

УДК 623.44



О. І. Біленко



Р. О. Кайдалов



К. В. Першина

ОБґРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО СПУСКОВИХ ПРИСТРОЇВ КОРОТКОСТВОЛЬНОЇ ЗБРОЇ

У статті отримано залежності, які зв'язують довжину ходу спуска, зусилля спуску та середньо-квадратичне відхилення координат влучень у площину цілі при стрільбі з короткоствольної зброї. На основі отриманих залежностей розроблено методику обґрунтування вимог до характеристик спускового механізму короткоствольної зброї за умов забезпечення заданої точності стрільби, яка дозволяє сформулювати вимоги до зусилля та довжини ходу спуску пістолетів та револьверів при веденні вогню з нестійких положень.

К л ю ч о в і с л о в а: ефективність стрільби, зусилля спуску, довжина ходу спуска, ймовірність ураження цілі, короткоствольна зброя.

Постановка проблеми. Одним з основних принципів застосування сили під час виконання правоохоронних функцій відповідними органами є вибірковість. Передбачається застосування сили, зокрема зброї, лише проти правопорушника. При цьому не допускаються ураження заручників, сторонніх осіб та представників дружніх сил.

Виконання завдань силами безпеки з охорони громадського порядку, охорони осіб, об'єктів та майна, конвоювання підсудних та засуджених осіб у судових залах та на маршрутах конвоювання здійснюється в оточенні сторонніх осіб та створює небезпеку ураження останніх. Застосування зброї проти порушників, які прикриваються заручниками, створює небезпеку ураження заручників або інших осіб, які знаходяться у напрямку стрільби. Отже, існує потреба у високих показниках ефективності виконання вогневих завдань працівниками сил безпеки, що дозволять надійно урадити ціль та виключити поранення або ураження інших осіб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення точності та оперативності стрільби завжди були пріоритетними завданнями у створенні та модернізації зразків стрілецької зброї. При цьому основна увага приділяється технічним характеристикам, які впливають на технічну купчастість стрільби та скорострільність.

Так, з метою підвищення стабільності дульної швидкості кулі висувуються більш жорсткі вимоги до розкиду параметрів заряджання [1, 2] та враховуються особливості процесу пострілу для атмосферних умов, що відрізняються від нормальних [3, 4]. Для підвищення купчастості стрільби збільшують жорсткість стволів та скорочують кут повороту зброї внаслідок віддачі [5]. Влучність стрільби покращується завдяки застосуванню прицілів, які забезпечують більш точне наведення зброї на ціль, наприклад оптичних. Для підвищення бойової скорострільності підвищують ємність магазинів [6, 7] та вживають конструктивні рішення, які сприяють скороченню часу на перезаряджання зброї (механізм затворної затримки) [8, 9]. Використання коліматорних прицілів скорочує час наведення зброї на ціль та підвищує оперативність виконання вогневих завдань.

Велика кількість повсякденних завдань сил безпеки потребує використання непотужної компактною зброї, якою є пістолети. Але зазначені вище заходи підвищення ефективності стрільби в основному не можуть бути застосовані для пістолетів. Це пояснюється, з одного боку, достатньою технічною купчастістю стрільби пістолетів на відстанях практичного застосування (до 50 м), а з іншого, – способом утримання короткоствольної зброї. При стрільбі з руки (двох рук) на купчастість значно впливають коливання та зміна положення зброї у просторі внаслідок скорочення м'язів руки після натискання на спусковий гачок, а також динамічного тремору [10].

На величини динамічного тремору та переміщення зброї при здійсненні спуску впливають деякі

технічні характеристики зброї, а саме: довжина ходу спускового гачка L_C та зусилля спуску P_C . Чим більше зазначені величини, тим менш стабільним є положення зброї під час спуску [11].

