

УДК 614.8



М. Г. Іванець



С. А. Горєлишев



А. Г. Артикула

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ СПЕЦІАЛІСТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

У післявоєнний час нагальною проблемою буде повне обстеження небезпечних територій на наявність вибухонебезпечних предметів та їх знищення. Реалізація комплексу заходів з гуманітарного розмінування потребує чіткого планування та організації проведення таких робіт.

У статті наведена розроблена методика розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій України, яка дозволяє оцінити загальний термін вирішення цієї проблем і кількість необхідного особового складу. Запропонований керуючий алгоритм реалізації даної методики. Використовуючи наведений математичний апарат, можливо вирішувати і обернену задачу.

К л ю ч о в і с л о в а: гуманітарне розмінування, вибухонебезпечний предмет, методика, керуючий алгоритм.

Постановка проблеми. Науково-технічний прогрес сприяє не тільки розвитку сучасного виробництва, покращенню умов праці і добробуту громадян, а й розробленню новітніх видів зброї та боєприпасів, що збільшує ризики виникнення надзвичайних ситуацій (НС) внаслідок їх використання [1–3]. Внаслідок збройної агресії Росії на території України залишається велика кількість вибухонебезпечних предметів (ВНП), які з тих чи інших причин не вибухнули. За оцінками фахівців та експертів, в результаті бойових дій майже половина території України забруднена ВНП та потребує гуманітарного розмінування [4, 5]. На сьогоднішній день Україна входить до п'ятірки самих «замінованих» держав, разом із Афганістаном, Іраком, Сирією та Сомалі [6]. Це створює реальні серйозні загрози для нормальної життєдіяльності населення.

У післявоєнний час нагальною проблемою буде повне обстеження небезпечних територій та інфраструктурних об'єктів на наявність ВНП, їх виявлення та знищення. Реалізація комплексу заходів з гуманітарного розмінування потребує чіткого планування та організації проведення всіх робіт зі знешкодження і знищення боєприпасів, що не вибухнули. Для цього необхідний обґрунтований підхід до технічного забезпечення, підготовки відповідних спеціалістів, часові розрахунки термінів проведення робіт тощо.

Виходячи з цього, розроблення методики розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій України є актуальною науково-технічною задачею у сфері державної безпеки.

Аналіз публікацій. Питання мінної безпеки держав, на території яких мали місце воєнні конфлікти, а це понад 60 країн у світі, є пріоритетними і актуальними на сьогоднішній день [7]. У доповіді [8] зазначається, що на даний час у бойовому положенні в усьому світі знаходиться понад 110 млн мін та інших ВНП різних типів. Понад 100 млн мін зберігається на військових арсеналах, складах і базах та готові до застосування. Дані розмінування в різних регіонах показують, що за рік знешкоджується лише від 3 % до 5 % встановлених мін.

З досвіду багатьох країн світу, які потерпали від збройної агресії та територія яких до цього часу ще повністю не очищена, відомо, що комплексне й ефективне вирішення цієї проблеми можливе завдяки всеохоплюючому гуманітарному розмінуванню з використанням міжнародної допомоги [9]. Аналіз особливостей гуманітарного розмінування різних країн світу [10, 11] показує, що останнім

© М. Г. Іванець, С. А. Горєлишев, А. Г. Артикула, 2023

часом має місце тенденція, коли процес очищення території відбувається за міжнародними стандартами як своїми силами, так і за допомогою міжнародних фахівців.

У статті [12] розглянуті деякі організаційні шляхи підвищення ефективності розмінування території України в сучасних умовах, а саме: удосконалення існуючої нормативно-правової бази протимінної діяльності та втілення її у сфері протимінної діяльності, а також упорядкування виконання завдань протимінної діяльності військових (цивільних) формувань, що підпорядковані різним міністерствам та відомствам, державним та комерційним організаціям на території України.

Питання організації та виконання заходів протимінної діяльності (ПМД) в Україні досліджено у працях [13, 14, 15], в яких розглянуті деякі організаційні та нормативно-правові аспекти виконання заходів ПМД, наведені методичні підходи до оцінювання рівня мінної небезпеки.

У статті [16] проведено всебічний аналіз світової глобальної проблеми розмінування з проекцією на Україну. На системних засадах розглянуто наслідки і проблемні питання мінних війн для світу та України, проаналізовано розроблення засобів виявлення мін в інших країнах світу і ситуацію з розмінуванням українських територій.

