

В.А. Ляшенко<sup>1</sup>, В.І. Кривцун<sup>2</sup>, В.О. Кузнецов<sup>1</sup>, О.В. Агеєв<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

<sup>2</sup>Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

## ЧАСТКОВА МЕТОДИКА ПОРІВНЯЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ТЕХНІЧНОЇ ДОСКОНАЛОСТІ ЗРАЗКІВ ЗАСОБІВ (КОМПЛЕКСІВ) РОЗМІНУВАННЯ

З початком агресії російської федерації проти України в 2014 році територія нашої країни стала набувати лідера серед замінованих країн світу. Ситуація погіршилась з початком повномасштабного вторгнення російської федерації в лютому 2022 року, і на сьогоднішній день Україна стала найбільш забрудненою вибухонебезпечними предметами країною світу. Противник ігноруючи вимоги міжнародних договорів та конвенцій про заборону використання певних видів мінної зброї використовує весь наявний в них спектр інженерних боєприпасів. Окрім мінної зброї велику небезпеку становлять боєприпаси, які не розірвалися. Крім того, під час ведення бойових дій одними із самих складних завдань підтримки військ є розвідка місцевості на наявність вибухонебезпечних предметів, розмінування місцевості та пророблення проходів в мінних полях противника під час наступу. Для виконання цих завдань в організаційно-штатній структурі інженерних військ передбачені відповідні підрозділи, які оснащені як технікою, так і ручними комплектами розвідки та розмінування. Проте, досвід застосування інженерних підрозділів Сил Оборони показує, що зазначена техніка та комплекти розвідки та розмінування на сьогоднішній день застарілі, мають низьку ефективність та не відповідають вимогам щодо виконання подібного роду завдань. При цьому, через застарілість та незадовільний стан засобів розвідки і механізації пророблення проходів в мінно-вибухових загородженнях, ручний спосіб залишається основним. Цей спосіб є вкрай небезпечним та призводить до втрат особового складу.

З метою усунення (послаблення) зазначених проблемних питань ведуться дослідження з розробки сучасних перспективних комплексів розмінування, як ручних, так і дистанційно-керованих. Але під час досліджень виникає питання щодо їх оцінки за рівнем технічної досконалості та ефективності.

В статті запропоновано один з варіантів часткової методики порівняльного оцінювання рівня технічної досконалості зразків засобів (комплексів) розмінування з використанням методів імітаційного моделювання та прогресуючого еталону. Оцінювання ступеня відповідності варіантів альтернатив комплексів розмінування проводять порівнюванням з еталоном, на який відсутній державний стандарт та загальні вимоги чи кількісні показники. Визначення відповідності вимогам полягає у порівнянні комплексного показника альтернатив комплексом розмінування, що оцінюється, з комплексним базовим показником.

**Ключові слова:** бойові дії; вибухонебезпечні предмети; розмінування; імітаційне моделювання, комплекс розмінування, технічна досконалість.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Досвід ведення бойових дій у війнах та конфліктах сучасності, зокрема війни російської федерації (рф) проти України, показує широке використання мінно-вибухових загороджень (МВЗ). При цьому втрати противника на МВЗ можуть складати до 13 % від загальних втрат озброєння і військової техніки, а також особового складу. Вміле використання МВЗ може знизити темп наступу противника або взагалі зупинити його [1–3]. Проте, в ході наступальних (контрнступальних) дій наших підрозділів одним з найбільш складних завдань є розвідка місцевості на наявність вибухонебезпечних предметів (ВНП) та пророблення проходів в мінних полях.

Також необхідно зазначити, що через широкомасштабне вторгнення рф в Україну на

сьогоднішній день встановлено сотні кілометрів мінних полів, тисячі груп та поодиноких мін, а також саморобних вибухових пристроїв, знаходяться на поверхні (в глибині) землі сотні тисяч боєприпасів, які не розірвалися. Війна рф проти України призвела до того, що наша держава виявилася однією з найбільш забруднених країн світу вибухонебезпечними предметами. Станом на грудень 2022 року в Україні так зване “мінне забруднення” охоплювало близько 170 тисяч квадратних кілометрів – біля 30–40% загальної території країни, що не порівняти навіть з Сирією та Афганістаном, тобто більше чверті території країни [4]. Після закінчення бойових дій знадобиться десятки років для очищення території від вибухонебезпечних предметів, колосальні витрати коштів та ресурсу для проведення гуманітарного розмінування. Враховуючи, що війна

продовжується, площа замінованих ділянок щодня збільшується.