Для обґрунтованого формування вимог до технічних характеристик зброї необхідно знати залежності величин, що характеризують ефективність стрільби, обумовлену зусиллям спуску та довжиною ходу спускового гачка, а також визначити раціональну послідовність дій при визначенні вимог до окремих характеристик. Спочатку доцільно сконцентруватися на забезпеченні точності стрільби як найбільш важливої властивості системи «зброя – стрілець».

Мета статті – створення методики обґрунтування вимог до спускових пристроїв короткоствольної зброї за умови забезпечення заданої точності стрільби.

Виклад основного матеріалу. До спускових пристроїв стрілецької зброї висуваються чисельні вимоги. Якщо відкинути вимоги до експлуатаційних характеристик зброї, які на даний час є достатньо забезпеченими, то на точність стрільби впливають переважно зусилля спуску та довжина ходу спуска.

У статті [12] проведено дослідження впливу характеристик спускового механізму пістолета на ефективність стрільби та отримано залежності середньоквадратичного відхилення координат влучення у площину цілі та часу виконання вогневого завдання від довжини ходу спуска і зусилля спуску пістолета.

Але для отримання значень зусилля спуску P_C та довжини ходу спуска L_C , які відповідають заданим значенням точності та оперативності стрільби, необхідні залежності від середньоквадратичного відхилення (СКВ) координат влучень у площину цілі σ : $L_C(\sigma)$ та $P_C(\sigma)$. Їх можна одержати з відповідних залежностей $\sigma(L_C)$ та $\sigma(P_C)$, які отримані у зазначеній вище статті [12].

Слід зазначити, що величина σ є функцією L_C та P_C одночасно, тому доцільно подавати залежність $L_C(\sigma)$ при фіксованих значеннях P_C , а $P_C(\sigma)$ – при фіксованих значеннях L_C відповідно. Графік залежності $L_C(\sigma, P_C)$ наведений на рис. 1.