Однак аналіз наведених досліджень і публікацій показав, що проблема розмінування територій, «забруднених» ВНП, розглядалася тільки з погляду на існуючу мінну небезпеку для території та населення України, організації та виконання заходів протимінної діяльності з метою підвищення ефективності розмінування території країни в сучасних умовах, особливостей гуманітарного розмінування в різних країнах світу. Разом з тим слід зазначити, що не приділено належної уваги можливості проведення гуманітарних акцій з метою розмінування території держави, реалізації комплексу заходів з гуманітарного розмінування з позиції обґрунтованого підходу до технічного забезпечення, підготовки відповідних спеціалістів, термінів проведення робіт.

Отже, питання розроблення методики розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій України є актуальним та потребує додаткового вивчення.

Мета статті полягає в розробленні методики розрахунку необхідної кількості спеціалістів для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій України, яка дозволить оцінити загальний термін вирішення цієї проблеми, кількість особового складу та засобів технічного оснащення для виконання необхідних робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі питання:

- розробити методику розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій України;
- запропонувати керуючий алгоритм, який реалізує розроблену методику.

Виклад основного матеріалу. Визначимо, що гуманітарне розмінування включає комплекс заходів з метою ліквідації небезпек, пов'язаних із ВНП, включаючи нетехнічне обстеження (НТОБ) та технічне обстеження (ТОБ) територій, складання карт, виявлення, знешкодження та (або) знищення ВНП, маркування, підготовку документів після розмінування, передачу очищеної території. Технологія виконання завдань з гуманітарного розмінування [17] передбачає два основних етапи проведення робіт.

Перший етап – виявлення на території населених пунктів, об'єктах інфраструктури та на місцевості ділянок, забруднених ВНП.

Другий етап – обстеження та гуманітарне розмінування територій населених пунктів, об'єктів життєзабезпечення, транспортної інфраструктури і економіки, ділянок сільськогосподарських угідь перед початком та у ході проведення польових робіт, ділянок лісових насаджень тощо для забезпечення безпеки населення та нормалізації його життєдіяльності.

Процес організації процедури розмінування починається з НТОБ територій. Мета проведення НТОБ – класифікація за статусом небезпеки території, стосовно якої існує підозра щодо її забруднення ВНП на підставі отриманих прямих і не прямих доказів.

У результаті проведення НТОБ визначаються небезпечні або ймовірно небезпечні території, які потребують проведення ТОБ. До небезпечних територій відносять території, де є прямі докази небезпеки (наприклад, вирви від вибухів, візуально виявлені предмети, які ідентифіковані як ВНП; підтверджені факти виявлення населенням ВНП; відомості щодо ведення на цих територіях бойових дій тощо). До ймовірно небезпечних територій відносять території, де є непрямі докази небезпеки (усні повідомлення місцевого населення або учасників бойових дій; відомості або повідомлення про виявлення ВНП, достовірність яких підлягає сумніву; наявність на території оборонних позицій; інші

будь-які відомості та матеріали, що свідчать про ймовірність забруднення ВВП). Деякі ділянки території можуть бути виключені з ймовірно небезпечних, якщо не знайдено доказів наявності ВВП.

Позначимо площу території, яка підлягає НТОБ, через S . Тоді задачею першого етапу буде обстеження території площею S з метою визначення площі території S_H , на якій немає доказів наявності ВВП, та визначення небезпечних та ймовірно небезпечних територій, які потребують ТОБ. Для виконання цієї задачі необхідно визначити кількість розвідувальних груп n , склад кожної із них, необхідне спорядження, транспортні та інші технічні засоби. Очевидно, що кількість розвідувальних груп n визначатиметься, виходячи з наявних сил та засобів, рішенням відповідного начальника.

Будемо вважати, що розвідувальні групи повністю укомплектовані кваліфікованими фахівцями, тому продуктивність робіт кожної із груп за день приблизно однакова. Якщо кожна з розвідувальних груп здатна за день обстежити територію площею в середньому S_0 , тоді з урахуванням кількості розвідувальних груп приблизний час НТОБ всієї території площею S складе

$$t_{\text{НТОБ}} = \frac{S}{n \cdot S_0} + t_{\text{НТОБ}_1}, \quad (1)$$

де $t_{\text{НТОБ}}$ – термін НТОБ (днів) визначеної території S ;

n – кількість розвідувальних груп;

S_0 – площа території, на якій здатна провести НТОБ одна розвідувальна група, км²;

$t_{\text{НТОБ}_1}$ – кількість вихідних, або несприятливих днів для виконання робіт на протязі терміну виконання НТОБ визначеної території.