В цих умовах дуже гостро постало питання виконання як бойових завдань з розвідки місцевості та пророблення проходів в мінних полях, так і суцільного (гуманітарного) розмінування місцевості після звільнення від противника.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Аналіз виконання завдань з розвідки місцевості на наявність ВНП, пророблення проходів в мінних полях, суцільного розмінування у воєнних конфліктах сучасності, миротворчих операціях та у війні РФ проти України показує, що на сучасному етапі інтенсивність застосування мінної зброї суттєво перевищують темпи розвідки та розмінування. Виконання зазначених завдань під час ведення бойових дій покладено на інженерні підрозділи ЗС України, які мають на своєму оснащенні як механізовані (коткові та колійні мінні тралі, установки розмінування), так і ручні засоби ведення розвідки на наявність вибухонебезпечних предметів, пророблення проходів в мінних полях та розмінування (КР-И, КР-О). Окрім інженерних підрозділів, комплектами розмінування КР-О оснащені і загальновійськові підрозділи для самостійного виходу із замінованих ділянок. Проте, досвід застосування таких засобів показав їх моральну і фізичну застарілість (за винятком одиничних зразків) та невідповідність вимогам до виконання цих завдань. Через застарілість засобів механізації розмінування ручний спосіб залишається основним, що становить велику небезпеку саперам (операторам розмінування). Тільки станом на кінець 2020 року було зафіксовано 1190 інцидентів з ВНП, що призвело до чисельних втрат серед мирного населення та військовослужбовців [4]. Так, в рамках допомоги наших західних партнерів в питанні розмінування території України нам надають окремі зразки техніки та оснащення, але вони носять обмежений характер та в основному стосуються ручних засобів розвідки місцевості на предмет ВНП та розмінування [5].

З метою виправлення такої ситуації ведуться розробки вітчизняних перспективних засобів розвідки та розмінування (комплектів, комплексів розмінування, мінних тралів, установок розмінування, дистанційно-керованих засобів та комплексів розмінування тощо) і розглядаються можливості закупки іноземних зразків. Але під час обґрунтування прийняття на озброєння таких засобів виникає питання оцінки (сертифікації) рівня їх технічної досконалості. Враховуючи досить велику номенклатуру іноземних засобів розмінування, які виробляються у промислових масштабах, оцінка рівня технічної досконалості

вітчизняних перспективних розробок потребує великої уваги з метою порівняння показників, які у найбільшій мірі характеризують тип засобів, що розглядається, та дають змогу визначити комплексні показники якості, які враховують усі сучасні існуючі властивості.

Аналіз робіт [6–15], які присвячені вирішенню питання оцінки (сертифікації) рівня технічної досконалості об'єктів, зокрема і перспективних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), а також іноземних зразків, які плануються до закупки, показує, що в них достатньо повно обґрунтовано шляхи вирішення зазначеної проблеми.

В цих роботах розглядаються такі відомі методи як порівняльного аналізу, експертних оцінок, прогресуючого еталону, вагових коефіцієнтів, аналізу ієрархій, “ZIS-Erfolgsspinne” (“Павук-ЩС”) тощо. Основною ідеєю визначення рівня технічної досконалості зразка ОВТ під час застосування цих методів є визначення його коефіцієнта рівня технічної досконалості по співвідношенню до базового (еталонного) зразка (декількох зразків).

Разом з перевагами, застосування наведених методів мають і свої недоліки. Так, метод експертних оцінок передбачає опитування експертів, що тягне за собою в багатьох випадках суб'єктивність та неточність обрахування коефіцієнтів вагомості; обрахування за методом “ZIS-Erfolgsspinne” має велику трудомісткість – необхідно вимірювати площу “павутини” за допомогою планіметра, або під копірку робити їхні копії, вирізати і зважувати на аналітичних терезах, що значно ускладнює процес визначення комплексного показника технічної досконалості однотипних зразків ОВТ. Таким чином, окремі часткові питання цього процесу вирішені не в повному обсязі та потребують подальшого удосконалення.

