

УДК 623.44



О. І. Біленко



О. О. Кириченко

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ БАЛІСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКА СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ СИЛ БЕЗПЕКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

*Показано, що надмірні значення основних характеристик стрілецької зброї сил безпеки знижують безпечність її застосування по відношенню до сторонніх осіб. 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. Розроблено методику визначення балістичних характеристик зразка стрілецької зброї, які одночасно забезпечують достатні для забійної дії кінетичну та питому енергію кулі на відстанях до прицільної включно та мінімальну дальність забійної дії кулі на відстанях, що перевищують прицільну.*

*К л ю ч о в і с л о в а: стрілецька зброя, безпечність застосування зброї, прицільна відстань, забійна дія, питома енергія кулі, кінетична енергія кулі, сили безпеки.*

**Аналіз публікацій та постановка проблеми.** Метою застосування зброї силами безпеки (СБ) є припинення здійснення правопорушення, позбавлення правопорушника можливості чинити опір або здійснювати втечу. Ці завдання мають вирішуватися без людських втрат серед представників СБ, заручників та інших громадян, які не є учасниками подій (далі – сторонні особи) [1, 2]. Тому питання забезпечення безпечності застосування стрілецької зброї (БЗСЗ) для дружніх сил та сторонніх осіб має прикладну актуальність.

Для надійного ураження живої сили без засобів індивідуального бронезахисту куля повинна мати достатні значення кінетичної  $E_k$  та питомої  $E_{пит}$  енергій. Такими значеннями вважаються:  $E_k \geq 30$  Дж [3],  $E_{пит} > 0,5$  Дж/мм<sup>2</sup> [4]. Безпечною можна вважати кінетичну енергію до 20 Дж за умови відсутності проникаючих поранень.

Аналіз зразків стрілецької зброї, які використовуються силами безпеки при виконанні службово-бойових завдань (СБЗ) [5 – 7]; свідчить, що вони мають надмірні значення основних характеристик – прицільної дальності, дальності, на якій зберігається забійна дія кулі, кінетичної енергії та пробивної дії кулі (див. табл. 1). Такі характеристики створюють небезпеку ураження сторонніх осіб, які знаходяться у напрямку стрільби. При цьому основною характеристикою, яка впливає на ймовірність ураження сторонніх осіб є дальність, на якій куля зберігає забійну дію  $X_{зд}$ . Це пояснюється складністю контролю обстановки у напрямку стрільби через велику кількість об'єктів, що обмежують огляд, але не є суттєвою перешкодою для кулі (зелені насадження, рекламні щити, малі архітектурні форми тощо).

Аналіз залежності ймовірності ураження сторонньої особи  $P_{СО}$  та виконання вогневого завдання з обмеженням щодо безпечності застосування зброї  $W_{ВВЗ}$  від дальності забійної дії зброї [1, 8] свідчить про достатньо суттєвий вплив  $X_{зд}$  на зазначені величини. Так, для реальних умов розташування правопорушника та сторонніх осіб при застосуванні пістолета типу 9-мм пістолета Макарова (ПМ) скорочення  $X_{зд}$  до величини прицільної відстані  $X_{ПР}$  дозволяє підвищити  $W_{ВВЗ}$  до 14 %, а  $P_{СО}$  мінімізувати (див. рис. 1, табл. 2).

*Енергетичні характеристики куль деяких зразків зброї сил безпеки*

Найменування зброї	Характеристика				
	Маса кулі, $\times 10^{-3}$ кг	Дальність забійної дії, м	Дульна енергія кулі, Дж	Енергія кулі на відстані 100 м, Дж	Перевищення енергії, що необхідна для ураження цілі, разів
7,62-мм СВД	9,6	3800	3306	2730	91
5,45-мм АК 74	3,4	1350	1377	1110	37
5,45-мм АКС 74У	3,4	1100	918	706	24
9-мм АПС	6,2	400	358	279	9
9-мм ПМ	6,2	350	308	243	8
9-мм Форт-12	6,2	350	308	243	8
9-мм Форт-14 ТП	6,2	380	342	268	9
9-мм Форт-14 ПП	6,2	470	397	306	10
9-мм ПБ	6,2	280	257	203	7

