

UDK 623.56

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.22.2020.61-65>

О.М. Дробан, Е.Ф. Жогальський, Б.С. Федор

*Національна академія сухопутних військ, Львів*

## ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

*В умовах оснащення підрозділів сухопутних військ сучасними зразками стрілецької зброї та модернізації існуючої постає питання щодо пошуку способів визначення кількісної оцінки її ефективності. У роботі авторами пропонується розроблена методика визначення узагальненого показника ефективності стрілецької зброї на основі часткових показників ефективності, за рахунок яких зразки зброї оцінюються як по тактико-технічних характеристиках, властивостях боєприпасу, так і по ефективності стрільби та надійності, що дає можливість визначити мінімально допустимий та максимально досяжний на даний час рівень показника ефективності зразка стрілецької зброї, яка розробляється або модернізується. Показаний порядок їх розрахунку з використанням різних, вже відомих методик та представлений алгоритм визначення узагальненого показника ефективності.*

**Ключові слова:** ймовірність ураження, показники ефективності, методика оцінки.

### Постановка проблеми

На даний час відомі численні теоретичні та експериментально-теоретичні методики визначення ефективності стрілецької зброї, які використовують різноманітні підходи до оцінки існуючих зразків озброєння з метою визначення тактико-технічних вимог до перспективних. Але в основному дані методики не дають кількісної оцінки показника ефективності досліджуваних зразків зброї.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню цього питання присвячені численні наукові роботи. Теоретичні дослідження пов'язані з авторами Благодіровим А.А., Шерешевським М.С., Дмитрієвським А.А., Лапідським С.В., Гурновичем А.В. та багатьма іншими. У цих роботах детально розкривається порядок визначення ймовірності влучення в ціль, середньої витрати боєприпасів та часу для виконання вогневого завдання, показників ефективності на основі тактико-технічних характеристик зразків зброї. Але існує необхідність у пошуку способів визначення узагальненого показника ефективності стрілецької зброї з використанням як тактико-технічних характеристик зброї, так і показників ефективності стрільби та надійності.

### Формулювання мети статті

**Мета статті** – розробка методики визначення узагальненого показника ефективності стрілецької зброї з метою отримання кількісної оцінки ефективності існуючих зразків, визначення найбільш

оптимальних характеристик зброї та обґрунтування тактико-технічних вимог до перспективних зразків стрілецької зброї.

### Виклад основного матеріалу

З метою вирішення поставленої задачі авторами пропонується методика визначення узагальненого показника ефективності на основі часткових показників. Вхідними даними для їх обчислення можливо використовувати як тактико-технічні характеристики, показники надійності стрілецької зброї в процесі експлуатації, так і статистичні дані ефективності стрільби по різних цілях (як незахищених, так і оснащених засобами індивідуального захисту) в різноманітних умовах стрільби.

В якості часткових показників ефективності, на думку авторів, пропонуються такі, які найбільш повно розкривають характеристики зброї та дають можливість визначити мінімально допустимий та максимально досяжний на даний час рівень показника ефективності зразка стрілецької зброї, що розробляється або модернізується. До них відносяться:

- 1) конструктивні характеристики зброї;
- 2) характеристики боєприпасу;
- 3) ймовірність ураження цілі;
- 4) середній час виконання вогневого завдання;
- 5) середня витрата боєприпасів для виконання вогневого завдання.

Вхідними даними для розрахунку часткових показників ефективності стрілецької зброї передбачається використовувати наступні характеристики:

- 1) для визначення конструктивних характеристик зброї ( $K$ ):

- довжина прицільної лінії ( $L_{nl}$ );
- довжина ствола ( $L_c$ );
- довжина зброї в бойовому положенні ( $L_{\delta n}$ );
- висота зброї в бойовому положенні ( $H_{\delta n}$ );
- вага зі спорядженим магазином ( $m_{max}$ );
- вага з магазином без патронів ( $m_{min}$ ).

2) для визначення характеристик боєприпасу ( $R$ ):

- калібр кулі ( $d$ );
  - вага кулі ( $m_k$ );
  - початкова швидкість кулі ( $V_0$ );
  - дульна енергія кулі ( $E_d$ );
  - вага патрона ( $m_n$ ).
- 3) для обрахунку ймовірності ураження цілі ( $P_{up}$ ):
- сумарні середні відхилення по висоті та бічному напрямку ( $B_{\sigma}, B_{\delta}$ );
  - серцевинні смуги по висоті та бічному напрямку ( $C_{\sigma}, C_{\delta}$ );
  - половина висоти та ширини цілі ( $a, b$ );
  - коефіцієнт фігурності ( $k_{\phi}$ );
  - коефіцієнт незахищеності ( $k_{nz}$ ).

