

УДК 623.44

О.І. Біленко

*Національна академія Національної гвардії України, Харків*

---

## **ПОКАЗНИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ ПРИ ВИКОНАННІ СПЕЦИФІЧНИХ ЗАВДАНЬ СИЛАМИ БЕЗПЕКИ**

*Показано обмежена придатність існуючих показників та критеріїв ефективності стрільби для оцінювання ефективності виконання специфічних вогневих завдань Силами безпеки. Розроблено новий показник надійності та удосконалений показник оперативності виконання вогневого завдання. Отримані результати можуть використовуватися для порівнювальної оцінки існуючих та формування вимог до характеристик перспективних зразків кінетичної зброї для Сил безпеки.*

**Ключові слова:** *ефективність стрільби, показник ефективності, критерій ефективності, кінетична зброя, вогневе завдання, Сили безпеки.*

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Метою виконання будь-якого вогневого завдання (ВЗ) є ураження або при-

душення цілі. Для оцінювання результатів стрільби окремих стрільців або підрозділів, порівнювання зразків зброї та формування вимог до неї застосовують теорію ефективності. Під ефективністю стрільби ро-

зуміють ступень пристосованості конкретної стрільби до отримання бажаного результату [1]. При цьому оцінюються надійність (ймовірність), оперативність та економічність виконання вогневого завдання.

За класичними поглядами, що розроблені для бойової зброї, показниками ефективності стрільби по одиночній цілі є ймовірність ураження цілі  $W$ , середній сподіваний розхід боєприпасів  $N$ , середній сподіваний розхід часу на виконання вогневого завдання  $T$ , які залежать від ймовірності влучення у ціль  $P$  [2, 3].

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_0^Y e^{-\frac{(y-M_y)^2}{2\sigma_y^2}} dy \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \int_0^Z e^{-\frac{(z-M_z)^2}{2\sigma_z^2}} dz, \quad (1)$$

де  $P$  – імовірність влучення в ціль;  $\sigma_y$  та  $\sigma_z$  – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення від осі розсіювання по висоті та бічному напрямку відповідно, м;  $M_y$  та  $M_z$  – математичне сподівання координат влучення куль по висоті та бічному напрямку відповідно, м;  $Y$  та  $Z$  – висота та ширина цілі відповідно, м.

$$W = 1 - (1 - P/V)^n, \quad (2)$$

де  $n$  – число пострілів;  $V$  – необхідна кількість влучень у ціль для виведення її з ладу.

$$N = V/P; \quad (3)$$

$$T = T_1 + T_2, \quad (4)$$

де  $T_1$  – час підготовки першого пострілу, с;  $T_2$  – час на здійснення пострілу, с.

$$T_2 = N_n/V, \quad (5)$$

де  $N_n$  – необхідна кількість пострілів, с;  $V$  – бойова скорострільність зброї, пострілів/с.

Оцінювання ефективності виконання вогневого завдання з кінетичної зброї несмертельної дії (КЗНД), кінетичної зброї з обмеженою відстанню дії (КЗОВД), а також бойової зброї, що використовується Силами безпеки [4] у специфічних умовах, за допомогою зазначених показників не є коректним. Основною причиною цього є не врахування безпеки заручників, а також сторонніх осіб та дружніх сил, що знаходяться у напрямку стрільби. Крім того, існуючі показники ефективності стрільби не придатні для випадків, коли поражаючий елемент (ПЕ) зброї забезпечує задовільну дію по цілі лише у певному діапазоні відстаней, що є властивим для КЗНД та КЗОВД [5, 6].

Отже, враховуючи особливості деяких вогневих завдань, що постають перед Силами безпеки, представляється необхідним перевірити придатність існуючих показників та способів їх визначення для оцінювання ефективності виконання специфічних завдань Силами безпеки та, за необхідності, вдосконалити їх.