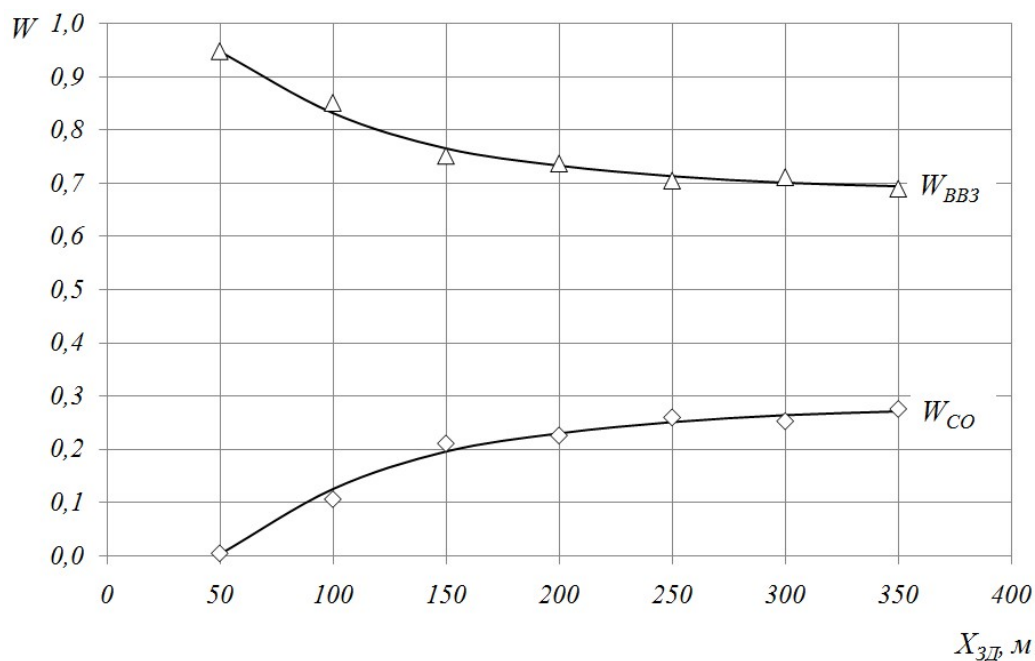


Рис. 1. Залежності ймовірностей ураження цілі та виконання вогневого завдання від дальності забійної дії

Залежність  $W_{BVZ}(X_{3Д})$  для 9-мм пістолета Макарова

$X_{3Д}, м$	$W_{BVZ}$	Приріст $W_{BVZ}$ на кожні 50 м скорочення $X_{3Д}$ , %
50	0,947	13,9
100	0,831	8,6
150	0,765	4,5
200	0,732	2,7
250	0,713	1,9
300	0,700	0,9
350	0,694	–

Таким чином, першим шляхом підвищення безпечності застосування стрілецької зброї є зниження енергетичних характеристик кулі до певних значень, а другим – максимальне скорочення відстані, на якій куля зберігає забійну дію за межами прицільної відстані. Реалізація зазначених шляхів пов'язана з вибором балістичних характеристик зброї та кулі, які задовольняють певним вимогам, тобто з розв'язуванням задач внутрішньої та зовнішньої балістики. Подібні завдання для бойової зброї не мають сенсу, тому раніше не розглядалися.

**Мета статті** – розроблення методики визначення раціональних балістичних характеристик зразка стрілецької зброї сил безпеки для підвищення безпечності її застосування.

**Виклад основного матеріалу.** Перехід від енергетичних характеристик кулі у момент зустрічі з цілью до її дульної швидкості пропонується здійснювати таким чином.

По-перше, визначити необхідну швидкість кулі в момент зустрічі з цілью  $V_{X_{np}}$  на відстані до цілі, що дорівнює  $X_{np}$ . Для цього необхідно визначити швидкості  $V_{X_{np}}^k$  та  $V_{X_{np}}^{num}$ , тобто швидкості, достатні для задоволення зазначених вище умов.

Кінетичну енергію кулі можливо обчислити за формулою [9]

$$E_k = \frac{mV_{X_{np}}^2}{2} \quad (1)$$

де  $m$  – маса кулі, кг.

Питому енергію обчислюють за формулою

$$E_{num} = \frac{mV_{X_{np}}^2}{2S}, \quad (2)$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу кулі, м<sup>2</sup>.

З формул (1) та (2) виходить

$$V_{X_{np}}^k = \sqrt{\frac{2E_{k \min}}{m}}, \quad (3)$$

$$V_{X_{np}}^{num} = \sqrt{\frac{2E_{num\ min} \cdot S}{m}}. \quad (4)$$

З визначених швидкостей  $V_{X_{np}}^k$  та  $V_{X_{np}}^{num}$  вибираємо найбільше значення, яке забезпечить як проникаючу, так і ударну дію кулі і, таким чином, надійне ураження цілі. Умови вибору:

$$V_{X_{np}} = V_{X_{np}}^k \Leftrightarrow V_{X_{np}}^k > V_{X_{np}}^{num}, \quad (5)$$

$$V_{X_{np}} = V_{X_{np}}^{num} \Leftrightarrow V_{X_{np}}^k < V_{X_{np}}^{num}. \quad (6)$$