В матеріалах робіт [9–13] наведені результати теоретичних досліджень щодо визначення рівня технічної досконалості різних видів ОВТ, таких як авіаційні боеприпаси, літальні апарати, броньовані автомобілі, броньовані ремонтно-евакуаційні машини. В роботі [8] наведено комплексну методику порівняльної оцінки зразків ОВТ за критерієм “технічна досконалість-вартість-ресурс”, в якій як складова оцінюється коефіцієнт технічної досконалості зразка ОВТ. В цих роботах в основному наведено порівняння ОВТ, яке знаходиться на озброєнні ЗС України з іноземними аналогами. В роботі [13] запропоновано спрощений варіант оцінювання рівня технічної досконалості ОВТ. Але враховуючи те, що через відсутність власного виробництва засобів (комплексів) розмінування (особливо дистанційно-керованих, які

є відносно новими видами озброєння), проводиться ряд досліджень з їх розробки, виникла потреба в обґрунтуванні способу оцінки рівня технічної досконалості таких перспективних зразків.

**Метою статті є** розгляд методичного підходу на основі проведення порівняльного оцінювання засобів (комплексів) розмінування (ЗКР) в умовах відсутності на них державного стандарту та загальних вимог (кількісних показників), основою якого є метод прогресуючого еталону.

## Виклад основного матеріалу

Обґрунтування вимог до параметрів перспективних ЗКР пропонується здійснити на основі порівняльного оцінювання рівня технічної досконалості їх альтернатив, особливо закордонних. Сутність такого оцінювання полягає у встановленні рейтингу за рівнем технічної досконалості ЗКР відповідно класифікації (однотипних зразків). Під час проведення аналізу показників ЗКР головним чином розглядають найважливіші варіанти, які визначають основний обрис ЗКР і найбільшим чином впливають на їх технічні характеристики.

Основною метою методики порівняльного оцінювання однотипних варіантів альтернатив ЗКР та визначення перспектив їх розвитку є порівняння показників, які у найбільшій мірі характеризують тип засобів, що розглядається, оцінити відповідність існуючої системи вимогам технічних умов та державних стандартів, а також визначити комплексні показники якості, які враховують усі існуючі властивості, що дає змогу порівняти вітчизняні й зарубіжні варіанти альтернатив ЗКР.

В основу проведення порівняння варіантів альтернатив ЗКР пропонується застосовувати метод прогресуючого еталону. Вибір цього методу обумовлений тим, що розробка ЗКР, особливо дистанційно-керованих, почалась відносно недавно і на сьогоднішній день в Україні немає жодного прийнятого на озброєння зразка та затверджених вимог до них, хоча існує значна кількість закордонних зразків, які надходять до нас в якості допомоги в обмеженій кількості.

Оцінювання ступеня відповідності варіантів альтернатив ЗКР проводять порівнюванням з еталонном, на який відсутній державний стандарт та загальні вимоги чи кількісні показники. Визначення відповідності вимогам полягає у порівнянні комплексного показника альтернатив ЗКР, що оцінюється, з комплексним базовим показником.

В якості вихідних даних для проведення розрахунків обираються характеристики варіантів альтернатив ЗКР, що порівнюються. В якості даних перспективних ЗКР розробок, які ведуться, обираються обґрунтовані характеристики ЗКР відповідно до умов бойового застосування

підрозділів інженерних військ ЗС України.

Доцільно зауважити, що природним розвитком теорії функціональної ефективності військ є математичне моделювання бойових дій. При цьому особливого значення набуває не тільки бойова ефективність озброєння, але і бойові можливості підрозділів, співвідношення сторін, втрат та інші показники.

Зростання складності формалізації процесу бойового застосування системи розмінування обумовлено змінами умов ведення збройної боротьби та новими вимогами, які висувуються до новітніх зразків ЗКР. При цьому складність полягає у необхідності побудови моделей функціонування не тільки окремих зразків ЗКР, а моделей інформаційно взаємодіючих, різнотипних (бойових, забезпечуючих, засобів (комплексів) розмінування, що діють у складі бойових груп, інтеграції цих моделей в одне інформаційно-моделююче середовище (систему моделювання). З метою дослідження взаємодії ЗКР на різних рівнях ієрархії побудови військ та отримання необхідних характеристик комплексів розмінування для гарантованого виконання поставлених завдань, доцільно обрати середовище JCATS [16].