**Мета статті** – розроблення показників та критеріїв оцінювання ефективності стрільби при виконанні специфічних завдань Силами безпеки.

## Виклад основного матеріалу

Ймовірність ураження цілі залежить від ймовірності влучення в неї, кількості здійснених пострілів та кількості влучень, що є необхідними для виведення цілі з ладу (2).

Ураження цілі кінетичною зброєю не є можливим без влучення у неї поражаючого елементу. Отже вплив на ймовірність ураження цілі ймовірності влучення в неї є суттєвим і це у повній мірі відноситься як до бойової зброї, так і до КЗНД і КЗОВД.

Кількість здійснених по цілі пострілів є важливим для бойової зброї. Підвищення ефективності стрільби за рахунок збільшення  $n$ , зокрема шляхом підвищення щільності вогню, широко використовується у бойових умовах. При цьому не влучення у ціль для бойової зброї не є критичним та приносить певну користь: близькі промахи пригнічують ціль; існує ймовірність поразки іншої цілі, що знаходиться у напрямку стрільби.

При застосуванні зброї Силами безпеки (особливо снайперами або при наявності сторонніх осіб у напрямку стрільби) такі заходи не є прийнятними через небезпеку влучення у заборонену ділянку тіла або сторонню особу. Тому цим параметром ( $n$ ) у більшості випадків можна зневажити. Винятком можна вважати застосування КЗНД або КЗОВД з патронами, що споряджені картечкою, коли від кількості ПЕ, що потрапили у ціль (для КЗНД) або від щільності та площі осипу (для КЗОВД) залежить результат застосування зброї. У цьому випадку під  $n$  треба розуміти не кількість пострілів, а кількість ПЕ при одному пострілі.

Кількість пострілів  $V$  важлива у випадках, коли значення показників дії ПЕ по цілі (пробивна, проникаюча, бічна, забійна дії тощо) не достатні для виконання вогневого завдання при одному влученні у ціль, що є актуальним для бойової зброї при стрільбі по захищеним цілям. Під час виконання Силами безпеки специфічних завдань об'єктами застосування зброї є, як правило, особи без засобів індивідуального бронезахисту, тому для виведення цілі з ладу достатньо одного влучення ПЕ. Випадки, коли енергетичні характеристики ПЕ не є достатніми для заданої дії по цілі (що можливе при перевищенні припустимої відстані застосування КЗНД або КЗОВД) є порушенням умов застосування зброї та розглядати їх не варто. Винятком є застосування КЗНД або КЗОВД з патронами, що споряджені картечкою, коли мінімальну (максимальну) кількість ПЕ, що повинні потрапити у ціль, необхідно регламентувати. Отже, в контексті застосування стрілецької зброї при виконанні специфічних завдань Силами безпеки необхідну кількість влучень у ціль для виведення її з ладу у більшості випадків враховувати не має сенсу.

Треба зазначити, що ураження цілі при виконання вогневого завдання по її придушенню (у ви-

падку застосування КЗНД) через надмірні енергетичні характеристики ПЕ є невиконанням цього завдання внаслідок порушення обмежень. Це також стосується ураження сторонніх осіб або дружніх сил, що знаходяться за межами дії КЗОВД. Незадовільним є і такий випадок, коли дія ПЕ по цілі не є достатньою, внаслідок чого мета застосування зброї не досягнута. Такі випадки можливі при невідповідності характеристик зброї вимогам практики або відхилення характеристик зброї від номінальних значень внаслідок впливу зовнішніх умов, конструктивних особливостей зброї або низької культури виробництва її складових, зокрема патронів. Таким чином, для оцінювання ефективності стрільби КЗНД та КЗОВД необхідно додатково враховувати ймовірність зазначених невдалих результатів застосування зброї за умов влучання ПЕ у ціль. З огляду на зазначене, назву показника «ймовірність ураження цілі» доцільно замінити на «ймовірність виконання вогневого завдання». У вказаних вище випадках ймовірність виконання вогневого завдання  $W_{\text{ВВЗ}}$  з урахуванням (2) дорівнюватиме:

$$W_{\text{ВВЗ}} = 1 - (1 - P/V)^n - (P_{\text{нед}} + P_{\text{надм}}), \quad (6)$$

де  $P_{\text{нед}}$  – ймовірність того, що дія ПЕ по цілі буде недостатньою;  $P_{\text{надм}}$  – ймовірність того, що дія ПЕ по цілі буде надмірною.