Для розрахунку дульної швидкості кулі, що забезпечить відповідну швидкість зустрічі з ціллю скористаємося формулою, яка зв'язує швидкість у довільній точці траєкторії з дульною швидкістю  $V_{\partial}$ , балістичним коефіцієнтом  $C$ , відстанню до цієї точки  $X$  та даними закону Сіаччі і атмосфери СА-81, що враховуються коефіцієнтом  $k$  [10]:

$$V_X = V_{\partial} e^{-kCX}, \quad (7)$$

звідки отримаємо

$$V_{\partial} = V_X e^{kCX}. \quad (8)$$

Ураховуючи умови (5) та (6), а також формули (7) та (8), значення дульної швидкості розраховуватиметься за такими формулами:

$$V_{\partial} = V_{X_{np}}^k e^{kCX_{np}}, \quad (9)$$

$$V_{\partial} = V_{X_{np}}^{num} e^{kCX_{np}}. \quad (10)$$

У деяких випадках більш зручно оперувати не швидкостями, а енергіями кулі. Це пояснюється відсутністю необхідності прив'язування до конкретного типу кулі з фіксованим значенням її маси. В результаті можна вибирати прийнятну комбінацію маси та дульної швидкості кулі з низки доступних варіантів або здійснювати проектування нової кулі та балістичне проектування зброї для неї.

На основі формул (1) та (9) отримаємо вираз для визначення дульної кінетичної енергії кулі  $E_{k\partial}^k$ , яка забезпечує мінімально необхідну кінетичну енергію зустрічі з ціллю  $E_{k\ min}$  при заданих значеннях балістичного коефіцієнта кулі та прицільної відстані зброї:

$$E_{k\partial}^k = E_{k\ min} e^{2kCX_{np}}. \quad (11)$$

Аналогічно на основі формул (2) та (10) отримаємо вираз для визначення дульної кінетичної енергії кулі  $E_{k\partial}^{num}$ , яка забезпечує мінімально необхідну питому енергію зустрічі з ціллю  $E_{пит\ min}$  при заданих значеннях балістичного коефіцієнта кулі та прицільної відстані зброї:

$$E_{k\partial}^{num} = SE_{num\ min} e^{2kCX_{np}}. \quad (12)$$

Після отримання значень  $E_{k\partial}^k$  та  $E_{k\partial}^{num}$  можна визначити мінімально допустиме значення

дульної швидкості кулі за формулою, яку вибирають залежно від співвідношення  $E_{k\dot{a}}^k$  та  $E_{k\dot{o}}^{num}$ .

Умови вибору формули для обчислення дульної швидкості кулі:

$$V_{\dot{o}} = \sqrt{\frac{2E_{k\dot{o}}^k}{m}} \Leftrightarrow E_{k\dot{o}}^k > E_{k\dot{o}}^{num}, \quad (13)$$

$$V_{\dot{o}} = \sqrt{\frac{2SE_{k\dot{o}}^{num}}{m}} \Leftrightarrow E_{k\dot{o}}^k < E_{k\dot{o}}^{num}. \quad (14)$$

На наступному етапі слід побудувати залежність дульної швидкості кулі від її маси  $V_{\dot{o}}(m)$  з використанням відповідного виразу (13) або (14). Після чого вибрати прийнятну комбінацію  $V_{\dot{o}}$  та  $m$ . При цьому слід прагнути до максимізації дульної швидкості та мінімізації маси кулі. Більше значення дульної швидкості забезпечує більшу силу аеродинамічного опору [11], та, відповідно, меншу відстань за межами прицільної дальності, на якій куля зберігає забійну дію.

Це добре ілюструє рис. 2, на якому наведено динаміку зміни кінетичної енергії однієї умовної та декількох реальних куль з різними масами та дульними швидкостями, що забезпечують однакове значення кінетичної енергії (30 Дж) на заданій прицільній відстані (50 м). Умовна куля має масу 0,002 кг та форму, що відповідає найбільш розповсюдженій кулі 9 Пст.

З рис. 2 видно, що кулі з більшою дульною швидкістю швидше втрачають енергію після відстані  $X_{пр}$ , що з розумінь БЗСЗ є безумовно корисним.

Ефект підвищується також тим, що кулі з більшою швидкістю мають меншу масу, зниження маси кулі веде до підвищення значення її балістичного коефіцієнта, отже, і аеродинамічного коефіцієнта сили лобового опору повітря.