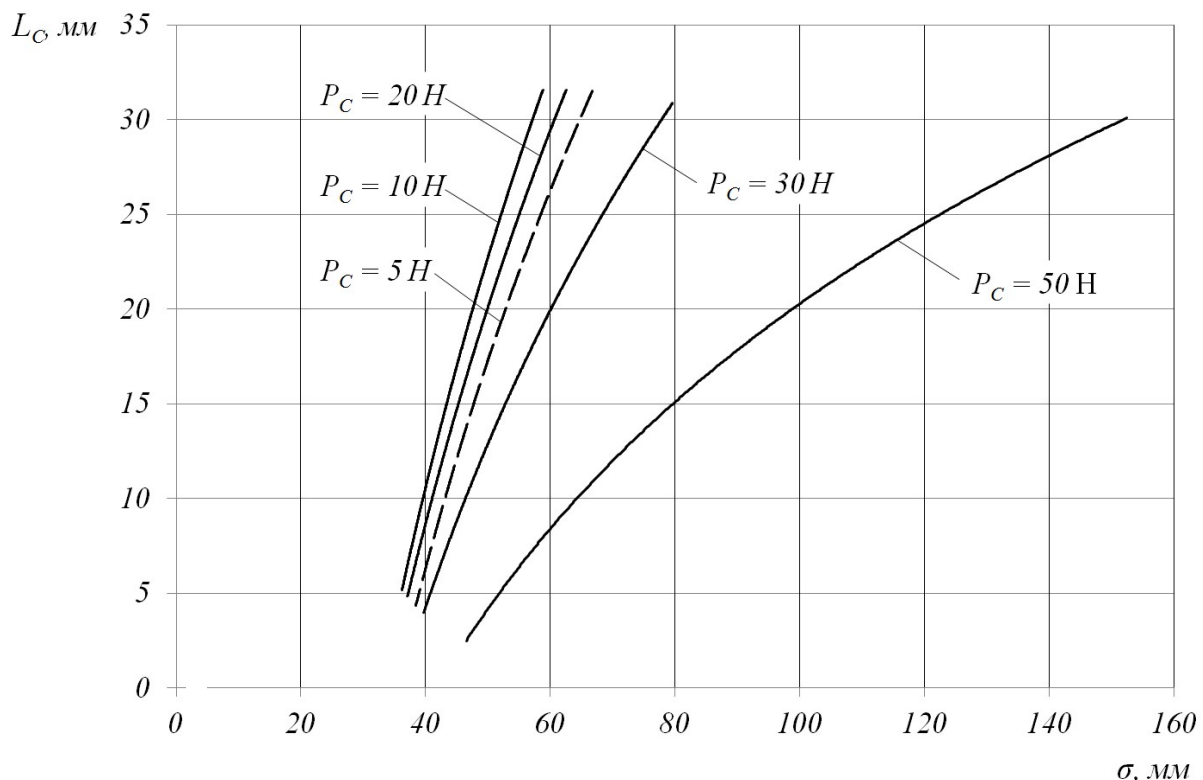


Рисунок 1 – Залежність довжини ходу спуска від СКВ координат влучень у площину цілі та зусилля спуску

Окремі криві описуються такими рівняннями:

$$L_{C5} = 54,5 \ln(\sigma) - 190,3, \quad (1)$$

$$L_{C10} = 51,2 \ln(\sigma) - 180,3, \quad (2)$$

$$L_{C20} = 49,2 \ln(\sigma) - 175,2, \quad (3)$$

$$L_{C30} = 38,7 \ln(\sigma) - 138,4, \quad (4)$$

$$L_{C50} = 23,2 \ln(\sigma) - 86,7. \quad (5)$$

Залежність $P_C(\sigma, L_C)$ наведена на рис. 2.