Кількість особового складу, яка буде задіяна для виконання НТОБ територій, обчислюється таким чином:

$$L_{\text{НТОБ}} = n \cdot \sum_{i=1}^m l_{\text{НТОБ}_i} + l_{\text{НТОБ}_{\text{рез}}}, \quad (2)$$

де $L_{\text{НТОБ}}$ – кількість задіяного особового складу для НТОБ територій;

$l_{\text{НТОБ}_i}$ – кількість спеціалістів i -го типу в одній розвідувальній групі;

m – кількість типів спеціалістів в одній розвідувальній групі;

$l_{\text{НТОБ}_{\text{рез}}}$ – резерв спеціалістів на випадок хвороби, травмування або інших не передбачуваних причин.

Резервна кількість спеціалістів визначається з досвіду експертним шляхом і складає близько 5 % від необхідної кількості задіяного особового складу для виконання робіт:

$$l_{\text{НТОБ}_{\text{рез}}} = 0,05 \cdot n \cdot \sum_{i=1}^m l_{\text{НТОБ}_i}. \quad (3)$$

Тоді загальна кількість задіяного особового складу для виконання робіт становить

$$L_{\text{НТОБ}} = 1,05 \cdot n \cdot \sum_{i=1}^m l_{\text{НТОБ}_i}. \quad (4)$$

Так само визначають необхідні засоби технічного оснащення для виконання робіт. Їх загальна кількість складатиме

$$B_{\text{НТОБ}} = n \cdot \sum_{i=1}^k b_{\text{НТОБ}_i} + b_{\text{НТОБ}_{\text{рез}}}, \quad (5)$$

де $B_{\text{НТОБ}}$ – необхідна кількість засобів технічного оснащення для виконання робіт з НТОБ територій;

$b_{\text{НТОБ}_i}$ – кількість засобів технічного оснащення i -го типу в одній розвідувальній групі;

k – кількість типів засобів технічного оснащення в одній розвідувальній групі;

$b_{\text{НТОБ}_{\text{рез}}}$ – резерв засобів технічного оснащення на випадок раптового виходу з ладу або іншої не передбачуваної причини.

Резервна кількість засобів технічного оснащення визначається з досвіду експертним шляхом і також складає близько 5 % від необхідної їх кількості для виконання робіт. Ураховуючи це, загальна кількість необхідного технічного оснащення для виконання робіт становить

$$B_{\text{НТОб}} = 1,05 \cdot n \cdot \sum_{i=1}^k b_{\text{НТОб}_i} \cdot \quad (6)$$

Результатом виконання першого етапу гуманітарного розмінування буде визначення площі території, яка підлягає ТОб:

$$S_{\text{ТОб}} = S - S_{\text{Н}} = S_{\text{ЗВНП}} + S_{\text{ІЗВНП}}, \quad (7)$$

де $S_{\text{ТОб}}$ – площа території, яка підлягає ТОб;

$S_{\text{Н}}$ – площа території, на якій відсутні докази наявності ВНП і яка виключається з підозріло небезпечних;

$S_{\text{ЗВНП}}$ – площа території, забруднена ВНП;

$S_{\text{ІЗВНП}}$ – площа території, імовірно забруднена ВНП.

Після НТОб території відбувається ТОб з використанням спеціальних технічних засобів розмінування (міношукачів). Паралельно з цим може відбуватися процес очищення території та утилізації боеприпасів.

ТОб включає збирання та аналіз даних про використання технічних засобів, наявність, тип, розподіл та оточення місць забруднення ВНП для кращого визначення наявності або відсутності забруднення ВНП (рис. 1).