В імітаційній системі JCATS реалізована об'єктно-орієнтована архітектура моделей, яка забезпечує модульність та достатню гнучкість. Це дозволяє спростити процеси створення різних за складністю комплексів моделей типових бойових ситуацій з моделей функціонування окремих об'єктів (окремого солдата, вогневого засобу, підрозділу угруповання військ, засобів мінування та розмінування тощо).

Адекватність імітаційної системи JCATS підтверджується успішним її використанням під час бойових дій в Югославії, Сомалі, Іраку та позитивними результатами проведених перевірок. Ця система широко використовується для моделювання бойових дій в 23 країнах, в тому числі країнах-членах НАТО [16]. Також імітаційна система JCATS успішно використовується для підготовки підрозділів ЗС України.

Отже, після отримання характеристик перспективних ЗКР, в результаті імітаційного моделювання за допомогою системи JCATS, наступним кроком є порівняльне оцінювання з еталонним (декількома) ЗКР.

Для проведення порівняльного оцінювання пропонується наступна послідовність прийняття рішення та розрахунків.

На першому етапі обирають вибірку варіантів альтернатив ЗКР, яку за функціональними ознаками необхідно розбити на однотипні варіанти альтернатив ЗКР (подальші процедури проводять тільки між однотипними варіантами).

Для обраних варіантів альтернатив ЗКР встановлюють повний перелік характеристик, які відображають їх властивості, та узагальнюють чисельні значення  $\{A_{ij}\}$  – характеристики для кожного варіанту.

В подальшому оцінюють пріоритетність  $j$ -ї характеристики (параметру) методом ранжирування – встановлення значущості технічних характеристик ЗКР на підставі їх упорядкування.

Для цього проводять опитування групи із  $K$  експертів. Кожен  $k$ -й експерт визначає набір чисел  $C_{ik}$ ,  $j = \overline{1, J}$ , які відображають його погляд про пріоритетність технічних характеристик ЗКР. Кожен експерт має розташовувати технічні характеристики у порядку їх значимості (важливості) і приписати кожному із них числа натурального ряду: 1, 2, 3 тощо. Ранг показника визначають його номером, якщо на його місці у ряду відсутні будь-які інші. Коли на одному місці маємо декілька показників, що не розрізняються (мають зв'язані ранги), то ранг кожного з них дорівнює середньоарифметичному їх нових номерів. При цьому кількість рангів показників дорівнює  $N$  [12; 17].

Під час визначення коефіцієнтів  $C_{ik}$  приймається, що між рангом і важливістю характеристики варіанту альтернативи ЗКР існує лінійна залежність. Тоді визначення коефіцієнтів  $C_{ik}$  здійснюють за формулою

$$C_{jk} = 1 - \frac{r_{jk}^{-1}}{N},$$

де  $r_{jk}$  – ранг відповідного  $j$ -ї характеристики варіанту альтернативи ЗКР за думкою  $k$ -го експерта.

Після цього значення  $C_{jk}$  нормуються

$$\beta_{ij} = \frac{C_{jk}}{\sum_{j=1}^J C_{ik}}; \sum_{j=1}^J \beta_{jk} = 1.$$

Остаточне значення коефіцієнтів важливості  $\beta_j$  обчислюють усередненням значень  $\beta_{jk}$ , які надходять від усіх експертів. Коли компетентність експертів у групі вважається однаковою

$$\beta_j = \frac{1}{K} \cdot \sum_{k=1}^K \beta_{jk}; k = \overline{1, K}.$$

З метою обрахунку імовірності результатів експертного оцінювання, яка характеризується ступенем узгодженості оцінок, які надають експерти, використовують коефіцієнт конкордації ( $W$ ), який визначають за наступними виразами:

$$W = \frac{12B}{K^2 \cdot (R^3 - R) - K \cdot \sum_{k=1}^{GK} T_k}; k = \overline{1, K},$$

$$B = \sum_{l=1}^R \left( \sum_{k=1}^K r_{lk} - \frac{1}{R} \sum_{l=1}^R \sum_{k=1}^K r_{lk} \right); l = \overline{1, R},$$

$$T_k = \sum_{\varphi=1}^{H_k} (h_{\varphi k}^3 - h_{\varphi k}),$$

де  $T_k$  – показник зв'язаних рангів у  $k$ -му ранжируванні. Коли ранги, які збігаються (зв'язні), відсутні,  $T_k = 0$ ;

$H_k$  – кількість груп рівних рангів у  $k$ -му ранжируванні,

$h_{\varphi k}$  – кількість рівних рангів у  $\varphi$ -й групі ранжирування зв'язаних рангів під час ранжирування  $k$ -м експертом.

