

УДК 623.34



В. І. Мокреєв



В. П. Греков



І. О. Радченко



О. М. Калита

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ ЗІ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ПРИ ВЕДЕННІ ОДИНОЧНОГО ВОГНЮ

Наведено результати експериментального дослідження залежності параметрів розсіювання від часу виконання серії пострілів зі 7.62-мм снайперської гвинтівки Драгунова (СВД), надаються рекомендації з підготовки особового складу до ведення ефективної стрільби.

**К л ю ч о в і с л о в а:** влучність стрільби, розсіювання траєкторій, серединне відхилення у боковому напрямку та по висоті, середня точка влучення, ймовірність влучення та враження.

**Постановка проблеми.** Снайперській зброї належить значна роль у виконанні службово-бойових завдань підрозділами Національної гвардії України. Найбільш доцільне її використання при виконанні таких завдань, як боротьба зі злочинністю, особливо у містах, з мінімальним ризиком для оточуючих; виведення з ладу важливих технічних засобів (засобів зв'язку та спостереження, РЛС, літаків на аеродромах, двигунів легко броньованих транспортних засобів та ін.).

Ефективність стрільби характеризується ймовірністю влучення, а також дією кулі по цілі. Ймовірність влучення залежить від розсіювання куль (траєкторій) та точності стрільби. Розсіювання усунути неможливо, воно оцінюється параметрами, які зазначені в експлуатаційній документації на конкретний зразок зброї. Для снайперської гвинтівки Драгунова такими параметрами є серединне відхилення та серцевинна смуга [1].

Ефективність застосування стрілецької зброї суттєво залежить від дальності стрільби. На рис. 1 показана залежність радіуса  $r_{50}$  для снайперської гвинтівки СВД від відстані стрільби  $D$ . Параметр  $r_{50}$  – це радіус кола, в якому містяться 50 % найкращих влучень, його оцінюють за співвідношенням [2]

$$r_{50} = 1,76 \cdot \sqrt{B_v \cdot B_b}, \quad (1)$$

де  $B_v$  та  $B_b$  – відповідно серединні відхилення по висоті та у боковому напрямку.

Як видно з рис. 1, параметр розсіювання  $r_{50}$  змінюється практично за лінійним законом при дальності до 500 м. Далі відбувається його стрімке збільшення. Це можна пояснити тим, що при невеликих відстанях стрільби на розсіювання впливає, в основному, положення зброї у просторі, після 500 м починають впливати технічні фактори (розбіжність геометричних параметрів, вагових характеристик куль, сил опору та ін.). У всіх випадках влучення у ціль за великих параметрів розсіювання мало ймовірне.

Якщо по одній цілі виконати декілька пострілів, то можна отримати нуль, одне або декілька влучень. Якщо вогнева задача буде виконана при будь-якому числі влучень (навіть хоча б одному), то ймовірність ураження цілі оцінюється ймовірністю влучення хоча б один

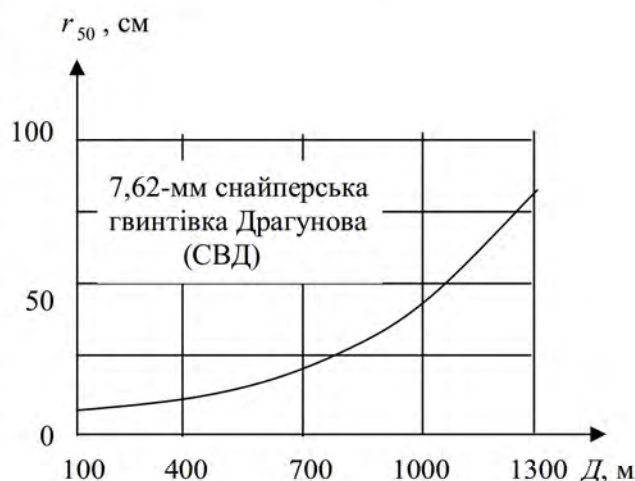


Рис. 1. Вплив дистанції стрільби на розсіювання куль



раз при тому чи іншому числі пострілів. При повторенні іспитів імовірність здійснення даної події хоча б один раз  $P_1$  дорівнює [3]

$$P_1 = 1 - (1 - P)^n, \quad (2)$$

де  $P$ ,  $P_1$  – відповідно ймовірності влучення при одному пострілі та влучення хоча б один раз (імовірність ураження цілі не менше ніж однією кулею);  $n$  – число пострілів.

