

МОДЕЛЬ ВИКОНАННЯ ВОГНЕВОГО ЗАВДАННЯ СНАЙПЕРОМ СИЛ БЕЗПЕКИ З ОБМЕЖЕННЯМ ЩОДО УРАЖЕННЯ СТОРОННІХ ОСІБ

Для врахування специфіки застосування зброї силами безпеки розроблено модель виконання вогневого завдання з обмеженням щодо ураження сторонніх осіб снайпером сил безпеки. Ця модель зв'язує параметри зброї, цілі та умов виконання вогневого завдання з показниками ефективності стрільби, зокрема ймовірностями влучення у ціль та сторонню особу, ймовірностями ураження цілі та сторонньої особи, а також ймовірністю виконання вогневого завдання в цілому. Запропоновану модель доцільно використовувати для розрахунку показників виконання вогневого завдання снайпером сил безпеки, для визначення параметрів виконання вогневого завдання, які забезпечують задану або максимальну ймовірність його виконання, а також для оцінювання придатності зразків зброї для виконання відповідного вогневого завдання із заданою ймовірністю.

Ключові слова: вогневе завдання, ймовірність ураження, ефективність стрільби, сили безпеки, снайпер, сторонні особи.

Постановка проблеми. Останнім часом підвищується значення сил безпеки (СБ), на які покладаються різноманітні завдання, серед яких є ті, що пов'язані із застосуванням зброї. Так, силами безпеки передбачається: проведення операцій з припинення незаконної діяльності збройних або воєнізованих формувань, які не передбачені законом, злочинних груп та організацій, озброєних злочинців; участь у заходах з припинення протиправних дій груп осіб, що є засудженими або перебувають під вартою; відновлення правопорядку під час виникнення міжконфесійних і міжнаціональних конфліктів; припинення протиправних дій у разі захоплення особливо важливих державних об'єктів та їхнього розблокування; проведення антитерористичних та інших заходів, що передбачають застосування вогнепальної зброї.

Водночас специфіка завдань СБ накладає певні обмеження на результати їхньої діяльності. Зокрема, у випадках застосування вогнепальної зброї за наявності заручників або сторонніх осіб (СО) у напрямку стрільби працівники СБ повинні максимально убезпечувати їх.

Отже, під час виконання завдань СБ виникають ситуації, коли необхідно уразити ціль зі значно більш високою надійністю, ніж передбачається завданнями сил оборони. До таких ситуацій слід віднести знешкодження озброєних терористів, що захопили заручників, та правопорушників, що здійснюють замах на осіб, які охороняються, за наявності в їхньому оточенні сторонніх осіб тощо. При цьому не допускається ураження СО, що оточують правопорушника або знаходяться у напрямку ймовірної стрільби. Тому виникає необхідність виконувати вогневі завдання з високими показниками ефективності. Зокрема, ймовірність ураження цілі при цьому має максимально наближатися до одиниці, а ймовірність ураження СО – навпаки, мінімізуватися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На цей час питанням ефективності стрільби приділено увагу у значній кількості наукових праць.

Так, авторами статті [1] акцентовано на експериментальній оцінці помилки наведення, розглянуто її внесок у загальну дисперсію стрільби під час виконання вогню з різних положень на відстанях 100...500 м. Показано, що зміна положення стрільця може призводити до зростання дисперсії через збільшення помилки наведення, що особливо критично проявляється зі збільшенням дальності.

У праці [2] запропоновано методичний підхід до оцінювання влучності із застосуванням імітаційних моделей. Цей підхід дає змогу одночасно врахувати випадковий характер відхилень влучень від контрольної точки, зміну темпу стрільби та його вплив на розподіл влучань, а також індивідуальну варіативність стрільця між серіями і вправами.