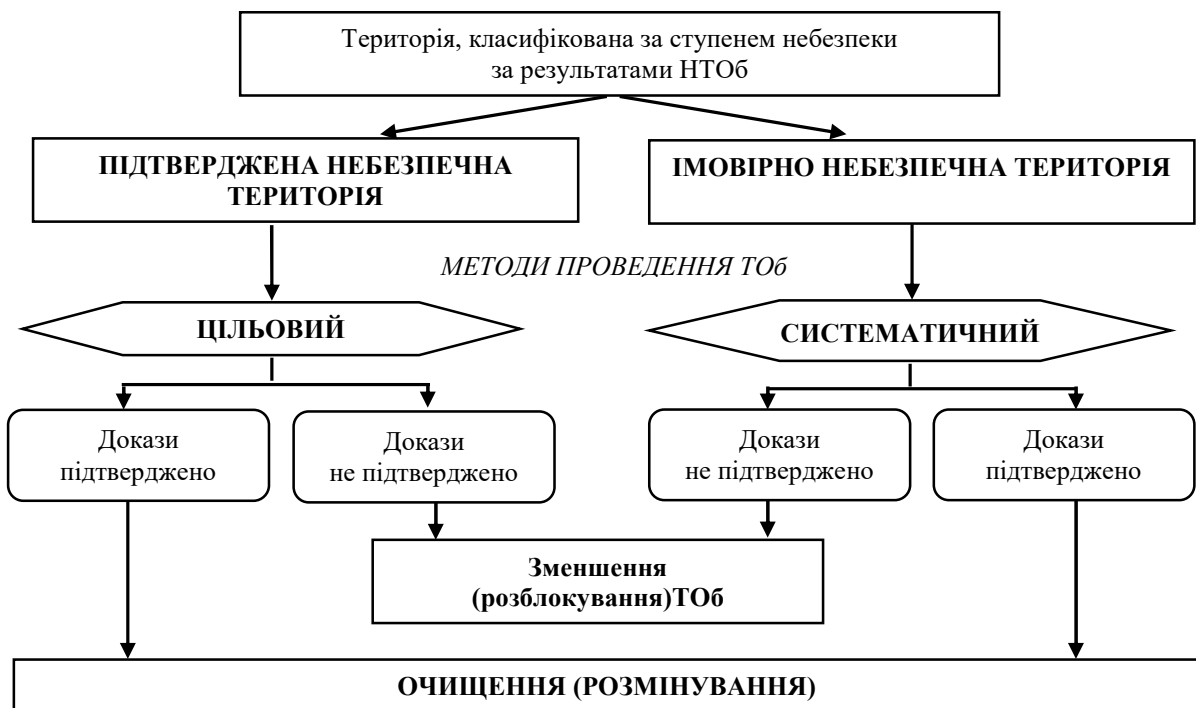


Рисунок 1 – Заходи, що здійснюються в ході ТОб

Якщо кожна з груп здатна за день провести ТОб території площею $S_{\text{ТОб}_1}$, тоді, враховуючи кількість груп, приблизний час ТОб всієї території площею $S_{\text{ТОб}}$ складе

$$t_{\text{ТОб}} = \frac{S_{\text{ТОб}}}{n \cdot S_{\text{ТОб}_1}} + t_{\text{ТОб}_1}, \quad (8)$$

де $t_{\text{ТОб}}$ – термін ТОб (днів) визначеної території $S_{\text{ТОб}}$;

$S_{\text{ТОб}_1}$ – площа території, на якій здатна провести ТОб одна група, км²;

$t_{\text{ТОб}_1}$ – кількість вихідних, або несприятливих днів для виконання робіт протягом терміну виконання ТОб визначеної території.

Загальна кількість задіяного особового складу та кількість необхідних засобів технічного оснащення для виконання робіт з ТОб обчислюються, як для виконання НТОб територій:

$$L_{\text{ТОб}} = 1,05 \cdot v \cdot \sum_{i=1}^k l_{\text{ТОб}_i}, \quad (9)$$

де $L_{\text{ТОб}}$ – кількість задіяного особового складу для виконання ТОб;

$l_{\text{ТОб}_i}$ – кількість спеціалістів i -го типу в одній групі ТОб;

k – кількість типів спеціалістів в одній групі ТОб;

v – кількість груп ТОб.

$$B_{\text{ТОб}} = 1,05 \cdot v \cdot \sum_{i=1}^w b_{\text{ТОб}_i}. \quad (10)$$

де $B_{\text{ТОб}}$ – необхідна кількість засобів технічного оснащення для виконання ТОб;

$b_{\text{ТОб}_i}$ – кількість засобів технічного оснащення i -го типу в одній групі ТОб;

w – кількість типів засобів технічного оснащення в одній групі ТОб.

У результаті проведення заходів ТОб визначаються території, які розблоковуються для використання за своїм призначенням, та небезпечні території, що підлягають очищенню (гуманітарному розмінуванню).

Площа території, яка підлягає очищенню (розмінуванню) за результатами ТОб, обчислюється за формулою

$$S_{\text{Очищ}} = S_{\text{ТОб}} - S_{\text{БЕЗП}}, \quad (11)$$

де $S_{\text{Очищ}}$ – площа території, яка підлягає очищенню за результатами ТОб;

$S_{\text{БЕЗП}}$ – площа території, яка вважається безпечною за результатами ТОб та може використовуватися за своїм призначенням.