Для деяких зазначених вище випадків, коли  $n$  та  $V$  дорівнюють одиниці вираз (6) спрощується та приймає вид:

$$W_{\text{ВВЗ}} = P - (P_{\text{нед}} + P_{\text{надм}}), \quad (7)$$

Для визначення ймовірностей  $P_{\text{нед}}$  та  $P_{\text{надм}}$  зробимо наступні припущення: особа, що виконує ВЗ достатньо підготовлена та не припускається помилок у визначенні відстані до цілі; ймовірність знаходження цілі на будь-якій відстані у межах припустимого діапазону відстаней застосування зброї підкоряється рівномірному закону розподілу випадкової величини. Тоді ймовірності  $P_{\text{нед}}$  та  $P_{\text{надм}}$  є пропорційними ймовірностям знаходження цілі на ділянках відстаней, у яких дія ПЕ відповідно недостатня або надмірна, та дорівнюють:

$$P_{\text{нед}} = P \frac{\Delta X_{\text{нед}}}{\Delta X}; \quad (8)$$

$$P_{\text{надм}} = P \frac{\Delta X_{\text{надм}}}{\Delta X}, \quad (9)$$

де  $\Delta X$  – діапазон припустимих відстаней застосування зброї;  $\Delta X_{\text{нед}}$  – діапазон відстаней у межах  $\Delta X$ , на якому дія ПЕ по цілі є недостатньою;  $\Delta X_{\text{надм}}$  – діапазон відстаней у межах  $\Delta X$ , на якому дія ПЕ по цілі є надмірною.

Якщо ймовірність знаходження цілі на певній відстані у межах припустимого діапазону відстаней застосування зброї підкоряється іншому закону розподілу, то вирази (8) та (9) необхідно відповідним

чином змінити. У якості критерію надійності виконання вогневого завдання доцільно застосовувати простий граничний критерій:

$$W_{\text{ВВЗ}} \geq W_{\text{min}}, \quad (10)$$

де  $W_{\text{min}}$  – мінімально припустима ймовірність виконання вогневого завдання.

Враховуючи, що невиконання вогневого завдання може передбачати жертви серед заручників (сторонніх осіб, своїх сил) або ураження цілі, яка потребує придушення, значення  $W_{\text{min}}$  повинне максимально наближатися до одиниці (у межах досяжного).

Наступний аспект визначення показників ефективності стрільби пов'язаний із застосування Силами безпеки бойової зброї у специфічних умовах. Треба враховувати, що на озброєнні Сил безпеки України перебувають зразки стрілецької зброї, які розроблені для потреб Збройних Сил. Особливістю цих зразків є надмірні (для специфічних вогневих завдань Сил безпеки) значення основних характеристик – прицільної дальності, дальності, на якій зберігається забійна дія кулі, кінетичної енергії та пробивної дії кулі. Так, наприклад, відстань, на якій куля зберігає забійну дію для 9-мм пістолета Макарова (ПМ) складає 350 м, що у 7 разів перевищує прицільну дальність пістолета, а енергія кулі 7,62-мм снайперської гвинтівки Драгунова (СВД) на відстані 100 м майже у 40 разів перевищує таку, яка необхідна для смертельного ураження цілі [5]. Таке положення створює небезпеку ураження сторонніх осіб, які знаходяться у напрямку стрільби.