Аналізуючи співвідношення (2), можна дійти висновку, що зі збільшенням числа пострілів  $n$  по цілі за умови, що ймовірність влучення при кожному пострілі не змінюється, ймовірність ураження цілі буде збільшуватись. Наприклад, якщо  $P=0,3$ , то при проведенні трьох пострілів  $P_1=0,66$ . Цей параметр збільшиться майже у два рази.

Оскільки снайпер після проведення першого пострілу для противника є ціллю, яку він може вразити, то виникає практичне питання: наскільки снайпер може швидко виконати наступні постріли, і при цьому ймовірність влучення при одному пострілі не повинна суттєво погіршитись.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З самого початку появи стрілецької зброї питанням ефективності її використання приділялась постійна увага. Різні аспекти підвищення влучності стрільби зі стрілецької зброї розглядались у науково-технічній літературі.

Велика увага приділяється удосконаленню технології виробництва патронів та стрілецької зброї з метою підвищення ефективності стрільби [4, 5]. Широке використання нових конструкційних матеріалів у виробництві зброї вплинуло і на її властивості. Запатентовані вуглепластикові стволи [6] дозволяють виключити вплив їх нагріву на розсіювання.

Суттєво впливає на ефективність стрільби впровадження у стрілецьку практику таких елементів, як балістичний калькулятор, лазерний далекомір, датчики температури та щільності повітря.

Велике значення має контроль параметрів окремих деталей, які найбільше впливають на ефективність стрільби. Так, для СВД періодично контролюють зношуваність каналу ствола на його дульному зрізі [7].

Проте, як би не удосконалювали зброю, якість стрільби залежить від снайпера [8]. Саме його висока практична та теоретична підготовка, яка межує з мистецтвом, визначає ефективність використання стрілецької зброї. Тому удосконалення режимів стрільби є одним із напрямків ефективного застосування зброї.

**Мета статті** – оприлюднити результати експериментального дослідження залежності параметрів розсіювання серії пострілів зі снайперської гвинтівки Драгунова від часу їх проведення і оцінити вплив цього параметра на ймовірність ураження цілі. Дати рекомендації з підготовки особового складу до ведення такого режиму стрільби.

**Виклад основного матеріалу.** Мішень являла собою чистий білий аркуш паперу з чорним кругом, діаметр якого 30 мм, у центрі (рис. 2).

Точкою прицілювання був нижній край круга. Стрільба велась зі зброї з оптичним прицілом, лежачи, з упора. Серія включала чотири постріли, оскільки цієї кількості достатньо для визначення положення середньої точки влучення (СТВ), а також параметрів розсіювання з практично необхідною точністю (за аналогією з перевіркою бою та приведення до нормального бою снайперської гвинтівки СВД). Перед стрільбою зброю готували до стрільби згідно з вимогами її експлуатаційної документації.

Після проведення чотирьох пострілів методом послідовного ділення відрізків визначалось положення СТВ, через яку проводили горизонтальну та вертикальну вісі  $X$ ,  $Y$  (рис. 3).

Відносно цієї системи координат визначались відхилення пробойн  $x$ ,  $y$ , їх записували у таблицю. Як приклад розглянемо серію пострілів, виконану за  $t = 3$  с (див. табл. 1).

Середнє арифметичне відхилення, наприклад, по висоті  $B_1^B$  визначалося за співвідношенням

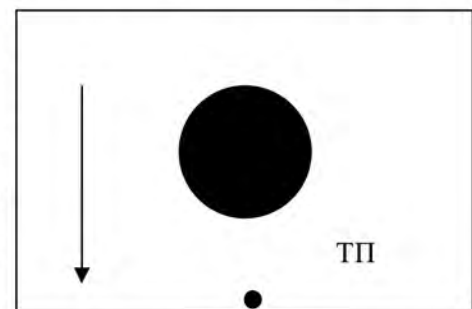


Рис. 2. Мішень

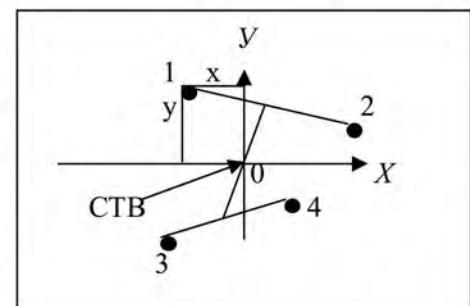


Рис. 3. Розрахункова схема



$$B_1^B = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{n},$$

де  $|y_i|$  – абсолютні значення відхилень по висоті;  $n$  – кількість відхилень.