Розвитком ідей застосування імітаційних моделей для оцінювання влучності є перенесення аналізу з рівня «вправи» на рівень інтерпретації стрілецьких даних у контексті бойового застосування. Наприклад, у статті [3] наведено переваги моделювання бою для оцінювання і пояснення результатів стрілецьких вправ. Запропоновано моделювання «small arms combat», яке розглядається як інструмент, що переводить стрілецькі результати у більш прикладні індикатори, а також дає змогу інтерпретувати дані не лише як факт «влучив, не влучив», а як ймовірнісну характеристику ефективності виконання вогневого завдання для комплексу умов.

Автор статті [4] пропонує підхід, за яким розподіл точок влучань формується через введення випадкових складових і багаторазове програвання сценарію пострілу для заданих умов. Практична

цінність цієї статті полягає у тому, що модель дає можливість оцінювати ймовірність ураження залежно від дальності, типу, розміру цілі та умов стрільби, а також може використовуватись як базовий модуль для подальшого ускладнення вихідних даних.

Застосування статистичних контрольних карт для моніторингу і керування якістю снайперської підготовки запропоновано у праці [5]. Ідея полягає у розгляді результатів стрільби як процесу, що має бути статистично стабільним у часі. При цьому контрольні межі дають змогу відрізнити випадкові коливання від суттєвих змін, пов'язаних із появою систематичних причин, що уможливує виявлення «дрейфу» показників і своєчасне коригування підготовки.

У монографії [6] систематизовано статистичні моделі розсіювання (двовимірні розподіли, оцінювання параметрів, інтерпретація розкиду) у зовнішній балістиці. Узагальнюються підходи до опису розсіювання як випадкового процесу на площині, вводяться і пояснюються типові характеристики, а також розглядаються принципи оцінювання параметрів за експериментальними даними.

У статтях [7, 8] обґрунтовано необхідність підвищення безпечності застосування стрілецької зброї силами охорони правопорядку і визначено шляхи вирішення цього завдання. Розроблено критерії оцінювання безпечності застосування стрілецької зброї, встановлено, що дієвими шляхами підвищення безпечності застосування зброї є зниження енергетичних характеристик кулі до мінімально достатніх та максимальне скорочення відстані, на якій вона зберігає забійну дію.

У праці [9] розроблено алгоритм обґрунтування раціональних значень технічних характеристик кінетичної зброї з обмеженою відстанню дії, який дає змогу забезпечити необхідні тактичні характеристики, як-от: задану дію уражаючого елемента по цілі із заданими параметрами у зазначеному діапазоні відстаней з надійністю та безпечністю, що не нижчі за встановлені.

Проблему забезпечення заданої дульної швидкості уражаючих елементів для кінетичної зброї несмертельної дії розглянуто у статті [10]. Запропоновано спосіб підвищення стабільності дульної швидкості уражаючих елементів, який не пов'язаний зі звуженням допусків на виготовлення елементів спорядження патронів, що уможливує підвищення надійності виконання вогневого завдання.

Авторами статей [11, 12, 13] висвітлено особливості вогневих завдань, які виконує снайпер сил охорони правопорядку, і визначено шляхи підвищення ефективності їх виконання, зокрема завдяки визначенню раціональної кратності оптичного прицілу, а також зменшенню кута вильоту кулі та узгодженню його величини з кутом поля зору прицілу.

У праці [14] визначені перелік технічних характеристик зброї і функціональних характеристик стрільця, які мають сумісний і суттєвий вплив на результати виконання вогневих завдань, а також структура зв'язків між ними. Сформульовані завдання, розв'язання яких дасть змогу забезпечити задану ефективність стрільби шляхом формування вимог до технічних характеристик зброї з урахуванням функціональних характеристик стрільця.

Проте у наведених працях не розглядаються моделі виконання вогневих завдань, які враховують вплив убезпечення сторонніх осіб на ефективність виконання цих завдань. Отже, є проблемна ситуація – це суперечність між необхідністю оцінювання ефективності виконання снайперських вогневих завдань з урахуванням безпеки сторонніх осіб та відсутністю відповідних моделей.

Мета статті – розроблення моделі виконання вогневого завдання снайпером сил безпеки з обмеженням щодо ураження сторонніх осіб.