Ситуація ускладнюється при застосуванні зброї у населених пунктах, коли контроль обстановки у напрямку стрільби утруднений через велику кількість об'єктів, що обмежують огляд, але не є суттєвою перешкодою для кулі (зелені насадження, рекламні щити, малі архітектурні форми тощо), а ймовірність раптової появи людей або транспортного засобу вище, ніж на відкритій місцевості.

Іншим фактором, який негативно впливає на безпеку застосування зброї, є можливість ураження заручників, сторонніх осіб та, навіть, стрільця внаслідок відбиття металевих елементів від поверхонь (стіни будівель, дорожнього покриття, поверхні води тощо).

У випадках, коли метою застосування зброї є припинення дій правопорушника або його затримання, нехтування життям або здоров'ям члена суспільства, якого Сили безпеки захищають від цього правопорушника, є безглуздом та має відповідати нульовому значенню ефективності виконання вогневого завдання. Показники та критерії безпечності застосування вогнепальної зброї (БЗВЗ) розроблені за участю автора даної статті та опубліковані в [5]:

$$P_n = 1 - P_{\text{co}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_0^Y e^{-(y-M_y)^2/(2\sigma_y^2)} dy \times \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \int_0^Z e^{-(z-M_z)^2/(2\sigma_z^2)} dz; \quad (11)$$

$$W_n = 1 - W_{co} = 1 - \left[ 1 - \left( 1 - \frac{P_{co}}{N} \right)^n \right] = \left( 1 - \frac{P_{co}}{N} \right)^n, \quad (12)$$

де  $P_n$  – ймовірність не влучення у сторонню особу;  $P_{co}$  – ймовірності влучення у сторонню особу;  $W_n$  – ймовірність не ураження сторонньої особи;  $W_{co}$  – ймовірності ураження сторонньої особи.

Критерієм оцінки БЗВЗ є прості граничні критерії на основі зазначених вище показників: мінімально припустима ймовірність не влучення у сторонню особу  $P_{n \min}$ ; мінімально припустима ймовірність не ураження сторонньої особи  $W_{n \min}$ .

Прийнятним вважатиметься рівень БЗВЗ, коли виконуються нерівності:

$$P_n \geq P_{n \min}; \quad (13)$$

$$W_n \geq W_{n \min}. \quad (14)$$

З урахуванням БЗВЗ ймовірність виконання вогневого завдання дорівнюватиме:

$$W_{ввз} = 1 - \left( 1 - \frac{P}{V} \right)^n - (P_{нед} + P_{надм}) - W_{co} \quad (15)$$

або

$$W_{ввз} = \left( 1 - \frac{P_{co}}{V} \right)^n - \left( 1 - \frac{P}{V} \right)^n - (P_{нед} + P_{надм}). \quad (16)$$

Для випадків, коли  $n$  та  $V$  дорівнюють одиниці вираз (16) приймає вид:

$$W_{ввз} = P - (P_{нед} + P_{надм} + P_{co}). \quad (17)$$

Наступним питанням є показники та критерії оперативності виконання вогневого завдання. Зменшення часу на здійснення пострілу є суттєвим чинником підвищення ефективності стрільби для Сил безпеки, особливо під час виконання найбільш відповідальних завдань, що пов'язані зі знешкодженням правопорушників, які загрожують життю та здоров'ю громадян. При цьому специфіка застосування стрілецької зброї Силами безпеки відбивається на часових показниках стрільби:

при застосуванні зброї Силами безпеки внаслідок визначеності цілі та незначної відстані до неї практично не витрачається час на розвідку цілі, встановлення відстані до неї, визначення та здійснення установок прицілу, тобто суттєво скорочується час на підготовку першого пострілу  $T_1$ ;

необхідність у швидкому повторному пострілі при виконанні снайперських завдань [7 – 9] потребує максимального скорочення часу на повторний та наступні постріли. Внаслідок цього потребує уточнення значення  $T_2$  у формулі (4).