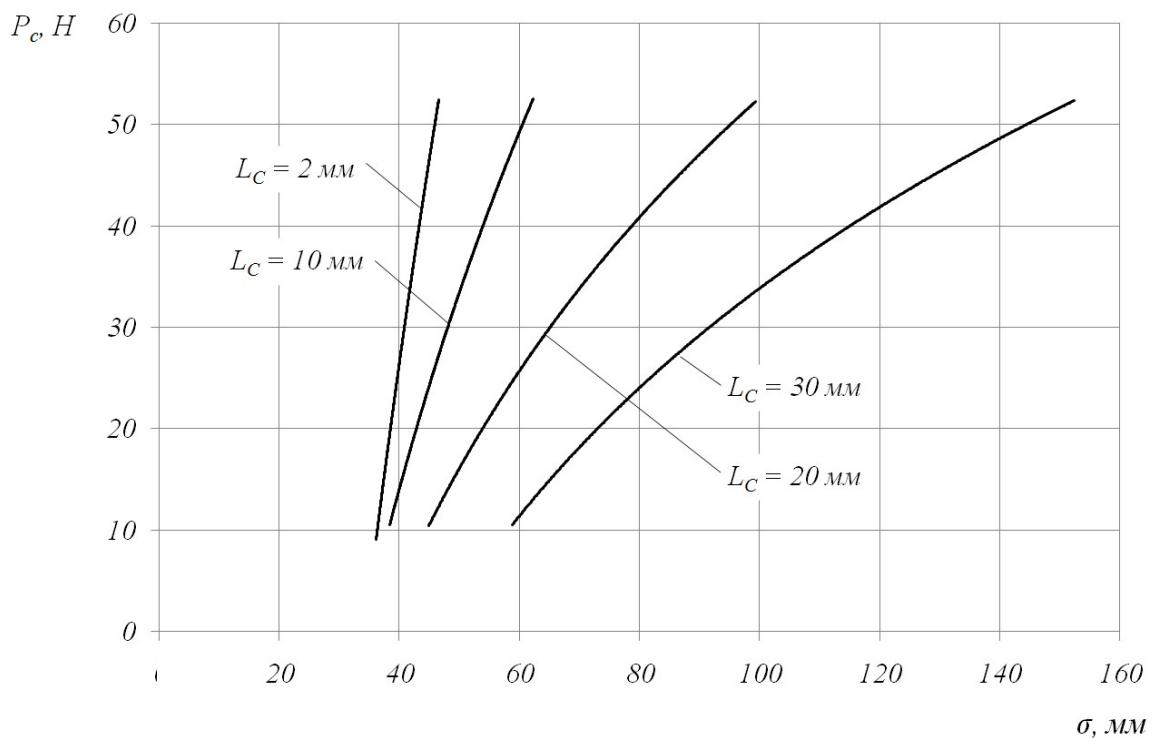


Рисунок 2 – Залежність зусилля спуску від СКВ координат влучень у площину цілі та довжини ходу спуску

Окремі криві на рис. 2 описуються такими рівняннями:

$$P_{C2} = 149,0 \ln(\sigma) - 521,2, \quad (6)$$

$$P_{C10} = 75,33 \ln(\sigma) - 259,8, \quad (7)$$

$$P_{C20} = 45,73 \ln(\sigma) - 159,1, \quad (8)$$

$$P_{C30} = 38,16 \ln(\sigma) - 140,5. \quad (9)$$

Залежності (рис. 1 та 2) дозволяють знайти сполучення зусилля та довжини ходу спуску за заданим значенням σ . Також можна визначити значення зусилля спуску за заданим значенням L_C та σ

або довжини ходу спуска за заданим значенням P_C та σ .

Наприклад, необхідно виконати таку вогневу задачу – уразити терориста, який утримує заручника та прикривається ним:

- ціль – головна фігура (0,2 м×0,3 м);
- відстань до цілі 25 м;
- ймовірність ураження цілі $W \geq 0,95$;
- кількість пострілів $N = 1$;
- кількість влучень, достатня для ураження цілі, $n = 1$;
- СКВ, що зумовлене технічною купчастістю зброї, $\sigma_T = 0,03$ м.

Завдання – вибрати прийнятний для цього зразок короткоствольної зброї.

Під час отримання залежностей координат влучень у площину цілі від довжини ходу спуска та зусилля спуску [12] були враховані СКВ, зумовлені помилкою наведення зброї на ціль σ_H , недосконалістю координації рухів під час спуску σ_K , а також статичним σ_{TPC} та динамічним σ_{TRD} треморами. Тому формулу для визначення СКВ координат влучень у площину цілі [13]

$$\sigma = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_H^2 + \sigma_K^2 + \sigma_{TPC}^2 + \sigma_{TRD}^2} \quad (10)$$

можна записати у такому вигляді:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_{SUM}^2}. \quad (11)$$

При цьому σ_{SUM} дорівнює квадратному кореню суми квадратів відповідних СКВ, які вже враховані емпіричною залежністю

$$\sigma_{SUM} = \sqrt{\sigma_H^2 + \sigma_K^2 + \sigma_{TPC}^2 + \sigma_{TRD}^2}, \quad (12)$$

де σ_H – СКВ, обумовлене помилкою наведення на ціль, м;

σ_K – СКВ, обумовлене координацією рухів, м;

σ_{TPC} – СКВ, обумовлене статичним тремором, м;

σ_{TRD} – СКВ, обумовлене динамічним тремором, м.

З виразу (13), наведеному у праці [14], визначасмо значення ймовірності влучення у ціль $P = 0,95$, а з виразу (14), що наведений у тій самій праці, – значення СКВ $\sigma = 0,05$ м.

$$W = 1 - (1 - P)^n, \quad (13)$$

де P – ймовірність влучення у ціль;

n – кількість пострілів.

$$P = \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_{-\frac{Y}{2}}^{\frac{Y}{2}} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2\sigma_y^2}} dy \right] \times \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \int_{-\frac{Z}{2}}^{\frac{Z}{2}} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2\sigma_z^2}} dz \right], \quad (14)$$

де σ_y – СКВ координат точок влучення від осі розсіювання по висоті, м;

σ_z – СКВ координат точок влучення від осі розсіювання у бічному напрямку, м;

\bar{y} – математичне сподівання координат влучення куль по висоті, м;

\bar{z} – математичне сподівання координат влучення куль у бічному напрямку, м;

Y – висота цілі, м;

Z – ширина цілі, м.