Виклад основного матеріалу. Застосування вогнепальної зброї працівниками сил безпеки може здійснюватися у межах доволі різноманітних вогневих завдань – від знищення озброєних правопорушників, які були виявлені під час пошукових дій у місцевості поза межами населених пунктів та інших місць скупчення людей до знешкодження небезпечних правопорушників за наявності сторонніх осіб у напрямку стрільби. При цьому найбільш складними вогневими завданнями можна вважати такі, коли необхідно знешкодити правопорушника, що прикривається заручником. У цьому випадку розміри цілі є мінімальними, а розташування заручника – найменш зручним для снайпера.

Для оцінювання ефективності виконання таких вогневих завдань є спеціальні показники і критерії, а саме ймовірність виконання вогневого завдання $W_{\text{вез}}$ та мінімально допустиме значення цього показника W_{min} [15]:

$$W_{\text{вз}} = W_{\text{ц}} \cdot W_{\text{нсо}} \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}) =$$

$$= \left[1 - \left(1 - \frac{P_{\text{ц}}}{K_{\text{ц}}} \right)^n \right] \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{со}}}{K_{\text{со}}} \right)^n \cdot (1 - P_{\text{нед}}) \cdot (1 - P_{\text{надм}}), \quad (1)$$

$$W_{\text{н}} \geq W_{\text{н min}}. \quad (2)$$

де $W_{\text{ц}}$ – імовірність ураження цілі;

$W_{\text{нсо}}$ – імовірність неуразення сторонньої особи;

$P_{\text{нед}}$ – імовірність того, що дія уражаючого елемента по цілі буде недостатньою;

$P_{\text{надм}}$ – імовірність того, що дія уражаючого елемента по цілі буде надмірною;

$P_{\text{ц}}$ – імовірність ураження цілі;

$P_{\text{со}}$ – імовірність ураження сторонньої особи;

$K_{\text{ц}}$ – кількість влучень у ціль, що призводить до її ураження;

$K_{\text{со}}$ – кількість влучень у сторонню особу, що призводить до її ураження;

$W_{\text{н min}}$ – мінімально припустима ймовірність неуразення сторонньої особи.

Величини $P_{\text{нед}}$ і $P_{\text{надм}}$ важливі для випадку застосування кінетичної зброї несмертельної дії, що не є властивим для снайперського вогневого завдання. Отже, формулу (1) можна спростити:

$$W_{\text{вз}} = W_{\text{ц}} \cdot W_{\text{нсо}} = \left(1 - \left(1 - \frac{P_{\text{ц}}}{K_{\text{ц}}} \right)^n \right) \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{со}}}{K_{\text{со}}} \right)^n. \quad (3)$$

Величини $K_{\text{ц}}$ і $K_{\text{со}}$ мають сенс для випадків застосування зброї з кількома уражаючими елементами або захищеності цілі засобами індивідуального бронезахисту. Якщо таких обставин немає, то формула набуває вигляду:

$$W_{\text{вз}} = W_{\text{ц}} \cdot W_{\text{нсо}} = (1 - (1 - P_{\text{ц}})^n) \cdot (1 - P_{\text{со}})^n. \quad (4)$$

Імовірності $P_{\text{ц}}$ і $P_{\text{со}}$ обчислюються за відомою формулою [16]:

$$P = \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_0^Y e^{-\frac{(y-M_y)^2}{2\sigma_y^2}} dy \right] \times \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \int_0^Z e^{-\frac{(z-M_z)^2}{2\sigma_z^2}} dz \right], \quad (5)$$

де P – імовірність влучення в ціль;

σ_y – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення від осі розсіювання по висоті;

σ_z – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення від осі розсіювання по боковому напрямку;

M_y – математичне сподівання координат влучення куль по висоті;

M_z – математичне сподівання координат влучення куль по боковому напрямку;

Y – висота цілі;

Z – ширина цілі.