На рис. 2 та у табл. 1. можна також бачити відстані,  $X_{30 \text{ Дж}}$  та  $X_{20 \text{ Дж}}$  на яких кулі відповідно мають енергію  $E_{k \min} = 30$  Дж, яка є достатньою для забезпечення забійної дії, та  $E_k = 20$  Дж, яку можна вважати безпечною.

Видно, що відстань, на якій куля стає безпечною для сторонніх осіб, суттєво залежить від співвідношення маси та дульної швидкості. При цьому відстань  $\Delta X$ , на якій енергія втрачається з 30 до 20 Дж, варіюється в межах 17...54 м. Наприклад, за рахунок використання патрона 9 THV гж замість 9 БЖТ гж можна скоротити небезпечну ділянку поза прицільною дальністю у два рази (з 54 до 26 м), а для умовної кулі – більше ніж у три рази (з 54 до 17 м).

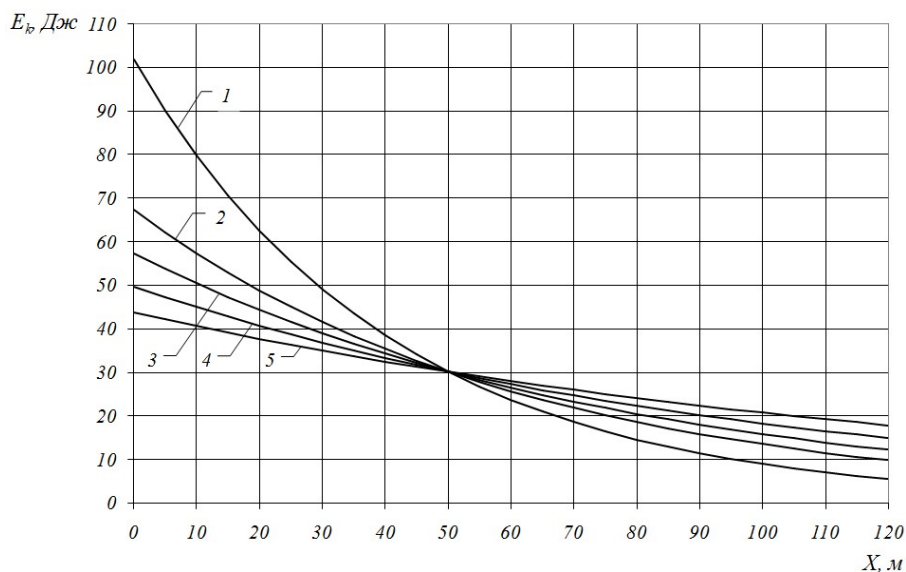


Рис. 2. Динаміка зміни швидкості кулі з різними масами та дульними швидкостями, що забезпечують однакове значення кінетичної енергії на заданій відстані: 1 – 9 мм умовна куля масою 0,002 кг; 2 – 9 THV гж; 3 – 9 7Н25 гс; 4 – 9 СП8 гж (гс); 5 – 9 БЖТ гж

Проблема вибору сполучення дульної швидкості та маси полягає у обмеженнях щодо забезпечення дуже малих та великих значень маси кулі та дуже великих значень її швидкості. Тому, вибираючи значення маси, слід аналізувати наявні матеріали та допустимі конструкції кулі, а вибираючи дульну швидкість, – перевіряти можливості практичної реалізації розв’язанням зворотної задачі внутрішньої балістики.

Т а б л и ц я 3

*Характеристики куль, які застосовуються в 9-мм пістолетних патронах (9×18 ПМ)*

Найменування патрона	Тип кулі	m, ×10 <sup>-3</sup> кг	C, м <sup>2</sup> /кг	V <sub>д<sup>0</sup></sub> , м/с	X <sub>30 Дж</sub>	X <sub>20 Дж</sub>	ΔX
	умовна куля	2,0	36,95	319	50	67	17
9 ТНУ гж	легка безоболонкова куля	2,6	24,41	228	50	76	26
9 7Н25 гс	бронебійна куля “ПБМ”	3,6	19,60	179	50	83	33
СП8 гж (гс)	експансивна куля з пониженою пробивною дією	5,0	15,22	141	50	91	41
9 БЖТ гж	суцільнометалева куля з підвищеним бронепробиттям	6,7	11,36	114	50	104	54

Оцінювання максимального значення дульної швидкості  $V_{\delta \max}$ , яке можливо практично забезпечити, можна здійснити на основі аналізу відомих зразків стрілецької зброї, віднесених до певного класу, за допомогою співвідношень внутрішньої балістики [12], а саме: виразу для розрахунку коефіцієнта заповнення площі індикаторної діаграми

$$\eta_{\delta} = \frac{P_{\text{сер}}}{P_m}, \quad (15)$$

де  $\eta_{\delta}$  – коефіцієнт заповнення площі індикаторної діаграми;  $P_m$  – максимальний тиск порохових газів в каналі ствола, Па;  $P_{\text{сер}}$  – середній тиск порохових газів в каналі ствола, Па, та виразу середнього тиску в каналі ствола

$$P_{\text{сер}} = \frac{\varphi m V_{\delta}^2}{2Sl_{\delta}}, \quad (16)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт фіктивності;  $S$  – площа перерізу каналу ствола, м<sup>2</sup>;  $l_{\delta}$  – довжина нарізної частини каналу ствола, м.