На основі виразу (11) отримуємо

$$\sigma_{\text{сум}} = \sqrt{\sigma^2 - \sigma_{\text{т}}^2}. \quad (15)$$

Потім, за умови, що $\sigma_{\text{т}} = 0,03$ м, знаходимо $\sigma_{\text{сум}} = 0,04$ м.

За допомогою залежності (рис. 1) отримуємо сполучення зусилля спуску $P_{\text{с}}$ та довжини ходу спуска $L_{\text{с}}$, які задовольняють умови вогневого завдання (табл. 1).

Таблиця 1 – Сполучення зусилля спуску $P_{\text{с}}$ та довжини ходу спуска $L_{\text{с}}$ для $\sigma_{\text{сум}} = 0,04$

$P_{\text{с}}, \text{Н}$	$L_{\text{с}}, \text{м}$
5	0,007
10	0,011
20	0,008
30	0,004

Якщо зусилля спуску $P_{\text{с}} \geq 50$ Н, то прийнятних значень довжини ходу спуска немає.

З пістолетів, які перебувають на озброєнні у підрозділах сил безпеки України, зазначеним у табл. 1 умовам відповідають 9-мм пістолет Форт-12, 9-мм пістолет Форт-14 ТП, 9-мм пістолет Форт-17 (табл. 2). Також умовам завдання відповідає 9-мм пістолет НК SFP9-SF. Інші зразки, наприклад 9-мм ПМ або 9-мм пістолет НК SFP9-TR (НК SFP9), мають надто великі значення хоча б одного з досліджуваних показників.

Таблиця 2 – Зусилля та довжина ходу спуска деяких зразків стрілецької зброї, що перебувають на озброєнні сил безпеки

Зразок зброї	Зусилля спуску, Н	Довжина ходу спуска, мм
9-мм пістолет Макарова (ПМ)	від 15 до 35	від 16 до 21
9-мм пістолет Форт-12	від 20 до 35	від 7 до 8
9-мм пістолет Форт-14 ТП	Те саме	від 5 до 7
9-мм пістолет Форт-17	– » –	від 5 до 7
9-мм автоматичний пістолет Стечкина (АПС)	від 15 до 30	від 16 до 21
9-мм пістолет НК SFP9-SF	від 20 до 24	6
9-мм пістолет НК SFP9-TR	від 30 до 35	11

Наведені вище залежності та міркування дозволяють створити методику обґрунтування вимог до характеристик спускового механізму короткоствольної зброї за умов забезпечення заданої точності стрільби.

Метою методики є отримання такого сполучення зусилля та довжини ходу спуска, яке забезпечить СКВ влучень у площину цілі не вище заданого значення, що відповідає заданій вимозі до мінімальної ймовірності ураження цілі.

Блок-схема алгоритму цієї методики наведена на рис. 3.