Звідси:

$$P_{\text{ц}} = \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{y\text{ц}}} \int_0^{Y_{\text{ц}}} e^{-\frac{(y-M_{y\text{ц}})^2}{2\sigma_{y\text{ц}}^2}} dy \right] \times \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{z\text{ц}}} \int_0^{Z_{\text{ц}}} e^{-\frac{(z-M_{z\text{ц}})^2}{2\sigma_{z\text{ц}}^2}} dz \right], \quad (6)$$

$$P_{co} = \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{yco}} \int_0^Y e^{-\frac{(y-M_{yco})^2}{2\sigma_{yco}^2}} dy \right] \times \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{zco}} \int_0^{Z_{co}} e^{-\frac{(z-M_{zco})^2}{2\sigma_{zco}^2}} dz \right]. \quad (7)$$

Ймовірність ураження цілі $W_{ц}$ і сторонньої особи W_{co} залежить від ймовірностей влучення $P_{ц}$ і P_{co} , які, своєю чергою, залежать від розмірів цілі $Y_{ц}$, $Z_{ц}$ та зони ураження СО Y_{co} , Z_{co} , відстаней до них $X_{ц}$, X_{co} , положень середньої точки влучення $M_{yц}$, $M_{zц}$, M_{yco} , M_{zco} і параметрів розсіювання влучень у площині цілі $\sigma_{yц}$, $\sigma_{zц}$ та СО σ_{yco} , σ_{zco} . Крім того, ймовірність ураження цілі залежить від кількості пострілів по цілі n , яку здійснює снайпер послідовно або виконують декілька снайперів одночасно за командою.

Під час стрільби зі снайперських гвинтівок із сучасними оптичними прицілами точка прицілювання зазвичай відповідає положенню контрольної точки та ідеальному положенню середньої точки влучання. Проте завжди є помилки наведення зброї на ціль, які зумовлені особливостями прицілу, навичками стрільця, якістю приведення зброї до нормального бою, точністю врахування умов стрільби (відстань до цілі, напрямок та швидкість вітру тощо) та іншими чинниками. Зазначені помилки є випадковими, тому їх доцільно розглядати як джерело зниження купчастості стрільби, що характеризується величинами $\sigma_{yц}$, $\sigma_{zц}$, σ_{yco} , σ_{zco} . Кожне відповідне середньоквадратичне відхилення σ обчислюється за такою формулою [16]:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_n^2}, \quad (8)$$

де σ_m – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення, що обумовлене технічною купчастістю стрільби;

σ_n – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення, що зумовлене помилкою наведення зброї на ціль.

Отже:

$$\sigma_{yц} = \sqrt{\sigma_{myц}^2 + \sigma_{nyц}^2}, \quad (9)$$

$$\sigma_{zц} = \sqrt{\sigma_{mzц}^2 + \sigma_{nzц}^2}, \quad (10)$$

$$\sigma_{yco} = \sqrt{\sigma_{myco}^2 + \sigma_{nyco}^2}, \quad (11)$$

$$\sigma_{zco} = \sqrt{\sigma_{mzco}^2 + \sigma_{nzco}^2}. \quad (12)$$

Очевидно, що у межах одного вогневого завдання, яке розглядається, $\sigma_{yц} = \sigma_{yco}$, а $\sigma_{zц} = \sigma_{zco}$. Проте можуть бути випадки, коли у напрямку СО є декілька цілей на різних відстанях. Тоді вказані вище рівності вірними не будуть.

В умовах виконання вогневого завдання з обмеженням щодо ураження СО не завжди доцільно наводити зброю у центр цілі, бо при цьому ймовірність неуразення цілі може бути вищою, ніж задана $W_{n \min}$. З метою зниження значення $W_{n \min}$ можливе введення виправлень у точці прицілювання по висоті $\Delta Y_{ц}$ та боковому напрямку $\Delta Z_{ц}$ відносно центра цілі. У цьому випадку положення математичних сподівань влучень у площину цілі не збігатимуться з її центром, а розраховуватимуться за такими формулами:

$$M_{yц} = \frac{Y_{ц}}{2} + \Delta Y, \quad (13)$$

$$M_{zц} = \frac{Z_{ц}}{2} + \Delta Z, \quad (14)$$

$$M_{yco} = Y_{yc} - Y_{yc0} + \frac{Y_{co}}{2} + \Delta Y_y, \quad (15)$$

$$M_{zco} = Z_{zc} - Z_{zc0} + \frac{Z_{co}}{2} + \Delta Z_z, \quad (16)$$

де Y_{yc} і Z_{zc} – координати центра цілі по висоті та боковому напрямку відповідно;

Y_{yc0} і Z_{zc0} – координати центра СО по висоті та боковому напрямку відповідно.