За існуючими підходами  $T_2$  визначається як відношення необхідної кількості пострілів до бойової скорострільності. При визначенні бойової скорострільності зброї враховуються час на перенесення вогню з однієї цілі на іншу, на перезаряджання зброї та здійснення інших операцій, тому визначення  $T_2$  за виразом (5) дає не конкретне, а усереднене значення.

Час на виконання повторного пострілу зі снайперської гвинтівки з оптичним прицілом складається з відрізків часу на [9]:

зсув картинки в прицілі внаслідок віддачі  $T_3$ ;  
відновлення зображення  $T_4$ ;  
спостереження за результатами пострілу  $T_5$ ;  
прийняття рішення на здійснення повторного пострілу  $T_6$ ;  
прицілювання  $T_7$ ;  
здійснення повторного пострілу  $T_8$ ;  
перезаряджання зброї  $T_9$ .

Вказані витрати часу пов'язані як з підготовкою стрільця ( $T_5 - T_7$ ), так і з характеристиками зброї ( $T_3, T_4, T_8, T_9$ ), зокрема характеристиками оптичного прицілу, спускового механізму, віддачі зброї тощо. З урахуванням зазначеного вище вираз (5) прийме вид:

$$T_2 = \sum_{i=3}^9 T_i. \quad (18)$$

У якості критерію оцінювання оперативності виконання вогневого завдання доцільно застосувати простий граничний критерій:

$$T \leq T_{\max}, \quad (19)$$

де  $T_{\max}$  – максимально припустимий час на виконання вогневого завдання.

З огляду на відсутність необхідності застосування видів вогню, що передбачають великий розхід боєприпасів (ведення вогню по фортифікаційним спорудам та площинам, загороджувального вогню, використання вогневого валу тощо), а також важливість виконання вогневих завдань та відсутність альтернативних способів їх виконання, питання економічності виконання таких завдань Силами безпеки представляється не актуальним. За необхідності для оцінювання економічності виконання специфічного вогневого завдання Силами безпеки цілком придатні існуючі показники та критерії.

Таким чином, з метою урахування специфіки виконання вогневих завдань Силами безпеки та умов їх виконання, уточнені способи визначення показників ефективності стрільби та сформовані критерії ефективності стрільби зі стрілецької зброї (табл. 1).

## Висновки

Існуючі методи оцінювання ефективності стрільби здебільшого не придатні для оцінювання ефективності виконання специфічних вогневих завдань Силами безпеки через нечутливість до небезпечності застосування зброї для сторонніх осіб та випадків, коли поразкаючий елемент зброї забезпечує задовільну дію по цілі лише у певному діапазоні відстаней.

З метою урахування специфіки виконання вогневих завдань Силами безпеки розроблено новий показник надійності та удосконалений показник оперативності виконання вогневого завдання.

Показники та критерії ефективності стрільби при виконанні бойових та специфічних вогневих завдань

Найменування показника (критерію)	Бойові вогневі завдання	Специфічні вогневі завдання Сил безпеки
Показник надійності виконання ВЗ	Ймовірність ураження цілі $W = 1 - (1 - P / V)^n$	Ймовірність виконання ВЗ $W_{\text{ВВЗ}} = (1 - P_{\text{со}} / V)^n - (1 - P / V)^n - (P_{\text{нед}} + P_{\text{надм}})$ . При $V = 1, n = 1$ : $W_{\text{ВВЗ}} = P - (P_{\text{нед}} + P_{\text{надм}} + P_{\text{со}})$
Критерій надійності виконання ВЗ	$W \geq W_{\text{min}}$	$W_{\text{ВВЗ}} \geq W_{\text{min}}$
Показник оперативності виконання ВЗ	Середній сподіваний час на виконання ВЗ $T = T_1 + \frac{N_{\text{н}}}{V}$	Середній сподіваний час на виконання ВЗ $T = T_1 + \sum_{i=3}^9 T_i$
Критерій оперативності виконання ВЗ	$T \leq T_{\text{max}}$	$T \leq T_{\text{max}}$
Показник економічності виконання ВЗ	Середня сподівана витрата боєприпасів на виконання ВЗ $N = V / P$	Середня сподівана витрата боєприпасів на виконання ВЗ $N = V / P$
Критерій економічності виконання ВЗ	$N \leq N_{\text{max}}$	$N \leq N_{\text{max}}$