Значення коефіцієнта конкордації перебуває у межах  $0 < W < 1$ . При цьому  $W = 0$  означає повну протилежність, а  $W=1$  – повне збігання ранжирувань. Узгодженість вважається доброю, коли  $W = 0,4 - 0,7$  [18].

Якщо характеристики за важливістю вважаються рівними між собою, то показник пріоритетності кожної із них визначають співвідношенням типу  $1/J$ , де  $J$  – загальна кількість характеристик оцінюваних варіантів альтернатив ЗКР.

Для кожної характеристики встановлюють критеріальне правило, за яким з усієї вибірки покровоно обирають найкращий (умовно-еталонний) зразок ЗКР:

$$A_{ej} = \max A_{ij}, i = \overline{1, \dots, N} \text{ або } A_{ej} = \min A_{ij}, i = \overline{1, \dots, N},$$

де  $A_{ij}$  – абсолютне значення  $j$ -ї властивості  $i$ -го зразка, що порівнюється;

$A_{ej}$  – абсолютне значення цієї властивості у еталона (базового).

Визначають відносні персональні показники кожного варіанту альтернативи ЗКР для кожної характеристики, які для властивостей “більше-краще”

$$q_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_{ej}},$$

а для властивостей “більше-гірше”

$$q_{ij} = \frac{A_{ej}}{A_{ij}}.$$

Для властивостей, які виражаються у вигляді “є” чи “немає”

$$q_{ij} = \begin{cases} 1, A_{ij} - \epsilon, \\ 0, A_{ij} - \text{немає}. \end{cases}$$

Для будь-яких властивостей  $q_{ij}=1$ , якщо  $A_{1j}=A_{2j}=\dots=A_{nj} = A_{ej} \neq 0$ .

Середньозважений комплексний показник переваги  $i$ -го варіанту ЗКР, який визначають за формулою:

$$Q_i = \sum_{j=1}^J \beta_j q_{ij} ,$$

де  $\beta_j$  – коефіцієнт вагомості  $j$ -ї властивості (технічної характеристики);

$q_{ij}$  – відносний одиничний показник  $j$ -ї властивості  $i$ -го варіанту альтернативи ЗКР.

Нормують одержані значення комплексного показника переваги варіантів альтернатив КР по відношенню до найбільшого значення

$$K_j = \frac{Q_j}{\max Q_j} .$$

Встановлюють ранги кожного варіанту альтернативи ЗКР за рівнем якості. Роблять висновок про пріоритетність оцінюваних ЗКР. Визначаються переваги та вимоги до характеристик, які потребують поліпшення для існуючих на озброєнні ЗКР.

Отже, під час дослідження запропоновано методичний підхід щодо визначення рівня технічної досконалості засобів (комплексів) розмінування з використання імітаційного моделювання та проведення порівняльного оцінювання засобів (комплексів) розмінування (ЗКР) в умовах відсутності на них державного стандарту та загальних вимог (кількісних показників). Часткова методика порівняльного оцінювання альтернатив

ЗКР містить ймовірнісний показник та критерії і комплексно враховує організаційно-технічні вимоги та пріоритетність часткових показників, що дозволяє вирішити багатокритеріальну задачу вибору на множині цілей.

## Висновки

Таким чином, можна зазначити, що на сьогоднішній день в умовах пошуку шляхів підвищення ефективності та безпеки процесів розвідки місцевості на наявність вибухонебезпечних предметів та розмінування ведуться розробки вітчизняних перспективних засобів (комплексів) розмінування та паралельно оснащення підрозділів закордонними зразками. Але в умовах обмежених економічно-фінансових можливостей держави гостро постало питання щодо обрання кращих зразків з точки зору “технічна досконалість-вартість-ресурс”.