Наступним кроком вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності на територіях, де можуть бути ВВП, є виконання другого етапу гуманітарного розмінування – проведення суцільного очищення (розмінування) місцевості від ВВП групами піротехнічних робіт.

Кількість груп піротехнічних робіт p визначається, виходячи з наявних сил та засобів, рішенням відповідного начальника, який ставить задачу з виконання завдання.

Нехай кожна з піротехнічних груп здатна за день очистити (розмінувати) територію площею $S_{\text{ВВП}_0}$, тоді, враховуючи кількість піротехнічних груп, приблизний час очищення всієї території

площею $S_{\text{Очищ}}$ складе

$$t_{\text{Очищ}} = \frac{S_{\text{Очищ}}}{p \cdot S_{\text{ВВП}_0}} + t_{\text{Очищ}_1}, \quad (12)$$

де $t_{\text{Очищ}}$ – термін очищення визначеної території $S_{\text{Очищ}}$, дні;

$t_{\text{Очищ}_1}$ – кількість вихідних або несприятливих днів для виконання робіт протягом терміну очищення (розмінування) визначеної території.

Загальна кількість задіяного особового складу та кількість необхідних засобів технічного оснащення для виконання робіт з ТОб обчислюються, як для виконання НТОб територій.

Кількість особового складу піротехнічних груп для виконання робіт з очищення (розмінування) території обчислюється таким чином:

$$L_{\text{очищ}} = 1,05 \cdot p \cdot \sum_{j=1}^r l_{\text{очищ}_j}, \quad (13)$$

де $L_{\text{очищ}}$ – кількість задіяного особового складу піротехнічних груп для виконання робіт;

$l_{\text{очищ}_j}$ – кількість спеціалістів j -го типу в одній піротехнічній групі;

r – кількість типів спеціалістів в одній піротехнічній групі.

Необхідна кількість засобів технічного оснащення для виконання робіт з очищення (розмінування) території складатиме

$$B_{\text{очищ}} = 1,05 \cdot p \cdot \sum_{\lambda=1}^g b_{\text{очищ}_\lambda}. \quad (14)$$

де $B_{\text{очищ}}$ – необхідна кількість засобів технічного оснащення для виконання робіт з очищення території;

$b_{\text{очищ}_\lambda}$ – кількість засобів технічного оснащення λ -го типу в одній піротехнічній групі;

g – кількість типів засобів технічного оснащення в одній піротехнічній групі.

Таким чином, загальний термін вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності на територіях, де можуть бути ВВП, $T_{\text{заг}}$ включатиме час для проведення НТОБ визначеної території, час для проведення ТОБ визначеної території та час для очищення (розмінування) визначеної території. Тоді, враховуючи вирази (1), (8) та (12), можна записати

$$\begin{aligned} T_{\text{заг}} &= t_{\text{НТОБ}} + t_{\text{ТОБ}} + t_{\text{очищ}} = \\ &= \frac{S}{n \cdot S_0} + t_{\text{НТОБ}_1} + \frac{S_{\text{ТО}}}{n \cdot S_{\text{ТОБ}_1}} + t_{\text{ТОБ}_1} + \frac{S_{\text{очищ}}}{p \cdot S_{\text{ВВП}_0}} + t_{\text{очищ}_1}. \end{aligned} \quad (15)$$

Ураховуючи вирази (4), (9) та (13), загальна кількість особового складу $L_{\text{заг}}$, яка буде задіяна для вирішення даної проблеми, складатиме

$$\begin{aligned} L_{\text{заг}} &= L_{\text{НТОБ}} + L_{\text{ТОБ}} + L_{\text{очищ}} = \\ &= 1,05 \cdot \left(n \cdot \sum_{i=1}^m l_{\text{НТОБ}_i} + v \cdot \sum_{i=1}^k l_{\text{ТОБ}_i} + p \cdot \sum_{j=1}^r l_{\text{очищ}_j} \right). \end{aligned} \quad (16)$$

Загальна кількість засобів технічного оснащення для виконання робіт $B_{\text{заг}}$ під час вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності на територіях, де можуть бути ВВП, враховуючи вирази (6), (10) та (14), складатиме

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}} &= B_{\text{НТОБ}} + B_{\text{ТОБ}} + B_{\text{очищ}} = \\ &= 1,05 \cdot \left(n \cdot \sum_{i=1}^k b_{\text{НТОБ}_i} + v \cdot \sum_{i=1}^w b_{\text{ТОБ}_i} + p \cdot \sum_{\lambda=1}^g b_{\text{очищ}_\lambda} \right). \end{aligned} \quad (17)$$

Керуючий алгоритм реалізації методики подано на рис. 2. Він складається з вісімнадцяти блоків, розміщених на шести ієрархічних рівнях.