Отримані результати можуть використовуватися для порівнювальної оцінки існуючих та формування вимог до технічних характеристик перспективних зразків кінетичної зброї для Сил безпеки.

### Список літератури

1. Шерешевский М.С. Эффективность стрельбы из автоматического оружия [Текст] / М.С. Шерешевский, А.Н. Гонтарев, Ю.В. Минаев. – М.: ЦНИИ информатики, 1979. – 328 с.
2. Червоный А.А. Вероятностные методы оценки эффективности вооружения [Текст] / А.А. Червоный, В. А. Швари, А.П. Козловцев, В.А. Чобанян. – М.: Воениздат, 1979. – 95 с.
3. Чернышев В.Л. Показатели эффективности использования вооружения [Текст] / В.Л. Чернышев. – М.: МАИ, 2006. – 87 с.
4. Шмаков О.М. Службово-бойова діяльність сил охорони правопорядку як інструмент забезпечення національної безпеки України [Текст] / О.М. Шмаков // Честь і закон. – 2010. – № 2. – С. 12-18.

5. Біленко О.І. Шляхи підвищення безпечності застосування стрілецької зброї силами охорони правопорядку [Текст] / О.І. Біленко, О.О. Кириченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 2/3 (68). – С. 35-39.

6. Біленко О.І. Зброя не смертельної дії для військових формувань та правоохоронних органів / О.І. Біленко, В.В. Пащенко // Збірник наукових праць НАПСУ. – Хмельницький: НАПСУ, 2010. – № 54. – С. 47-50.

7. Ардашев А.Н. Снайперская война [Текст] / А.Н. Ардашев. – Яуза: Эксмо, 2010. – 416 с.

8. Підготовка снайпера. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://sniperfiles.fatal.ru/images/sniper.files.htm> – Назва з екрана.

9. Конев К. Автомат как оружие снайпера? [Електронний ресурс] / К. Конев // Братишка. – 2002. – № 3. – Режим доступу: <http://www.hpbt.org/articles/samo.htm>.

Надійшла до редколегії 14.08.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О. П. Кондратенко, Академія внутрішніх військ МВС України, Харків.

### ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ СИЛАМИ БЕЗОПАСНОСТИ

А.И. Біленко

Показаны ограничения применимости существующих показателей и критериев эффективности стрельбы для оценки эффективности выполнения специфических огневых задач Силами безопасности. Разработан новый показатель надежности и усовершенствован показатель оперативности выполнения огневой задачи. Полученные результаты могут использоваться для сравнительной оценки существующих и формирование требований к перспективным образцам кинетического оружия для Сил безопасности.

**Ключевые слова:** эффективность стрельбы, показатель эффективности, критерий эффективности, кинетическое оружие, огневая задача, Силы безопасности.

### INDEXES AND CRITERIA OF EFFICIENCY ESTIMATION OF FIRING AT IMPLEMENTATION OF SPECIFIC TASKS SAFETY FORCES

A.I. Bilenko

The use limitations for existent indexes and criteria of firing efficiency for the estimation of implementation efficiency of specific fire tasks safety Forces are demonstrated. A new reliability index is developed and the operationability index of performance of fire objective is improved. Can be drawn on the got results for the comparative estimation of existing and requirements forming to the perspective standards of kinetic weapon for safety Forces of.

**Keywords:** firing efficiency, efficiency index, efficiency criterion, kinetic weapon, fire task, safety Forces.