

УДК 623.44

О. І. Біленко

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ ПРИ ВИКОНАННІ СПЕЦИФІЧНИХ ЗАВДАНЬ СИЛАМИ БЕЗПЕКИ

Показана 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 бути використані для порівнювального оцінювання характеристик існуючих та формування вимог до перспективних зразків кінетичної зброї для сил безпеки.

К л ю ч о в і с л о в а : ефективність стрільби, показник ефективності, критерій ефективності, кінетична зброя, вогневе завдання, сили безпеки.

Аналіз публікації та постановка проблеми. Метою виконання будь-якого вогневого завдання є ураження або придушення цілі. Для оцінювання результатів стрільби застосовують теорію ефективності. Під ефективністю стрільби розуміють ступінь пристосованості конкретної стрільби до отримання бажаного результату [1]. При цьому оцінюють надійність (ймовірність), оперативність та економічність виконання вогневого завдання.

За класичними підходами, що розроблені для бойової зброї, показниками ефективності стрільби по одиночній цілі є ймовірність її ураження W , середня очікувана витрата боєприпасів N та середній очікуваний час виконання вогневого завдання T , які залежать від ймовірності влучення у ціль P [2, 3].

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

де P – ймовірність влучення у ціль; σ_y – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення від осі розсіювання по висоті, м; σ_z – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення від осі розсіювання по боковому напрямку, м; M_y – математичне очікування координат влучення куль по висоті, м; M_z – математичне очікування координат влучення куль по боковому напрямку, м; Y – висота цілі, м; Z – ширина цілі, м.

$$W = 1 - \left(1 - \frac{P}{K}\right)^n, \quad (2)$$

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

$$N = \frac{K}{P}. \quad (3)$$

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

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

$$T_2 = \frac{N_n}{B}, \quad (5)$$

де N_n – необхідна кількість пострілів, од; B – бойова скорострільність зброї, постріли/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. Основна причина цього у не враховуванні безпеки заручників, а також сторонніх осіб та дружніх сил, які 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, доцільно 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 і 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, необхідних для виведення цілі з ладу (2).

Вплив на ймовірність ураження цілі ймовірності влучення в неї є суттєвим і це повною мірою стосується як бойової зброї, так і КЗНД та КЗОВД.

Кількість здійснених по цілі пострілів є важливою 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: близькі промахи пригнічують ціль; існує ймовірність поразки іншої цілі, що знаходиться у напрямку стрільби.

У разі застосування зброї силами безпеки (особливо снайперами або за наявності сторонніх осіб) такий спосіб підвищення ефективності стрільби не є прийнятним через небезпеку влучення у заборонену ділянку тіла або сторонню особу. Тому параметром n у більшості випадків можна знехтувати. Винятком можна вважати застосування КЗНД або КЗОВД з патронами, що споряджені картечкою, коли від кількості ПЕ, що влучили 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.

Необхідна кількість влучень у ціль K важлива у випадках, коли значення показників дії ПЕ по цілі (пробивна, проникаюча, бічна, забійна дії тощо) не достатні для виконання вогневого завдання у разі одного влучення у ціль, що є актуальним для бойової зброї при стрільбі по захищених цілях. Під час виконання силами безпеки специфічних завдань об'єктами застосування зброї є 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 допустимої відстані застосування КЗНД або КЗОВД), є порушенням умов застосування такої зброї, тому розглядати їх не варто. Винятком є застосування КЗНД або КЗОВД з патронами, що споряджені картечкою, коли мінімальну кількість ПЕ, що повинні влучити 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.

Зазначимо, що ураження цілі при виконанні вогневого завдання з її придушення (у випадку застосування КЗНД) через надмірні енергетичні характеристики ПЕ є невиконанням цього завдання внаслідок порушення обмежень. Це також стосується ураження сторонніх осіб, які знаходяться за межами дії КЗОВД. Незадовільним є і випадок, коли дія ПЕ по цілі не є достатньою, внаслідок чого мета застосування зброї не досягнута. Такі випадки можливі у разі невідповідності характеристик зброї вимогам практики або при недотриманні стрільцем встановленої відстані до цілі. Таким чином, для оцінювання ефективності стрільби КЗНД та КЗОВД необхідно додатково враховувати ймовірність зазначених невдалих результатів застосування зброї за умов влучання ПЕ у ціль. Отже, назву показника “ймовірність ураження цілі” доцільно замінити на “ймовірність виконання вогневого завдання”.