Варто зазначити, що всі наведені вище міркування стосуються цілей прямокутної форми. Для цілей складних форм слід використовувати коефіцієнти фігурності (для типових цілей) або розбити ціль на прямокутні елементи (для нетипових цілей). У другому випадку ймовірність влучення у ціль дорівнюватиме:

$$P = \sum_{i=1}^k P_i, \quad (17)$$

де P_i – імовірність влучення в i -ту прямокутну ділянку цілі.

Для зменшення кількості попередніх обчислень і простоти введення вихідних даних доцільно використовувати кутові параметри розсіювання влучень під час стрільби σ'_y і σ'_z , а відповідні лінійні значення залежно від відстаней до цілі X_{ic} і сторонньої особи X_{co} розраховувати за формулами:

$$\sigma_{yc} = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi \sigma'_{yc}}{180^\circ \cdot 60'} \right) X_{ic}, \quad (18)$$

$$\sigma_{zc} = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi \sigma'_{zc}}{180^\circ \cdot 60'} \right) X_{ic}, \quad (19)$$

$$\sigma_{yco} = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi \sigma'_{yco}}{180^\circ \cdot 60'} \right) X_{co}, \quad (20)$$

$$\sigma_{zco} = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi \sigma'_{zco}}{180^\circ \cdot 60'} \right) X_{co}. \quad (21)$$

Отже, розроблено модель виконання вогневого завдання з обмеженням щодо ураження сторонніх осіб снайпером сил безпеки, яку складають вихідні дані [Y_{yc} , Z_{zc} , Y_{co} , Z_{co} , X_{ic} , X_{co} , Y_{yc0} , Z_{zc0} , Y_{yc0} , Z_{zc0} , ΔY_y , ΔZ_z , K_{yc} , K_{co} , n , σ_{yc} , σ_{zc} , σ_{yco} , σ_{zco} (σ_{myc} , σ_{mzc} , σ_{myco} , σ_{mzco} , σ_{nyc} , σ_{nzc} , σ_{nyco} , σ_{nzco}), і σ'_y та σ'_z (σ'_{my} , σ'_{mz} , σ'_{ny} , σ'_{nz})] та вирази (3), (6), (7), (9)–(16), а для окремих випадків – додатково вирази (17)–(21).

Модель зв'язує наведені вище вихідні дані з показниками ефективності стрільби – ймовірностями влучення у ціль P_c і сторонню особу P_{co} , ймовірностями ураження цілі W_c та сторонньої особи W_{co} , а також імовірністю виконання вогневого завдання $W_{ввз}$ у цілому.

Особливістю моделі є наявність формул, які зв'язують M_{yc} , M_{zc} з розмірами цілі Y_{yc} , Z_{zc} , координатами її центра Y_{yc0} , Z_{zc0} та відхиленнями ΔY_y , ΔZ_z , а M_{yco} , M_{zco} – з розмірами зони ураження сторонньої особи Y_{co} , Z_{co} , координатами центрів СО Y_{yc0} , Z_{zc0} і цілі Y_{yc} , Z_{zc} та відхиленнями ΔY_y , ΔZ_z . Як наслідок суттєво спрощується введення вихідних даних, зменшується їхня кількість та знижується ймовірність помилок, що зумовлені додатковими обчисленнями.

Крім того, для зменшення кількості попередніх обчислень і вихідних даних, які вводяться, передбачено можливість використання кутових параметрів розсіювання влучень під час стрільби, а відповідні лінійні значення залежно від відстаней до цілі розраховуються автоматично.