4) для визначення середнього часу виконання вогневого завдання ( $T$ ):

- середній час наведення зброї ( $t_{нав}$ );
- середній час прицілювання ( $t_{пр}$ );
- місткість магазину ( $F$ );
- темп стрільби ( $N_c$ );
- середній час перезаряджання зброї ( $t_{зар}$ );
- ймовірність виникнення затримки ( $q_3$ );
- середній час усунення затримки ( $t_{уз}$ );
- довжина черги ( $n$ );
- кількість черг ( $s$ ).

5) для обрахунку середньої витрати боєприпасів на виконання вогневого завдання ( $N$ ):

- математичне очікування числа влучень ( $a_n$ );
- ймовірність ураження цілі ( $P_{yp}$ ).

З метою визначення часткових показників конструктивних характеристик зброї  $K$  та характеристик боєприпасу  $R$  пропонуємо скористатися методикою, описаною в [3, 4], для чого необхідне проведення експертного опитування, на основі якого визначаються рейтинги характеристик кожного часткового показника та розраховуються вагові коефіцієнти  $a_j$  характеристик за виразом:

$$a_j = \frac{2(M-j+1)}{M(M+1)}, \quad (1)$$

де  $j = 1 \dots M$  – порядковий номер характеристики в рейтингу, визначеному за результатами опитування експертів ( $\sum a_j = 1$ ).

Надалі, при порівнянні характеристик декількох однотипних зразків стрілецької зброї, необхідне здійснення нормування значень характеристик зразків  $S_{ij}$  ( $i$  – порядковий номер зразка) в інтервалі 0-1 використовуючи вирази:

$$K_{ij}, R_{ij} = \frac{(S_{ij} - S_{\min})}{S_{\max} - S_{\min}}, \quad (2)$$

$$\text{або } K_{ij}, R_{ij} = \frac{(S_{\max} - S_{ij})}{S_{\max} - S_{\min}}, \quad (3)$$

Дані вирази застосовуються в залежності від того, яке значення характеристики переважає – більше або менше відповідно.  $S_{\max}$  та  $S_{\min}$  – максимальне та мінімальне значення характеристики зразків, що розглядаються.

В подальшому часткові показники  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$  вираховуються за виразом:

$$\Pi_1 = \sum_1^M a_j K_{ij}, \Pi_2 = \sum_1^M a_j R_{ij} \quad (4)$$

Для знаходження ймовірності ураження цілі  $P_{up}$  пропонуємо використовувати методику, описану в [1, 2, 5-7]. При цьому ймовірність влучення в прямокутник, описаний навколо цілі  $P$ , визначаємо за наступними виразами:

$$P = 0,50 \cdot \frac{S_y}{C_{\sigma} \cdot C_{\delta}}, \quad (5)$$

якщо ціль за своїми розмірами дорівнює серцевині розсіювання або менше її. Для більш точного визначення ймовірності влучення в ціль, яка за своєю формою відрізняється від прямокутника пропонується використати вираз:

$$P = \hat{\Phi}\left(\frac{a}{B_{\sigma}}\right) \cdot \hat{\Phi}\left(\frac{b}{B_{\delta}}\right); \quad (6)$$

де  $\hat{\Phi}$  – приведена функція Лапласа;

$B_{\sigma}, B_{\delta}$  – сумарні середні відхилення по висоті і бічному напрямку відповідно;

$a, b$  – половина висоти та ширини цілі відповідно.

Тоді ймовірність ураження цілі  $P_{up}$  можна визначити за виразами:

$$P_{up} = \varphi(k_{\phi}, P), \quad (7)$$

за умовою стрільби по цілі, що незахищена засобами індивідуального захисту, або

$$P_{up} = \varphi(k_{nz}, P), \quad (8)$$

(якщо ціль оснащена засобами індивідуального захисту високого класу стійкості).