В роботі на основі проведеного аналізу існуючих підходів порівняльного оцінювання зразків ОВТ для оцінки рівня технічної досконалості ЗКР, на які відсутні державні стандарти та загальні вимоги (кількісні показники), запропоновано використати методичний підхід з використання методів імітаційного моделювання та прогресуючого еталону.

В подальшому, враховуючи фінансові-економічні можливості держави, для оцінки можливості прийняття на озброєння ЗКР доцільно провести порівняння зразків (комплексів) розмінування за критеріями “технічна досконалість-вартість-ресурс” для отримання узагальненого показника.

## Список літератури

1. Мінні та протимінні операції за стандартами (процедурами) НАТО: навчально-методичний посібник / колектив авторів. К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2018. 388 с.
2. Про затвердження Настанови з улаштування інженерних загороджень, їх маркування, облік та звітність: Наказ Командувача Сил підтримки Збройних Сил України від 12.10.2020 № 68.
3. Куртсеїтов Т. Л., Мосов С. П., Трембовецький М. П., Ясько В. А. Мінна зброя у фокусі сучасних війн і збройних конфліктів. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. Київ, 2020. № 2(69). С. 116–121. <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-2-69/116-121>.
4. Україна є найбільш замінованою країною у світі – Sky News. URL: <https://www.unian.ua/war/ukrajina-ye-paybilsh-zaminovanoju-krajinoju-u-sviti-sky-news-12126051.html>.
5. Військові показали, як словацька система Bozena-5 допомагає в розмінуванні Харківщини. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3656824-vijskovi-pokazali-ak-slovacka-sistema-bozena5-dopomagaє-v-rozminuvanni-harkivsini.html>.
6. Семенов С. С., Харчев В. Н., Иоффин А. И. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. м.: Радио и связь, 2004. 532 с.
7. Буренок В. М., Погребняк Р. Н., Скотников А. П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. м: Машиностроение, 2010. 368 с.
8. Нор П. І., Бороховостов І. В. Методика комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки. *Озброєння та військова техніка*. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2016. Вип. 3(11). С. 14–19.
9. Русіло П. О., Костюк В. В., Варванець Ю. В., Калінін О. М., Шевцов М. М. Вибір рівня технічної досконалості і технічних характеристик перспективного зразка озброєння та військової техніки (на прикладі зразків броньованих ремонтно-евакуаційних машин). *Військово-технічний збірник*. Львів: НАСВ, 2017. Вип. 16. С. 48–53.

10. Мавренков О. Є., Матвійчук С. В., Улізько В. І. Удосконалена методика розрахунку коефіцієнта військово-технічного рівня літального апарату. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації*. Київ, 2022. Вип. 18(25). С 47–51. <https://doi.org/10.54858/dndia.2022-18-7>.

11. Кузьменко Р. В., Зеленюх О. М. Застосування методу прогресуючого еталона у системах із неповною інформацією. *Військово-технічний збірник*, 2015. № 13. 46–51. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.13.2015.46-51>.

12. Шишанов М. О., Коцюруба В. І., Даценко І. П., Сахно В. П., Деркач І. І. Методичний підхід щодо порівняльної оцінки матеріалів корпусів панцерних спеціалізованих автомобілів. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки і оборони*: науковий журнал. 2015. № 1(22). С. 136–139.

13. Спосіб оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння і військової техніки: пат. 65254 України: МПК G01 N27/27. № 201107506; заявл. 14.06.2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22.

14. Ван дер Варден. Математическая статистика. м.: Издательство иностранной литературы, 1960. 435 с.

15. Методика применения экспертных методов для оценки качества продукции. м.: Изд-во стандартов, 1975. 55 с.

16. Бойові броньовані машини. Концептуальні основи проектування: монографія / О. М. Куприненко. Львів: НАСВ, 2017. 198 с.

17. Коцюруба В. І., Коваль В. В., Шаповалов А. П. Методика порівняльної оцінки однотипних зразків озброєння і військової техніки оперативного (бойового) забезпечення та визначення перспектив їх розвитку. *Труди академії*: зб. наук. праць Національної академії оборони України. К.: НАОУ, 2008. № 6(86). С. 170–174.

18. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 171 с.