З рівнянь (15) та (16) отримуємо вираз

$$V_{\delta \max} = \sqrt{\frac{2P_m \eta_{\delta} Sl_{\delta}}{\varphi m}}. \quad (17)$$

Аналіз балістичних характеристик існуючих зразків 9 мм пістолетів на основі патрона 9×18 ПМ свідчить, що для них  $\varphi = 1,21 \dots 1,24$ ,  $\eta_{\delta} = 0,51 \dots 0,65$ . Значення довжини нарізної частини каналу ствола та максимального тиску порохових газів взято для пістолета Макарова:  $P_m = 1,2 \cdot 10^8$  Па,  $l_{\delta} = 0,093$  м. За допомогою виразу (17) побудовано залежність  $V_{\delta \max}(m)$  (див. рис. 3).

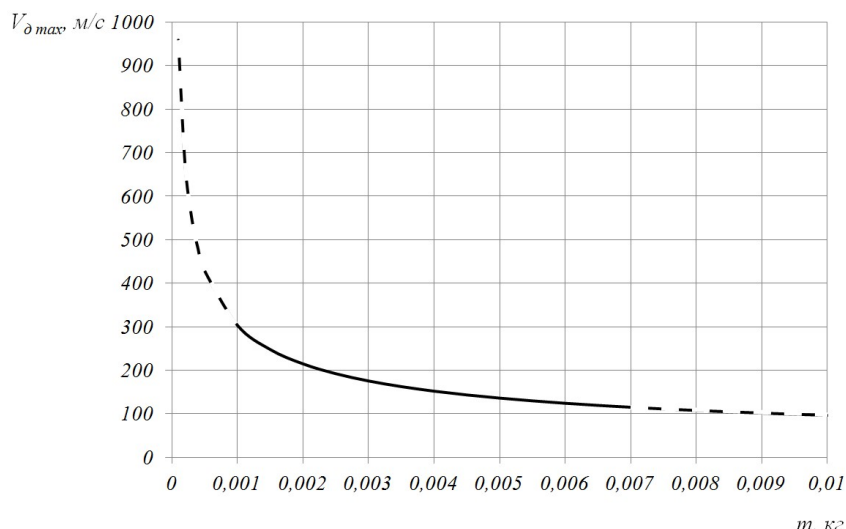


Рис. 3. Залежність  $V_{\delta max}(m)$  для 9 мм пістолетів під патрон 9×18 ПМ

Розрахунки показали, що проблем із забезпеченням досить великих значень дульної швидкості не виникає, що пояснюється достатньою площею дна кулі. Для маси кулі 0,0001 кг можна забезпечити дульну швидкість 960 м/с (за наявності відповідних характеристик пороху), але отримати масу кулі менше 0,0009 кг (маса оболонки кулі) та більше 0,007 кг (суцільна свинцева куля) практично не можливо. Крім того, кулі з масою менше 0,0011 кг не забезпечують на визначеній вище прицільній відстані 50 м мінімально потрібну кінетичну енергію 30 Дж. Отже, реальна маса кулі для випадку, що розглядається у прикладі, знаходиться в діапазоні 0,0011...0,007 кг (на рис. 3 суцільна лінія).

Потім для визначеного діапазону маси кулі розраховується залежність  $V_{\delta}(m)$  для конкретних умов задачі за допомогою формул (13) або (14) (залежно від виконання умови  $E_{kd}^k > E_{kd}^{num}$ ). Для випадку, що розглядається, зазначена умова виконується, тому використовуємо формулу (13) та отримуємо залежність  $V_{\delta}(m)$  (рис. 4).