Перший рівень складають: блок збирання та обробки інформації про територію, які підлягають обстеженню на наявність ВВП; блок збирання та обробки інформації про укомплектованість розвідувальних груп і піротехнічних підрозділів озброєнням і технікою, наявність засобів технічного оснащення; блок збирання інформації про кількість розвідувальних груп, піротехнічних підрозділів та укомплектованість спеціалістами.

На другому рівні розміщені: блок аналізу інформації про площі території для обстеження на наявність ВВП; блок аналізу інформації про укомплектованість розвідувальних груп, піротехнічних підрозділів озброєнням і технікою, наявність засобів технічного оснащення; блок аналізу інформації про кількість розвідувальних груп, піротехнічних підрозділів та укомплектованість спеціалістами.

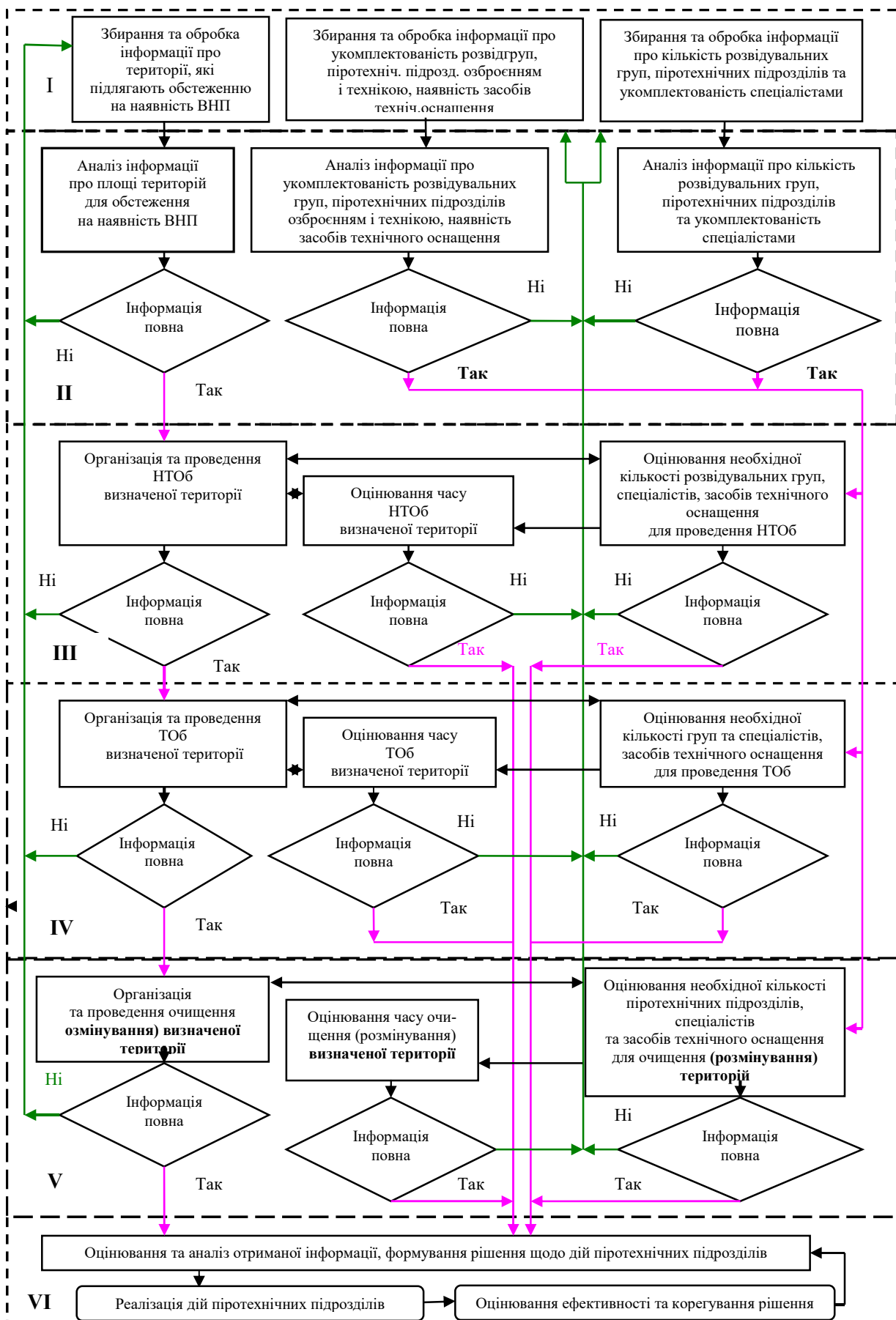


Рисунок 2 – Керуючий алгоритм реалізації методики

На третьому рівні розміщені: блок організації та проведення НТО₆ визначеної території; блок оцінювання часу НТО₆ визначеної території; блок оцінювання необхідної кількості розвідувальних груп, спеціалістів, засобів технічного оснащення для проведення НТО₆.

На четвертому рівні розміщені: блок організації та проведення ТО₆ визначеної території; блок оцінювання часу ТО₆ визначеної території; блок оцінювання необхідної кількості груп та спеціалістів, засобів оснащення для проведення ТО₆.

На п'ятому рівні розміщені: блок організації та проведення очищення (розмінування) визначеної території; блок оцінювання часу очищення (розмінування) визначеної території; блок оцінювання необхідної кількості піротехнічних підрозділів, спеціалістів та засобів оснащення для очищення (розмінування) території.

Шостий рівень складають: блок оцінювання та аналізу отриманої інформації, формування рішення щодо дій піротехнічних підрозділів; блок реалізації дій піротехнічних підрозділів та блок оцінювання ефективності і корегування рішень.

У разі необхідності запропонований математичний апарат дозволяє вирішувати і обернену задачу – оцінити необхідну загальну кількість особового складу та необхідну загальну кількість засобів технічного оснащення для виконання робіт у відведений для цього термін.

Таким чином, у результаті проведених досліджень розроблена методика розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій та запропонований її керуючий алгоритм.

Висновки