Застосування пропонованої моделі може бути доцільним для таких випадків, як:

– розрахунок імовірності виконання вогневого завдання снайпером сил безпеки з обмеженням щодо ураження сторонніх осіб, що відповідає певним вихідним даним;

- визначення параметрів виконання вогневого завдання, які забезпечують задану або максимальну ймовірність його виконання;
- оцінювання придатності зразків зброї для виконання відповідного вогневого завдання із заданою ймовірністю та інших подібних завдань.

Висновки

1. Відомі моделі ефективності стрільби внаслідок нечутливості до чинників, що визначають безпечність застосування зброї для сторонніх осіб, виявляються не придатними для оцінювання ефективності виконання вогневих завдань силами безпеки.

2. Для врахування специфіки застосування зброї силами безпеки розроблено модель виконання вогневого завдання з обмеженням щодо ураження сторонніх осіб снайпером сил безпеки. Ця модель зв'язує параметри зброї, цілі та умов виконання вогневого завдання з показниками ефективності стрільби. На відміну від відомих моделей запропонована модель ураховує не тільки параметри, що впливають на ймовірності влучення у ціль та ураження цілі, а також такі, що визначають імовірності влучення у сторонню особу та її ураження. Це дає змогу дослідити вплив параметрів зброї, цілі та умов виконання вогневого завдання на ймовірність виконання вогневого завдання з обмеженнями щодо ураження сторонньої особи в цілому.

3. Розроблену модель доцільно використовувати для розрахунку показників виконання вогневого завдання снайпером сил безпеки, для визначення параметрів виконання вогневого завдання, які забезпечують задану або максимальну ймовірність його виконання, а також для оцінювання придатності зразків зброї для виконання відповідного вогневого завдання із заданою ймовірністю.

Напрямом подальшого дослідження є визначення впливу окремих параметрів вогневого завдання снайпера сил безпеки на показники ефективності його виконання.

Перелік джерел посилання

1. Corriveau D., Rabbath C. A., Goudreau A. Effect of the firing position on aiming error and probability of hit. *Defence Technology*. 2019. Vol. 15. No. 5. P. 713–720. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dt.2019.08.008>.
2. Biggs A., Hamilton J. A primer on using Monte Carlo simulations to evaluate marksmanship. *Journal of Defense Analytics and Logistics*. 2023. Vol. 7. No. 2. P. 138–155. DOI: <https://doi.org/10.1108/JDAL-10-2022-0008>.
3. Biggs A. T., Huffman G., Hamilton J., Javes K. et al. Small arms combat modeling: a superior way to evaluate marksmanship data. *Journal of Defense Analytics and Logistics*. 2023. Vol. 7. No. 1. P. 69–87. DOI: <https://doi.org/10.1108/JDAL-11-2022-0012>.
4. Mihaylov D. One simple model of small arms fire using the Monte Carlo method. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*. 2017. Vol. 14. No. 4. P. 465–470. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512916688566>.
5. Jankovych R., Majtanik J. Snipers' shooting control chart. *Advances in Military Technology*. 2007. Vol. 2. No. 1. P. 49–63. URL: <https://www.aimt.cz/index.php/aimt/article/view/1696> (accessed: 17.02.2026).
6. Campbell L. M. Statistics in Ballistics: Applications of Mathematical Statistics to Dispersion in Exterior Ballistics. Monograph (open PDF). URL: <https://surl.li/pksgnu> (accessed: 17.02.2026).
7. Біленко О. І., Кириченко О. О. Шляхи підвищення безпечності застосування стрілецької зброї силами охорони правопорядку. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2014. № 2/3 (68). С. 35–39. URL: <https://surl.li/ftromm> (дата звернення: 17.02.2026).
8. Біленко О. І., Кириченко О. О. Методика визначення раціональних балістичних характеристик зразка стрілецької зброї сил безпеки для підвищення безпечності її застосування. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. 2018. Вип. 2 (32). С. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2018/2/32/155168>.
9. Біленко О. І. Обґрунтування раціональних значень технічних характеристик кінетичної зброї з обмеженою відстанню дії для сил безпеки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 4 (44). С. 10–14. URL: <https://surl.li/cc/shorlm> (дата звернення: 17.02.2026).
10. Біленко О. І., Пашенко В. В. Підвищення стабільності дульної швидкості поражаючих елементів кінетичної зброї не смертельної дії. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2010. Вип. 2. С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2010/2/16/150687>.
11. Біленко О. І., Белашов Ю. О. Шляхи підвищення ефективності виконання вогневих завдань снайпером сил охорони правопорядку. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС*

України. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2013. Вип. 2 (22). С. 12–15. DOI: <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2013/2/22/141153>.

12. Біленко О. І. Підвищення ефективності виконання снайперських вогневих завдань силами безпеки шляхом визначення раціональних характеристик оптичного прицілу. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 1 (41). С. 7–11. URL: <https://surl.li/axrdlp> (дата звернення: 17.02.2026).

13. Біленко О. І., Белашов Ю. О. Підвищення оперативності виконання снайперських вогневих завдань силами безпеки шляхом зменшення кута вильоту кулі. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 3 (43). С. 16–21. URL: <https://surl.li/obqxwt> (дата звернення: 17.02.2026).

14. Біленко О. І., Першина К. В. Вплив характеристик системи «людина – машина» на ефективність виконання вогневих завдань працівниками сил безпеки. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. 2016. № 49 (1221). С. 80–84. URL: <https://surl.li/htwhoq> (дата звернення: 17.02.2026).

15. Біленко О. І. Показники та критерії оцінювання ефективності стрільби при виконанні специфічних завдань силами безпеки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. № 3 (39). С. 7–11. URL: <https://surl.li/xjhtan> (дата звернення: 17.02.2026).

16. Корн Г., Корн Т. Довідник з математики для наукових працівників та інженерів : пер. з англ. Київ : Техніка, 1984. 832 с.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2026 р.

Прийнято до друку після рецензування 15.03.2026 р.

Дата публікації 29.05.2026 р.

UDC 623.4

O. Bilenko, D. Asanov

MODEL FOR EXECUTING A FIRE MISSION BY A SECURITY FORCES SNIPER WITH RESTRICTIONS ON COLLATERAL INJURY TO BYSTANDERS

The process of social humanisation imposes significant restrictions on the permissible outcomes of security forces' actions. When using weapons in populated areas, freeing hostages, and performing other tasks in close proximity to bystanders, law enforcement agencies must take into account the interests of the latter and ensure their safety to the greatest extent possible.

Consequently, security missions often involve situations that require the neutralisation of targets with an exceptionally high degree of reliability. Such situation include, for example, the disarming of armed terrorists holding hostages or the elimination of criminals who have attacked protected persons in the presence of bystanders. At the same time, restrictions are imposed to avoid injuring hostages or bystanders surrounding the criminal or located in the area of possible fire. This creates a need to perform fire missions with very high efficiency: probability of hitting the objective should be as close to one as possible, while probability of harming civilians should be minimised.

Current models for assessing the efficacy of fire missions are largely unsuitable for assessing such specific security force tasks, as they do not take into account the safety of bystanders. In order to account for the specific nature of the use of weapons by security forces, a model has been developed for the execution of a fire mission by a security force sniper with restrictions on causing harm to bystanders. This model relates weapon parameters, targets and firing conditions to firing effectiveness indicators, including the chance of hitting the target and a bystander, the chance of neutralising the target and wounding a bystander, and the total chance of completing the firing mission. Proposed model can be used to calculate the performance indicators of a security forces sniper, determine the parameters of the task that ensure a given or maximized probability of success, and assess the suitability of weapon system for performing a given fire mission with a given confidence level.

Keywords: *fire mission, probability of neutralisation, shooting effectiveness, security forces, sniper, bystanders.*

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління логістикою, Національна академія Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0001-6007-3330>

Асанов Денис Сергійович – ад'юнкт, Національна академія Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0002-0038-2059>