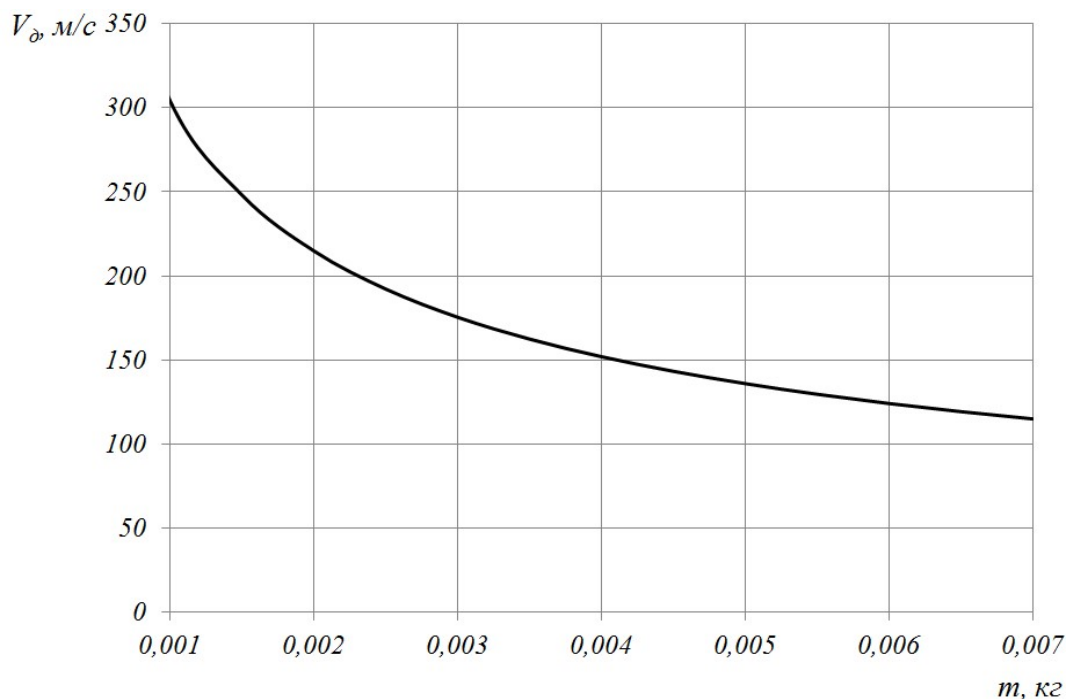


Рис. 4. Залежність  $V_{\delta}(m)$  для 9-мм пістолетів під патрон 9×18 ПМ та умов:  $X_c = 50$  м,  $E_{kc} = 30$  Дж

Залежність  $V_d(m)$  використовується для отримання співвідношення  $V_d$  та  $m$  після проектування кулі та визначення конкретного значення її маси.

На основі наведених вище міркувань розроблено методику визначення раціональних балістичних характеристик зразка стрілецької зброї сил безпеки для підвищення безпечності її застосування. Блок-схема алгоритму цієї методики наведена на рис. 5.

Надійність забійної дії кулі забезпечується блоком 5 алгоритму, в якому здійснюється вибір такої дульної енергії кулі, яка забезпечує достатність її кінетичної та питомої енергій у момент зустрічі з цілью.

Передбачено можливість корегування балістичного коефіцієнта кулі шляхом збільшення її маси (блоки алгоритму 9, 11, 15 та 16). Це необхідно у випадках, коли надто мала маса кулі збільшує її значення  $C$  настільки, що гранично можлива дульна енергія разом з динамікою спадання енергії на траєкторії не забезпечують заданої дії по цілі.

Таким чином, отримана методика дозволяє визначати такі балістичні характеристики зразка стрілецької зброї, які одночасно забезпечують достатні для забійної дії кінетичну та питому енергії кулі у момент зустрічі з цілью на відстанях до прицільної включно і мінімальну дальність забійної дії кулі на відстанях, що перевищують прицільну.