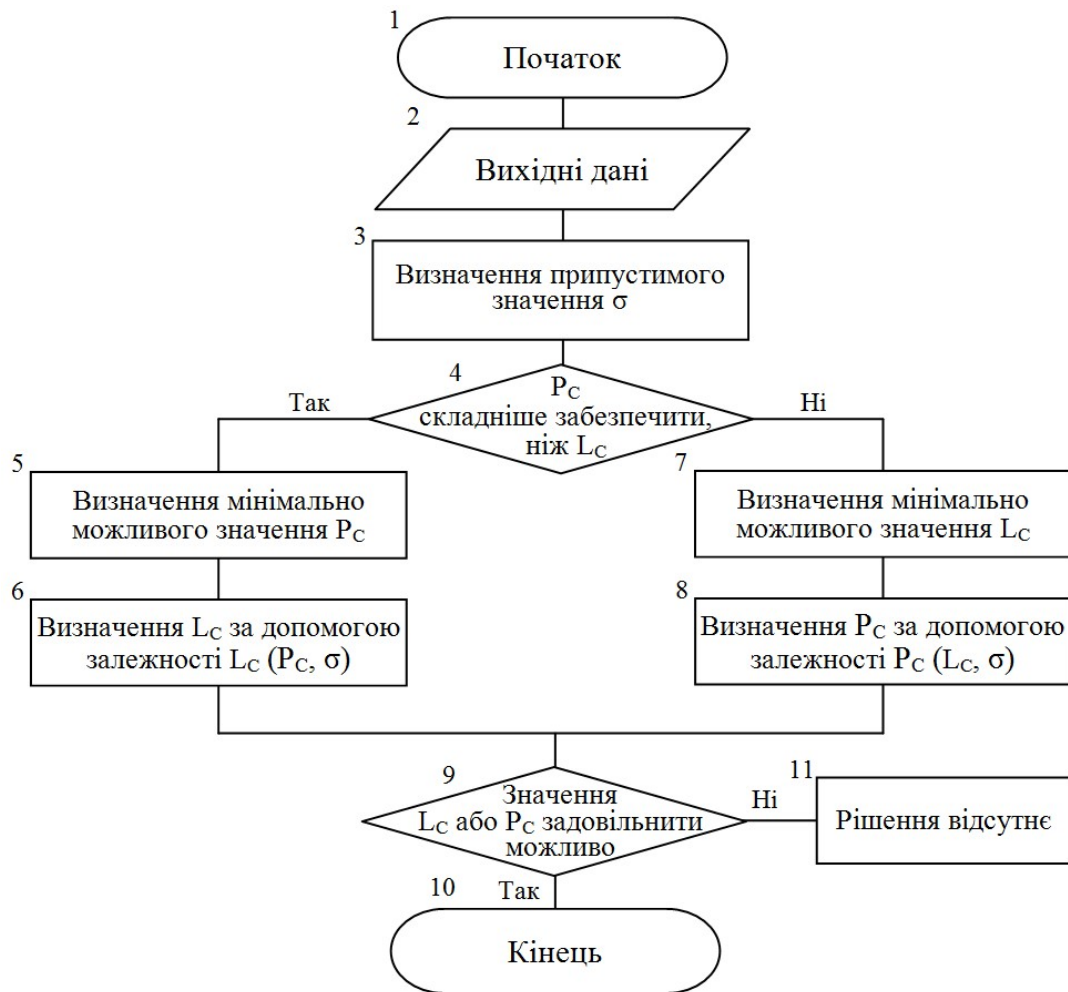


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритму методики обґрунтування вимог до характеристик спускового механізму короткоствольної зброї за умов забезпечення заданої точності стрільби

Вихідними даними (блок 2 на рис. 3) є значення таких величин:

- висота цілі Y , м;
- ширина цілі Z , м;
- відстань до цілі X , м;
- кількість пострілів n , од.;
- необхідна кількість влучень у ціль для виведення її з ладу K , од.;
- характеристика технічного розсіювання зброї σ_T , м;
- допустима ймовірність ураження цілі W ;
- залежність довжини ходу спуска від зусилля спуску та СКВ координат влучень у площину цілі $L_C(P_C, \sigma)$;
- залежність зусилля спуску від довжини ходу спуска пістолета та СКВ координат влучень у площину цілі $P_C(L_C, \sigma)$.

У блоці 3 (рис. 3) на основі заданих характеристик цілі, параметрів технічного розсіювання зброї, кількості здійснюваних пострілів та необхідних влучень у ціль, що забезпечують її ураження, а також заданого значення ймовірності ураження цілі визначається допустиме значення СКВ влучень у ціль.