З урахуванням викладеного вище, для оцінювання надійності виконання специфічних вогневих завдань силами безпеки пропонується застосовувати ймовірність виконання вогневого завдання $W_{\text{ввз}}$, яка дорівнюватиме:

$$W_{\text{ввз}} = \left[1 - \left(1 - \frac{P}{K} \right)^n \right] \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}), \quad (6)$$

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 набирає такого вигляду:

$$W_{\text{ввз}} = P \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}). \quad (7)$$

Для визначення ймовірностей $P_{\text{нед}}$ та $P_{\text{надм}}$ зробимо припущення:

1) особа, яка виконує вогневе завдання, достатньо підготовлена та не припускається помилок у визначенні відстані до цілі;

2) ймовірність знаходження цілі на будь-якій відстані у межах допустимого діапазону відстаней застосування зброї підкоряється рівномірному закону розподілу випадкової величини.

Тоді ймовірності $P_{\text{нед}}$ та $P_{\text{надм}}$ будуть пропорційні ймовірностям знаходження цілі на ділянках відстаней, на яких дія ПЕ відповідно недостатня або надмірна ($\Delta X_{\text{нед}} / \Delta X$, $\Delta X_{\text{надм}} / \Delta X$), та дорівнюватимуть:

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

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

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

Як критерій надійності виконання вогневого завдання доцільно використовувати простий граничний критерій:

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

де W_{min} – мінімально допустима ймовірність виконання вогневого завдання.

Враховуючи, що невиконання вогневого завдання може супроводжуватися жертвами серед заручників (сторонніх осіб, своїх сил) або ураженням цілі, яку необхідно лише придушити, значення W_{min} повинне максимально наближатися до одиниці.

Наступний аспект визначення показників ефективності стрільби пов'язаний із застосуванням 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 (див. табл. 1) [7 – 14].

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. Такі характеристики створюють небезпеку ураження сторонніх осіб, які знаходяться у напрямку стрільби. Ситуація ускладнюється у випадку застосування зброї у населених пунктах, коли контроль обстановки у напрямку стрільби утруднений через велику кількість об'єктів, що обмежують огляд, але не створюють суттєвих перешкод для кулі (зелені насадження, рекламні щити, малі архітектурні форми тощо), а ймовірність раптової появи людей або транспортного засобу більша, ніж на відкритій місцевості.

Характеристики деяких зразків стрілецької зброї, що перебувають на озброєнні сил безпеки

Найменування зброї	Характеристика			
	Прицільна дальність, м	Дальність забійної дії, м	Дульна енергія кулі, Дж	Енергія кулі на відстані 100 м, Дж
7,62-мм СВД	1300	3800	3306	2730
7,62-мм ПК (ПКМ, ПКТ)	1500	3800	3267	2695
5,45-мм АК 74	1000	1350	1377	1110
5,45-мм РПК 74	1000	1350	1567	1270

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

Показники та критерії безпечності застосування вогнепальної зброї (БЗВЗ) розроблені за участю автора даної статті та опубліковані у праці [5]:

$$P_n = 1 - P_{co} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_0^{Y_{co}} e^{-\frac{(y-M_{yco})^2}{2\sigma_y^2}} dy \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \int_0^{Z_{co}} e^{-\frac{(z-M_{zco})^2}{2\sigma_z^2}} dz, \quad (11)$$

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

де P_n – ймовірність не влучення у сторонню особу; P_{co} – ймовірність влучення у сторонню особу; M_{yco} – математичне очікування координат влучення куль у зону ураження сторонньої особи по висоті, м; M_{zco} – математичне очікування координат влучення куль у зону ураження сторонньої особи по боковому напрямку, м; Y_{co} – висота зони ураження сторонньої особи, м; Z_{co} – ширина зони ураження сторонньої особи, м; W_n – ймовірність не ураження сторонньої особи; W_{co} – ймовірність ураження сторонньої особи; K_{co} – кількість влучень у сторонню особу, що призводить до її ураження.