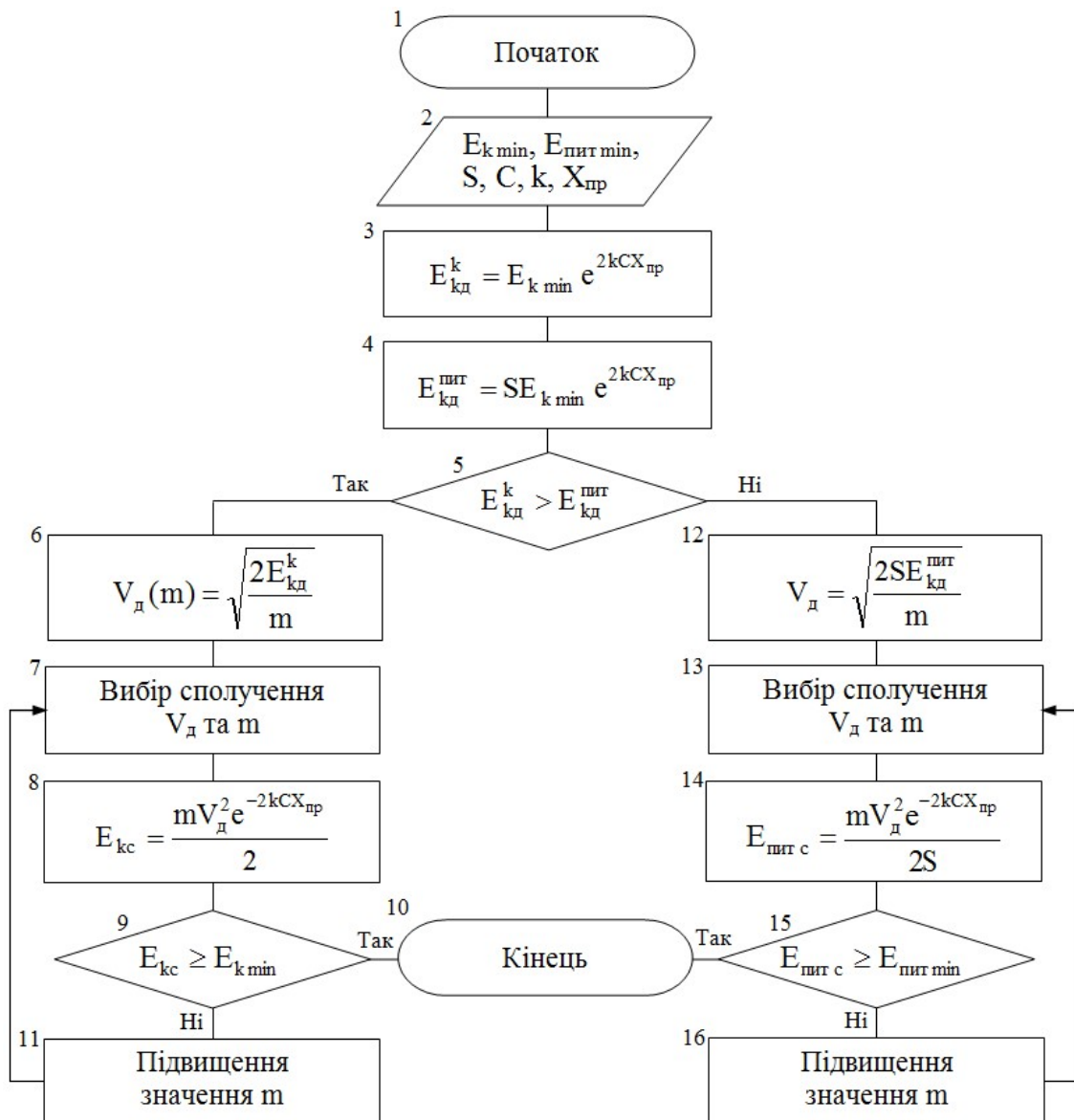


Рис. 5. Блок-схема алгоритму методики визначення раціональних балістичних характеристик зразка стрілецької зброї сил безпеки для підвищення безпечності її застосування



## **Висновки**

1. Надмірні значення основних характеристик стрілецької зброї, що перебуває на озброєнні сил безпеки, не сприяють безпечності застосування до сторонніх осіб.

2. Дієвими шляхами підвищення безпечності застосування стрілецької зброї є зниження енергетичних характеристик кулі до мінімально достатніх на відстанях до прицільної включно та максимальне скорочення відстані, на якій куля зберігає забійну дію за межами прицільної відстані.

3. З метою підвищення безпечності застосування стрілецької зброї під час виконання завдань силами безпеки розроблено методику визначення балістичних характеристик зразка стрілецької зброї, які одночасно забезпечують достатні для забійної дії кінетичну та питому енергію кулі у момент зустрічі з цілью на відстанях до прицільної включно та мінімальну дальність забійної дії кулі на відстанях, що перевищують прицільну.

4. Напрямок подальшого дослідження є розроблення методів скорочення дальності забійної дії кулі на відстанях, що перевищують прицільну.

## **Список використаних джерел**

1. 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.

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

3. Попов, В. Л. Судебно-медичинская баллистика [Текст] / В. Л. Попов, В. Б. Шигеев, Л. Е. Кузнецов. – Санкт-Петербург : Гипократ, 2002. – 656 с.

4. Кирилов, В. М. Патроны стрелкового оружия [Текст] / В. М. Кирилов, В. М. Сабельников. – Москва : ЦНИИ информации, 1980. – 372 с.

5. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия [Текст]. – Москва : Воениздат, 1985. – 640 с.