Розроблено методику розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій. Методика дозволяє оцінити загальний термін вирішення цієї проблеми, загальну кількість особового складу та загальну кількість засобів технічного оснащення для виконання робіт. За необхідності запропонований математичний апарат дозволяє вирішувати і обернену задачу.

Розроблено керуючий алгоритм, який реалізує методику розрахунку необхідної кількості спеціалістів та засобів технічного оснащення для проведення гуманітарного розмінування небезпечних територій, він включає вісімнадцять блоків, які розміщені на шести ієрархічних рівнях і зв'язані прямими та зворотними зв'язками.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію організаційно-штатної структури піротехнічних підрозділів з урахуванням досвіду вирішення подібних проблем іншими країнами.

Перелік джерел посилання

1. Тенденції та перспективи розвитку зброї, заснованої на нетрадиційних принципах дії / О. В. Горішна та ін. *Військово-технічний збірник. Захист ОБТ від засобів виявлення та ураження*. Львів, 2016. № 15. С. 69–75. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.15.2016.69-75>.

2. Леонов В. В., Наливайко А. Д., Поляев А. І. Нові технології, нові системи озброєння, новий характер війн. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського*. Київ, 2016, № 1 (56). С. 119–125. DOI: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2016-1-56/119-125>.

3. Іванець М. Г., Гордієнко А. М., Горелишев С. А. Аналіз джерел надзвичайних ситуацій воєнного характеру та їх наслідків. *Честь і закон*. 2023. № 1 (84). С. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.33405/2078-7480/2023/1/84/276810>.

4. Майже половина території України потребує гуманітарного розмінування. URL: <https://www.the-village.com.ua>city>.

5. Сучасні задачі та проблеми протимінної діяльності в Україні / Г. Ю. Москальов та ін. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика* : зб. наук. пр. УкрДУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2018. Вип. 14. С. 22–28. DOI: [10.15802/bttrp2019/152860](https://doi.org/10.15802/bttrp2019/152860).

6. Закіров С. Закон «Про протимінну діяльність» як шанс для України вийти з кола самих «замінованих» держав світу. *Громадська думка про правотворення*. 2018. № 20–21 (164–165). С. 3–13.

7. Закон України про внесення змін до Закону України «Про протимінну діяльність в Україні» від 17.09.2020 р. № 911-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>.