В даному виразі  $\varphi(k_{\phi}, P)$ ,  $\varphi(k_{nz}, P)$  – деяка функція коефіцієнтів фігурності і незахищеності та ймовірності влучення в описаний прямокутник, яка обчислена за допомогою точних численних та графічних способів і оформлена у вигляді таблиці [1].

Частковий показник ефективності  $\Pi_3$  в даному випадку пропонуємо визначити за виразом (2), у зв'язку з тим, що переважає більше значення даного показника.

Середній час виконання вогневого завдання  $T$  можна розраховувати, користуючись виразом, запропонованим в [5]:

$$T = T_1 + T_2, \tag{9}$$

де  $T_1$  – час на підготовку першого пострілу;

$$T_2 = \frac{N}{B} \text{ – час на стрільбу;}$$

$N$  – математичне очікування витрати боеприпасів;

$B$  – бойова швидкострільність зброї з урахуванням режиму вогню.

Але даний вираз не дає можливості врахувати показник надійності зброї в процесі стрільби, час на перезаряджання зброї та перенесення вогню на іншу ціль. Тому авторами пропонується визначити середній час виконання вогневого завдання, користуючись виразом, описаним в [1]:

$$T = t_{нав} + \left[ t_{np} + (n-1) \frac{60}{N_c} + t_{зар} \frac{n}{F} + t_{yz} n q_3 \right] s, \tag{10}$$

Крім того, в даному виразі також враховується ймовірність виникнення затримки в процесі стрільби та час на її усунення виразом  $t_{yz} n q_3$ .

Середню витрату боеприпасів для виконання вогневого завдання  $N$  можна визначити за виразом описаним в [2], використовуючи обраховану ймовірність ураження цілі:

$$N = \frac{a_n}{P_{yp}}; \tag{11}$$

Надалі, часткові показники  $\Pi_4$  та  $\Pi_5$  пропонується визначати, застосовуючи вираз (3), на основі того, що переважає менше значення цих показників.

З метою знаходження узагальненого показника ефективності  $\Pi_{yz}$  необхідно також проведення опитування експертів для визначення рейтингу часткових показників. Далі, застосовуючи вираз (1), розрахувати їх вагові коефіцієнти і, використовуючи вираз (4), визначити узагальнений показник ефективності:

$$\Pi_{yz} = \sum_1^M a_j \Pi_{ij}, \tag{12}$$

Розглянуту методику визначення узагальненого показника ефективності стрілецької зброї оформлено у вигляді алгоритму (рис. 1).