Надійшла до редколегії 23.02.2023

Схвалена до друку 15.03.2023

#### **Відомості про авторів:**

##### **Ляшенко Володимир Алімович**

кандидат технічних наук старший дослідник  
старший науковий співробітник  
Державного науково-дослідного інституту  
випробувань і сертифікації озброєння  
та військової техніки,  
Черкаси, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-0103-9815>

##### **Кривцун Володимир Іванович**

кандидат технічних наук  
старший науковий співробітник  
начальник кафедри Національної  
академії сухопутних військ  
ім. гетьмана Петра Сагайдачного,  
Львів, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-3907-5320>

##### **Кузнецов Владлен Олександрович**

начальник науково-технічного комплексу  
вимірювань Державного науково-дослідного  
інституту випробувань і сертифікації  
озброєння та військової техніки,  
Черкаси, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-3156-2159>

##### **Агєєв Олексій Віталійович**

ад'юнкт штатний науково-  
організаційного відділу  
Національної академії сухопутних військ  
ім. гетьмана П. Сагайдачного,  
Львів, Україна  
<https://orcid.org/0009-0007-9559-7936>

#### **Information about the authors:**

##### **Volodymyr Lyashenko**

PhD in Engineering Senior Researcher  
Senior Researcher of State Scientific  
Research Institute of Armament  
and Military Equipment  
Testing and Certification,  
Cherkasy, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-0103-9815>

##### **Volodymyr Krivtsun**

PhD in Engineering  
Senior Research  
Head of Department  
of Hetman Petro Sahaidachnyi  
National Army Academy,  
Lviv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-3907-5320>

##### **Vladlen Kuznecov**

Head of scientific and technical complex  
of measurements of State Scientific Research  
Institute of Armament and Military  
Equipment Testing and Certification,  
Cherkasy, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-3156-2159>

##### **Oleksii Aheiev**

full-time adjunct  
of the scientific and organizational department  
of Hetman Petro Sahaidachnyi  
National Army Academy,  
Lviv, Ukraine  
<https://orcid.org/0009-0007-9559-7936>

### **PARTIAL COMPARATIVE METHODOLOGY ASSESSMENT OF THE LEVEL OF TECHNICAL PERFECTION SAMPLES OF MINE CLEARING TOOLS (COMPLEXES)**

V. Lyashenko, V. Krivtsun, V. Kuznecov, O. Aheiev

*With the beginning of the aggression of the russian federation against Ukraine in 2014, the territory of our country began to become a leader among the replaced countries of the world. The situation escalated with the beginning of the full-scale invasion of the russian federation in February 2022, and today's Ukraine has become the country that is the most complicated in terms of explosive devices in the world. The enemy has been ignoring the*

requirements of international treaties and conventions regarding the prohibition of the use of certain types of mine weapons and uses the entire range of engineering ammunition available to him. One mine weapon is a major hazard from unexploded ordnance. In addition, during hostilities, one of the most difficult tasks is to provide military reconnaissance of the area for the presence of explosive objects, demining the area and passing through the changing fields of the enemy during the offensive. For the performance of these tasks, the staff structure of the engineering troops provides for appropriate units that are equipped with both equipment and hand-held reconnaissance and demining equipment. The protest and experience of the use of engineering units of the Defense Forces shows that the mentioned equipment, reconnaissance and demining are outdated, have low efficiency and do not meet the requirements for performing tasks of this type. At the same time, due to moral obsolescence and unsatisfactory state of means of exploration and mechanization, the manual method remains the main way of making passages in variable-explosive barriers. This method is extremely dangerous and contagious to the point of losing personnel.

In order to eliminate (mitigate) the mentioned problems, research is being conducted on the development of modern perspective demining complexes, both manual and remote-control. There are questions about their evaluation according to the level of technical excellence and efficiency during research.

The article offers one of the options for a partial method of comparative assessment of the level of technical perfection of samples of demining means (complexes) using methods of simulation modeling and a progressive standard. Assessment of the degree of compliance of alternatives to demining complexes is carried out by comparing them with a standard for which there is no state standard, and general requirements or quantitative indicators. Determining compliance with the requirements consists in comparing the comprehensive indicator of the evaluated alternatives of the demining complex with the comprehensive basic indicator.

**Keywords:** combat operations, explosive objects; demining; simulation modeling, demining complex, technical excellence.