6. Пеньков, В. І. Сучасні зразки озброєння та військової техніки військових формувань України [Текст] : довідник / В. І. Пеньков, С. А. Соколовський, Д. С. Баулін. – Харків : НАНГУ, 2015. – 130 с.

7. Оружие Украины (станом на 12.04.2014 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.fort.vn.ua/produkcija/pistolety.html> (дата звернення: 05.07.14). – Назва з екрана.

8. Біленко, О. І. Формування вимог до розкиду дульних швидкостей металевих елементів кінетичної зброї [Текст] / О. І. Біленко // Збірник наукових праць Академії ВВ МВС України. – Харків : Акад. ВВ МВС України, 2013. – Вип. 1 (21). – С. 16 – 20.

9. Кухлинг, Х. Справочник по физике [Текст] : пер. с нем. – Москва : Мир, 1982. – 520 с.

10. Аеродинамічні аспекти криміналістичного дослідження уражаючих елементів патронів травматичної (несмертельної) дії [Текст] : звіт про НДР (заключний) / ХНДІСЕ ; кер. Собакар І. С., відп. викон. Коломійцев О. В. – № ДР 0109U001204. – Харків, 2010. – 136 с.

11. Коновалов, А. А. Внешняя баллистика [Текст] / А. А. Коновалов, Ю. В. Николаев. – Москва : ЦНИИ информации, 1979. – 228 с.

12. Чурбанов, Е. В. Внутренняя баллистика артиллерийских орудий [Текст] / Е. В. Чурбанов. – Москва : Воениздат, 1973. – 103 с.

*Стаття надійшла до редакції 21.12.2018 р.*

УДК 623.44

А. И. Биленко, А. А. Кириченко

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ СИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ**

*Показано, что чрезмерные значения основных характеристик стрелкового оружия сил безопасности понижают безопасность его применения в отношении посторонних лиц. Установлено, что действенными путями повышения безопасности применения оружия является снижение энергетических характеристик пули до минимально достаточных и максимальное уменьшение расстояния, на котором она сохраняет убийное действие. Разработана методика определения баллистических характеристик образца стрелкового оружия, которые одновременно обеспечивают достаточные для убийного действия кинетическую и удельную энергии пули на расстояниях до прицельного включительно и минимальную дальность убийного действия пули на расстояниях, которые превышают прицельное.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: стрелковое оружие, безопасность применения оружия, прицельная дальность, убийное действие, удельная энергия пули, кинетическая энергия пули, силы безопасности.*

UDC 623.44

О. І. Bilenko, О. О. Kyrychenko

**METHODOLOGY FOR DETERMINING THE RATIONAL BALLISTIC CHARACTERISTICS OF A SMALL ARMS MODEL OF THE SECURITY FORCES TO INCREASE THE SAFETY OF ITS USE**

*The purpose of the weapons usage by security forces is to stop the commitment of the crime, depriving the offender's possibility to resist or escape. These tasks should be solved without human losses among security forces, as well as hostages and other non-participants of the actions. That is why the issue of ensuring the safety of the small arms usage for friendly forces and other persons has its applied relevance.*

*For a reliable hit of the enemy's personnel without the individual armor protection, the bullet must have sufficient kinetic and specific energies, which are considered 30 J and 0.5 J / mm<sup>2</sup>a, accordingly. The kinetic energy of 20 J can be considered as safe (without penetrating injuries).*

*Patterns of small arms that are on the ground with security forces are over-emphasizing key characteristics that do not contribute to the safety of the use of this weapon by security forces in relation to friendly forces and other persons.*

*It has been established that effective ways to increase the safety of the small arms usage are to reduce the energy characteristics of the bullet on the minimum distance and the maximum reduction on the distance at which the bullet retains the killing effect outside the sighting distance.*

*In order to increase the safety of the small arms usage while execution of the tasks by security forces on the basis of methods of external and internal ballistics, a method for determining the ballistic characteristics of a small arms has been developed. The technique allows simultaneously provide sufficient kinetic and specific energy of a bullet for killing force in contact with the target at distances to the sight inclusive and the minimum range of killing force of the bullet at distances that exceed target hit distance.*

*The direction of further research is determined, which consists of the methods development for reducing the range of killing force of the bullet at distances larger than the target hit distance.*

*К e y w o r d s: small arms, safety of the weapons usage, target hit distance, killing force, specific energy of a bullet, kinetic energy of a bullet, security forces.*

**Біленко Олександр Іванович** – доктор технічних наук, доцент начальник докторантури та ад'юнктури Національної академії Національної гвардії України.

ORCID 0000-0001-6007-3330

**Кириченко Олександр Олександрович** – слухач магістратури Національної академії Національної гвардії України.

ORCID 0000-0002-9107-5002