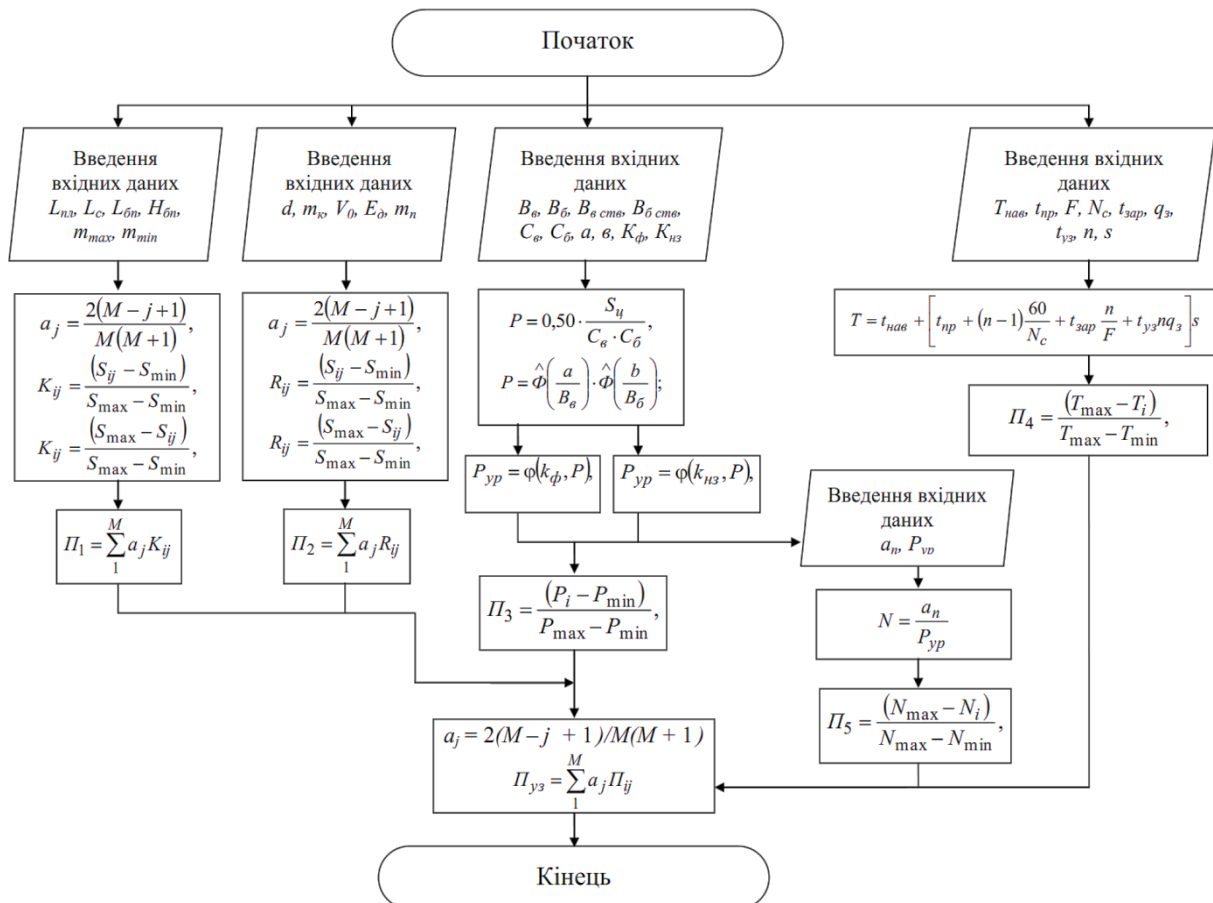


Рис. 1. Алгоритм визначення узагальненого показника ефективності

## Висновки

Запропонована методика визначення узагальненого показника ефективності стрілецької зброї дозволяє проводити всебічне порівняння існуючих зразків стрілецької зброї з використанням як їх тактико-технічних характеристик, характеристик боеприпасів, так і показників ефективності стрільби та надійності зброї в процесі застосування.

Також використання даної методики дає можливість на основі порівняння зразків стрілецької зброї визначити мінімально допустимий та максимально досяжний на даний час рівень показника ефективності зразка стрілецької зброї, що розробляється або модернізується і формувати тактико-технічні вимоги до перспективних зразків.

Проблемним питанням під час застосування даної методики є отримання статистичних даних щодо характеристик розсіювання, визначення ймовірності виникнення затримок та час на їх усунення зразків стрілецької зброї, які порівнюються, що потребує витрати значної кількості боеприпасів.

Основним завданням подальших досліджень є визначення тактико-технічних вимог до перспективних зразків стрілецької зброї на основі порівняння показників ефективності існуючих.

## Список літератури

1. Шерешевский М.С. Эффективность стрельбы из стрелкового оружия / М.С. Шерешевский, А.Н. Гонтарев, Ю.В. Минаев. – М.: ЦНИИ информации, 1979. – С. 238 – 263.
2. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия / Под ред. И.К. Вильчинский. – М.: Воениздат, 1970. – С. 106 – 114, 124 – 133, 164 – 173.
3. Сенаторов Н.В. Определение весовых коэффициентов тактико-технических характеристик образцов вооружения и военной техники / Н.В. Сенаторов, В.Н. Сенаторов, С.В. Лапицкий, А.В. Гурнович // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 2010. – Вып. 4. – С. 54 – 56.
4. Сенаторов Н.В. Сравнение образцов вооружения и военной техники по критерию «эффективность / стоимость» / Н.В. Сенаторов, В.Н. Сенаторов, А.В. Гурнович, С.В. Лапицкий // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 2011. – Вып. 1. – С. 51 – 53.
5. Биленко А.И. Оценка эффективности стрелкового оружия / А.И. Биленко, В.В. Афанасьев // Системы озброєння і військова техніка. – Харків: ХНУПС імені І. Кожедуба. – 2005. – Вып. 3-4. – С. 74 – 77.
6. Наставление по стрелковому делу / Под ред. В.М. Чайка. – М.: Воениздат, 1985. – С. 70-91, 112 – 119.
7. Жогальський Е.Ф. Спосіб врахування засобів індивідуального захисту при визначенні ефективності стрільби зі стрілецької зброї / Е.Ф. Жогальський, Б.С. Федор, Г.О. Семів, О.А. Киричук // Військово-технічний збірник. – Львів: НАСВ. – 2019. – Вып. 20. – С. 34 – 38.