У блоці 4 (рис. 3) на основі аналізу конструктивних особливостей зразка зброї та можливостей внесення змін до його конструкції визначається рівень складності забезпечення та межі варіювання характеристик спускових механізмів, а саме зусилля P_C та довжини ходу спуска L_C .

Залежно від співвідношення можливостей забезпечення P_C та L_C здійснюється перехід до блоків 5 або 7 (рис. 3). Якщо P_C складніше забезпечити, ніж L_C , то переходимо до блока 5 (рис. 3). У цьому блоці визначається мінімальне можливе значення P_C . При цьому враховуються як особливості

конструкції спускового механізму, так і необхідність безпечного застосування зброї, тобто мінімально допустиме значення P_C . Крім того, недоцільним є зниження P_C менше ніж 10 Н через зменшення купчастості стрільби (рис. 1).

У блоці 6 (рис. 3) за допомогою залежності $L_C(P_C, \sigma)$ визначається значення L_C , яке задовольняє припустиме значення σ , отримане у блоці 3.

У блоці 9 (рис. 3) здійснюється перевірка можливості забезпечення отриманого значення L_C . Якщо така можливість існує, то завдання вважається виконаним (перехід до блока 10). У іншому випадку рішення відсутнє (блок 11).

Якщо L_C складніше забезпечити, ніж P_C , то переходимо до блока 7 (рис. 3). У цьому блоці визначається мінімально можливе значення L_C . При цьому враховується необхідність уникнення випадкового пострілу внаслідок надмірно короткого ходу спуска.

У блоці 8 (рис. 3) за допомогою залежності $P_C(L_C, \sigma)$ визначається значення P_C , яке задовольняє припустиме значення σ , отримане у блоці 3. Подальший процес виконання алгоритму описаний вище.

Така методика дозволяє сформулювати вимоги до основних технічних характеристик спускових пристроїв пістолетів та револьверів (зусилля та довжина ходу спуска) при стрільбі з нестійких положень. Для випадків, коли вогонь ведеться зі стійких положень або для зброї з прикладами (плечовими упорами), використання даної методики не доцільне через незначний вплив тремору рук на результати стрільби.

Висновки

1. Отримано залежності довжини ходу спуска від СКВ координат влучень у площину цілі та зусилля спуску $L_C(\sigma, P_C)$ і зусилля спуску від СКВ координат влучень у площину цілі та довжини ходу спуска $P_C(\sigma, L_C)$, які дозволяють визначати вимоги до довжини ходу спуска та зусилля спуску пістолетів, що забезпечують заданий показник точності стрільби при стрільбі з нестійких положень.

2. На основі отриманих залежностей $L_C(\sigma, P_C)$ та $P_C(\sigma, L_C)$ розроблено методику обґрунтування вимог до характеристик спускового механізму короткоствольної зброї за умов забезпечення заданої точності стрільби, яка дозволяє сформулювати вимоги до зусилля спуску та довжини ходу спуска пістолетів і револьверів при веденні вогню з нестійких положень.

3. Напрямок подальшого дослідження є створення методики обґрунтування вимог до характеристик спускового механізму короткоствольної зброї за умов забезпечення заданої оперативності стрільби.

Перелік джерел посилання

1. Біленко О. І., Афанасьєв В. В. Вплив точності виготовлення елементів спорядження боєприпасів на ефективність стрільби зі стрілецької зброї. *Труди академії*. Київ : НАОУ, 2008. № 4 (84). С. 180–184.
2. 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, 2010. № 2 (16). С. 5–10.
3. Пашенко В. В. Дослідження впливу температури заряду на дульну швидкість поражаючих елементів кінетичної зброї не смертельної дії. *Збірник наукових праць ХУПС*. Харків, 2011. № 1 (6). С. 12–15.
4. Дмитриева К. А., Швыкин Ю. С. Определение скорости горения пироксилинового топлива для низких давлений : сб. докл. «Всесоюзный симпозиум по внутренней баллистике». Пенза. 1971. С. 102–105.
5. 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.
6. ПММ пістолет Макарова модернізований 12 патронів. Оружие Вооружение мира. URL : <http://oruzhie.info/pistolety/756-pmm> (дата обращения: 15.05.2022).
7. Довбня В. В. Зброя підрозділів спеціального призначення : навч. посіб. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2009. 281 с.
8. Наставление по стрелковому делу. 9-мм пістолет Макарова (ПМ). Москва : Воениздат, 1968. 103 с.
9. Наставление по стрелковому делу. 7,62-мм снайперская винтовка Драгунова (СВД). Москва : Воениздат, 1971. 175 с.
10. Кедяров А. П. Обучение стрельбе в биатлоне : учебное пособие. Брянск : НИИ физкультуры и спорта Республики Беларусь, 2007. 104 с.

