine. *A collection of scientific works of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*. Kyiv, 2021. No. 4(99), pp. 70-80.
7. Nakonechnyi S. I., Savina S. S. Mathematical programming: Study manual. Kyiv: KNEU, 2003. 452 p.
8. DSTU-P 8820:2018 Anti-mine activity. Management processes. Substantive provisions.