8. Доповідь «Land mine Monitor 2019». Мюнхенська міжнародна неурядова організація Handicap International.

9. Гаваза А. Світовий досвід формування культури безпеки протимінної діяльності та можливість імплементації його в Україні. *Науковий вісник: Державне управління*. 2021. № 1 (7). С. 40–65.

10. Tan Allen D. Addressing Underwater Ordnance Stockpiles in Cambodia. *The Journal of ERW and Mine Action*. 2013 Vol. 17: Iss. 2, Article 12.

11. Skilling Louise and Zapasnik Marysia. Addressing the Explosive Hazard Threat in Northern Syria: Risk Education on Landmines, UXO, Booby Traps, and IEDs. *Journal of Conventional Weapons Destruction*. 2017. Vol. 21: Iss. 2, Article 14.

12. Воробич Б. О. Шляхи вирішення проблемних питань розмінування території України. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. Київ, 2020. № 2 (69). С. 143–149.

13. Ганенко С. О. Проблемні питання реалізації заходів протимінної діяльності України під час ведення бойових дій. *Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація*. 2020. Т. 4. № 1. С. 25–30.

14 Rationale for Creating Detonation CO₂ Laser for Radioactive Surface Decontamination / A Galak et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 3. No. 5 (99). URL:<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.16258>.

15. До питання оцінювання рівня мінної небезпеки / Коцюра В. І., Черних І. В., Малюга В. Г., Місюра О. М. *Системи озброєння і військова техніка*. 2019. № 3 (59). С. 93–98. URL:<https://doi.org/10.30748/soivt.2019.59.12>.

16. Горбулін В. П. Світова глобальна проблема розмінування: український вектор. *Вісник НАН України*. 2022. № 2. С. 4–13. URL:<https://doi.org/10.15407/visn2022.02.003>.

17. Толкунов І. О. Гуманітарне розмінування на території України як елемент національної безпеки держави. *Службово-бойова діяльність сил сектору безпеки держави: сучасний стан, проблеми та перспективи* : зб. тез II Всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Харків, 27 жовт. 2020 р. Харків, 2020. С. 32, 33.

Стаття надійшла до редакції 25.02.2023 р.

UDC 614.8

M. Ivanets, S. Horelyshev, A. Artykula

METHOD OF CALCULATING THE NECESSARY NUMBER OF SPECIALISTS FOR CARRYING OUT HUMANITARIAN DEMINING OF DANGEROUS TERRITORIES OF UKRAINE

One of the greatest and most terrible calamities for humanity throughout history has always been war. It is accompanied by significant material and human losses, contributes to the spread of other disasters, slows down the development of mankind and generally raises serious questions about the possibility of further survival of people on planet Earth. Every year, the power of weapons becomes more powerful, and the consequences of their use are more and more terrible. As a result of Russia's armed aggression and the terrorist nature of hostilities, a large number of explosive objects remained on the territory of Ukraine, which for one reason or another did not explode. This creates real serious threats to the normal life of the population.

In the post-war period, an urgent problem will be a complete survey of dangerous areas and infrastructure facilities for the presence of explosive objects, detection, neutralization and their destruction. The implementation of a set of measures for humanitarian demining requires clear planning and organization of all works for the disposal and destruction of unexploded ordnance.

At the same time, a well-founded approach to technical support, training of relevant specialists of various types, time calculations of work deadlines is necessary. The article has developed a methodology for calculating the required number of specialists and technical equipment for humanitarian demining dangerous territories of Ukraine, which allows to estimate the general term of solving this problem, the number of personnel and technical equipment to perform the necessary work. If necessary, the proposed mathematical apparatus allows solving the inverse problem as well: based on a specific deadline for solving the problem, estimate the required total number of personnel and the required total amount of technical equipment to perform the work in the allotted time.

A control algorithm for the implementation of this technique is proposed, which includes 18 blocks placed on 6 hierarchical levels and connected by direct and feedback links. This makes it possible to implement the developed methodology in the real conditions of the performance of the assigned tasks.

Keywords : humanitarian demining, explosive object, technique, control algorithm.

Іванець Михайло Григорович – кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки.

<https://orcid.org/0000-0002-3106-7633>

Горслишев Станіслав Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру службово-бойової діяльності НГУ Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0003-1689-0901>

Артикула Андрій Геннадійович – кандидат військових наук, старший науковий співробітник – старший інженер-випробувач науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки.

<https://orcid.org/0000-0001-9535-5442>