Критеріями оцінювання БЗВЗ є прості граничні критерії на основі зазначених вище показників:

- мінімально допустимої ймовірності не влучення у сторонню особу $P_{n \min}$;
- мінімально допустимої ймовірності 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:

$$W_{\text{взз}} = W \cdot W_n \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}) = \left[1 - \left(1 - \frac{P}{K} \right)^n \right] \cdot \left(1 - \frac{P_{co}}{K_{co}} \right)^n \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}). \quad (15)$$

Для випадків, коли n , K та K_{co} дорівнюють одиниці, вираз (15) набиратиме вигляду:

$$W_{\text{взз}} = P \cdot (1 - P_{co}) \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}). \quad (16)$$

Наступним питанням є уточнення показників та критеріїв 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.

У таких випадках специфіка застосування стрілецької зброї силами безпеки впливає на часові показники стрільби:

– якщо ціль визначена і відстань до неї незначна, то 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 [15 – 17] потребує максимального скорочення часу на повторний та наступні постріли, внаслідок цього потрібне 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 таких відрізків часу [17]:

- зсув картини в прицілі внаслідок віддачі T_3 ;
- відновлення зображення та захват цілі у поле зору T_4 ;
- спостереження за результатами пострілу та їх оцінювання T_5 ;
- прийняття, за необхідності, рішення на здійснення повторного пострілу T_6 ;
- прицілювання T_7 ;
- здійснення 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.

Слід зазначити, що на виконання першого пострілу витратиться лише час T_8 через те, що його підготовка входить у T_1 .

З урахуванням зазначеного вище, вираз (4) набиратиме вигляду:

$$T = T_1 + T_8 + (n-1) \sum_{i=3}^9 T_i. \quad (17)$$

Як критерій оцінювання оперативності виконання вогневого завдання доцільно застосувати простий граничний критерій:

$$T \geq T_{\max}, \quad (18)$$

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

З огляду на відсутність необхідності застосування видів вогню, що потребують великого розходу боєприпасів (ведення вогню по фортифікаційним спорудам та площинам, загороджувального вогню, використання вогневого валу тощо), а також на важливість виконання вогневих завдань та відсутність альтернативних способів їх виконання, питання економічності виконання таких завдань силами безпеки уявляється не актуальним. 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, уточнені способи визначення показників ефективності стрільби та сформовані критерії ефективності стрільби зі стрілецької зброї (див. табл. 2).

Показники та критерії ефективності стрільби при виконанні бойових та специфічних вогневих завдань (ВЗ)

Найменування показника (критерію)	Бойові ВЗ	Специфічні ВЗ сил безпеки
Показник надійності виконання ВЗ	Ймовірність ураження цілі $W = 1 - \left(1 - \frac{P}{K}\right)^n$	Ймовірність виконання вогневого завдання $W_{ввз} = W \cdot W_n \cdot (1 - P_{нед}) \cdot (1 - P_{надм});$ $W_{ввз} = \left[1 - \left(1 - \frac{P}{K}\right)^n\right] \cdot \left(1 - \frac{P_{co}}{K_{co}}\right)^n \cdot (1 - P_{нед}) \cdot (1 - P_{надм}).$ Для випадку, коли n, K та K_{co} дорівнюють одиниці $W_{ввз} = P \cdot (1 - P_{co}) \cdot (1 - P_{нед}) \cdot (1 - P_{надм}).$
Критерій надійності виконання ВЗ	$W \geq W_{\min}$	$W_{ввз} \geq W_{\min}$
Показники безпечності виконання ВЗ	-	Ймовірність не ураження сторонньої особи $W_n = 1 - W_{co} = \left(1 - \frac{P_{co}}{K_{co}}\right)^n.$ Для випадку, коли n та K_{co} дорівнюють одиниці $W_n = 1 - P_{co}.$ Ймовірність не влучення у сторонню особу $P_n = 1 - P_{co}.$
Критерії безпечності виконання ВЗ	-	$W_n \geq W_{n \min};$ $P_n \geq P_{n \min}.$
Показник оперативності виконання ВЗ	Середній очікуваний час на виконання ВЗ $T = T_1 + \frac{N_n}{B}$	Середній очікуваний час на виконання ВЗ $T = T_1 + T_8 + (n-1) \sum_{i=3}^9 T_i$
Критерій оперативності виконання ВЗ	$T \leq T_{\max}$	$T \leq T_{\max}$
Показник економічності виконання ВЗ	Середня очікувана витрата боєприпасів на виконання ВЗ $N = \frac{K}{P}$	Середня очікувана витрата боєприпасів на виконання ВЗ $N = \frac{K}{P}$