### Определение обобщенного показателя эффективности стрелкового оружия

А.Н. Дробан, Э.Ф. Жогальский, Б.С. Федор

В условиях оснащения подразделений сухопутных войск современными образцами стрелкового оружия и модернизации существующей возникает вопрос по поиску способов определения количественной оценки ее эффективности. В работе авторами предлагается разработанная методика определения обобщенного показателя эффективности стрелкового оружия на основе частных показателей эффективности, за счет которых образцы оружия оцениваются как по тактико-техническим характеристикам, свойствам боеприпаса, так и по эффективности стрельбы и надежности. Это дает возможность определить минимально допустимый и максимально достижимый в настоящее время уровень показателя эффективности образца стрелкового оружия, который разрабатывается или модернизируется. В качестве частных показателей эффективности авторами предлагаются такие, как: конструктивные характеристики оружия, характеристики боеприпаса, вероятность поражения цели, среднее время выполнения огневой задачи и средний расход боеприпасов на выполнение огневой задачи. С целью определения отдельных частных показателей предлагается проведение экспертного опроса, на основе которого определяются рейтинги характеристик каждого частичного показателя и рассчитываются их весовые коэффициенты. В дальнейшем, при сравнении характеристик нескольких однотипных образцов стрелкового оружия, необходимо осуществление нормирования значений характеристик исследуемых образцов. Также авторами представлены способы определения вероятности поражения целей, которые не защищены и имеющих средства индивидуальной защиты высокого класса стойкости. Показан порядок определения среднего времени выполнения огневой задачи и среднего расхода боеприпасов. Для определения обобщенного показателя эффективности также необходимо проведение опроса экспертов для определения рейтинга частных показателей и расчета их весовых коэффициентов. В работе авторами представлен алгоритм определения обобщенного показателя эффективности и показан порядок его расчета с использованием различных, уже известных методик. Предложенная методика определения обобщенного показателя эффективности стрелкового оружия позволяет проводить всестороннее сравнение существующих образцов стрелкового оружия с использованием как их тактико-технических характеристик, характеристик боеприпасов, так и показателей эффективности стрельбы и надежности оружия в процессе применения.

**Ключевые слова:** вероятность поражения, показатели эффективности, методика оценки.

---

**Determination of the summary weapon efficiency effectiveness indicator**

O. Droban, E. Zhohalskyi, B. Fedor

*In terms of equipping ground forces with modern small arms and modernizing existing weapons, a problem arises of finding ways to quantify their effectiveness. The authors propose a developed methodology for determining a generic indicator of the effectiveness of small arms based on partial performance indicators, at the expense of which weapons samples are evaluated both in terms of tactical and technical characteristics, properties of ammunition, and the efficiency of shooting and reliability. This makes it possible to determine the minimum and maximum currently achievable level of efficiency of a sample of small arms being developed or upgraded. As partial indicators of efficiency, the authors propose: the design characteristics of the weapon, the characteristics of the ammunition, the probability of hitting the target, the average time of execution of a fire task and the average consumption of ammunition to perform a fire task. For the purpose of determining individual partial indicators, it is proposed to conduct an expert survey, on the basis of which the ratings of the characteristics of each partial indicator are calculated and their weighting coefficients are calculated. In the future, when comparing the characteristics of several similar samples of small arms, it is necessary to carry out normalization of values of characteristics of the studied samples. The authors also provide methods for determining the likelihood of hitting targets that are unprotected and those that have high-end personal protective equipment. The order of determining the average time of execution of a fire task and the average consumption of ammunition is shown. An expert survey is also required to determine the overall performance measure to determine the partial performance rating and the calculation of their weighting factors. The authors present an algorithm for determining a generalized performance indicator and show the procedure for calculating it using different methods already known. The proposed methodology for determining a generic indicator of the efficiency of small arms allows to make a comprehensive comparison of existing samples of small arms using both their tactical and technical characteristics, characteristics of ammunition, as well as indicators of the effectiveness of shooting and reliability of weapons in use.*

**Keywords:** likelihood of damage, performance indicators, evaluation method.

---