11. Пистолет Макарова «В честной борьбе». URL : http://shotgun.com.ua/fire/pm/pm_hist.html (дата звернення: 15.05.2022).

12. Біленко О. І., Першина К. В., Павлов Д. В. Експериментальне дослідження впливу характеристик спускового механізму пістолета на ефективність стрільби. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних сил України*. 2019. №. 1 (9). С. 53–58.

13. Біленко О. І., Першина К. В. Вплив характеристик системи «людина–машина» на ефективність виконання вогневих завдань працівниками сил безпеки. *Вісник НТУ «ХПИ»*. Харків, 2016. № 49 (1221). С. 80–84.

14. Губин С. Г. Эффективность стрельбы из вооружения боевых машин и стрелкового оружия. Новосибирск : СГГА, 2012. 158 с.

Стаття надійшла до редакції: 20.05.2022 р.

UDC 623.44

О. Bilenko, R. Kaidalov, K. Pershyna

SUBSTANTIATION OF REQUIREMENTS FOR TRIGGER MECHANISMS OF SHORT-BARRELED WEAPONS

One of the main principles of the use of force in the performance of law enforcement functions by the relevant authorities is selectivity. It is envisaged to use force, including weapons, only against the offender. Hostages, outsiders and friendly forces are not allowed to be defeated.

The tasks of the security forces in the protection of public order, protection of persons, objects and property, in escorting defendants and convicts in courtrooms and on escort routes are carried out surrounded by outsiders and create a risk of damage to the lasts. The use of weapons against hostage-takers violates the risk of defeating hostages or other persons in the direction of fire. Therefore, there is a need for high rates of effectiveness of fire tasks by security forces, which will reliably hit the target and eliminate injuries or injuries to others.

When shooting from the hand (two hands), the oscillation and change of the position of the weapon in space due to the contraction of the arm muscles due to the action on the trigger, as well as dynamic tremor have a significant effect on the cluster.

The magnitude of the dynamic tremor and movement of the weapon during the descent is influenced by some technical characteristics of the weapon, namely - the length of the trigger and the descent force. The greater these values, the less stable the position of the weapon during the descent.

The article deals with the dependences that relate the length of the descent stroke, the descent force and the standard deviation of the coordinates of the hits in the plane of the target when firing from a short-barreled weapon. Based on the obtained dependences, a method of substantiating the requirements for the characteristics of the trigger mechanism of short-barreled weapons under conditions of ensuring a given firing accuracy, which allows to form requirements for effort and length of the pistol and revolver when firing from unstable positions.

К е у в о р д s: fire mission effectiveness, length of the trigger, force of the descent, target hitting probability, short-barreled weapons.

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри оперативного та логістичного забезпечення Національної академії Національної гвардії України.
<https://orcid.org/0000-0001-6007-3330>

Кайдалов Руслан Олегович – доктор технічних наук, професор, начальник кафедри оперативного та логістичного забезпечення Національної академії Національної гвардії України.
<https://orcid.org/0000-0002-5131-6246>

Першина Катерина Володимирівна – доктор філософії, старший викладач кафедри правового забезпечення Національної академії Національної гвардії України.
<https://orcid.org/0000-0001-9939-553X>