Висновки

Існуючі методи оцінювання ефективності стрільби здебільшого не придатні для оцінювання ефективності виконання специфічних вогневих завдань силами безпеки через те, що вони не враховують безпечність застосування зброї для сторонніх осіб та випадки, коли ПЕ зброї забезпечує задовільну дію по цілі лише у певному діапазоні відстаней.

З метою урахування специфіки виконання вогневих завдань силами безпеки розроблено нові показники надійності і безпечності та удосконалений показник оперативності виконання вогневого завдання. Отримані результати можна використовувати для порівнювального оцінювання існуючих та формування вимог до технічних характеристик перспективних зразків кінетичної зброї для сил безпеки.

Список використаних джерел

1. Шерешевский, М. С. Эффективность стрельбы из автоматического оружия [Текст] / М. С. Шерешевский, А. Н. Гонтарев, Ю. В. Минаев. – М. : ЦНИИ информации, 1979. – 328 с.
2. Вероятностные методы оценки эффективности вооружения [Текст] / А. А. Червоный, В. А. Шварц, 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 нескортальної дії для військових формувань та правоохоронних органів [Текст] / О. І. Біленко, В. В. Пашенко // Збірник наукових праць НАПСУ. – Хмельницький : НАПСУ, 2010. – № 54. – С. 47–50.
7. Наставление по стрелковому делу. 7,62-мм снайперская винтовка Драгунова (СВД) [Текст]. – М. : Воениздат, 1971. – 175 с.
8. Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова укороченному АКС74У (АКС74УН2) [Текст]. – М. : Воениздат, 1987. – 159 с.
9. Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова (АК74, АКС74, АК74Н, АКС74Н) и 5,45-мм ручному пулемету Калашникова (РПК74, РПКС74, РПК74Н, РПКС74Н) [Текст]. – М. : Воениздат, 1982. – 216 с.
10. Наставление по стрелковому делу. 9-мм пистолет Макарова (ПМ) [Текст]. – М. : Воениздат, 1968. – 103 с.
11. Наставление по стрелковому делу. 9-мм автоматический пистолет Стечкина (АПС) [Текст]. – М. : Воениздат, 1968. – 126 с.
12. Наставление по стрелковому делу. 7,62-мм пулемет Калашникова (ПК, ПКС, ПКБ и ПКТ) [Текст]. – М. : Воениздат, 1971. – 253 с.
13. World Guns. Стрелковое оружие. Пистолеты и револьверы [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://world.guns.ru/handguns/hg/ua/fort-12-r.html>. – Назва з екрана.
14. Наставление по стрелковому делу. 9-мм автоматический пистолет Стечкина (АПС) [Текст]. – М. : Воениздат, 1957. – 112 с.
15. Ардашев, А. Н. Снайперская война [Текст] / А. Н. Ардашев. – М. : Яуза ; Эксмо, 2010. – 416 с.
16. Підготовка снайпера [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sniperfiles.fatal.ru/images/sniper.files.htm>. – Назва з екрана.
17. Конев, К. Автомат как оружие снайпера? [Електронний ресурс] / К. Конев // Братишка. – 2002. – № 3. – Режим доступу : <http://www.hpbt.org/articles/samo.htm>. – Назва з екрана.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2015 р.