Таблиця 1

Характеристики розсіювання

Номер пострілу	$x$ , см	$y$ , см	$B_1^b$ , см	$B_1^B$ , см	$B_b$ , см	$B_B$ , см
1	-0,8	1,5	2,72	3,37	2,3	2,85
2	4,9	5,4				
3	-4,7	-5,3				
4	0,5	-1,3				

Між середнім відхиленням  $B_B$  та середнім арифметичним існує залежність

$$B_B = 0,845 \cdot B_1^B.$$

Аналогічні розрахунки були проведені для визначення параметрів розсіювання у боковому напрямку.

Тривалість серії пострілів  $t_s$  визначалася за допомогою секундоміра з точністю до десятих секунди. У подальшому вважалося, що час між пострілами  $t$  у серії постійний і дорівнює

$$t = \frac{t_s}{n},$$

де  $n$  – число пострілів ( $n = 4$ ).

Оскільки для відстані, на якій проводився експеримент, можна вважати  $B_B \approx B_b = B$ , то параметр  $B$  визначається із співвідношення

$$B = \frac{B_B + B_b}{2}.$$

У табл. 2 представлені результати експерименту у вигляді залежності параметра  $B$  від часу проведення серії з чотирьох пострілів.

Таблиця 2

Результати експерименту

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$t$ , с	3.0	3.2	3.5	4.0	4.2	4.3	4.9	5.1	5.0	5.8	6.0	6.0	7.0	7.0	7.2	7.6	7.8	7.9
$B$ , см	2,8	2,4	2,8	2,4	2,2	2,2	2,1	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,4	2,2	2,1	1,8	2,1	2,3

Таблиця не є моделлю явища, що вивчається. Тільки математична функція (формула) є такою.

Представимо функцію  $B = f(t)$ , що задана таблицею, інтерполяційною функцією  $B = \varphi(t)$ , яка ідентична вихідній функції в області відомих аргументів. Для цього виберемо вид функції інтерполяції і визначимо її коефіцієнти та адекватність.

Експериментальна функція  $B = f(t)$  є нелінійною за суттю явища та через присутність похибок. Згладимо неточності вихідних даних та підвищимо достовірність моделі шляхом апроксимації, тобто інтерполяцією, що наближена у вузлах. Задачу апроксимації розв'язуємо за допомогою вбудованої функції системи Mathcadgenfit, яка має такий вигляд:

$$\text{genfit}(vx, vy, vg, F),$$

де вектори значень аргументу та функції (табл. 3):

$$vx = (3.0 \ 3.2 \ 3.5 \ 4.0 \ 4.2 \ 4.3 \ 4.9 \ 5.1 \ 5.5 \ 5.8 \ 6.0 \ 6.5 \ 7.0 \ 7.1 \ 7.2 \ 7.6 \ 7.8 \ 7.9)^T;$$

$$vy = (2.8 \ 2.4 \ 2.8 \ 2.4 \ 2.2 \ 2.2 \ 2.1 \ 2.3 \ 2.2 \ 2.2 \ 2.1 \ 2.0 \ 2.4 \ 2.2 \ 2.1 \ 1.8 \ 2.1 \ 2.3)^T;$$

$$vg = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ – вектор початкових наближень для всіх невідомих;}$$

$$F(z, u) = \begin{pmatrix} e^{u_0} + z \cdot u_1 + u_2 \cdot z^2 \\ z \cdot e^{u_0} + z \cdot u_1 + u_2 \cdot z^2 \\ z^2 \cdot e^{u_0} + z \cdot u_1 + u_2 \cdot z^2 \end{pmatrix} - \text{вектор, утворений функцією, що апроксимує, і її}$$

частинними похідними за всіма невідомими параметрами.

$P = \text{genfit}(vx, vy, vg, F)$  – функція, що апроксимує, перша компонента вектора  $F$ .

$$P = \begin{pmatrix} 1,531 \\ -0,225 \\ 0,016 \end{pmatrix} - \text{коефіцієнти функції, що апроксимує.}$$

$\varphi(r) = g(t) = \exp(1,531 - 0,225vx + 0,016 vx^2)$  – функція апроксимації.

На рис. 4 наведені результати експерименту та функція апроксимації ( $i = 0 \dots 18$  – кількість розрахункових точок;  $r = 0, 0.1, \dots, 10$  – межі і крок змінення аргументу).

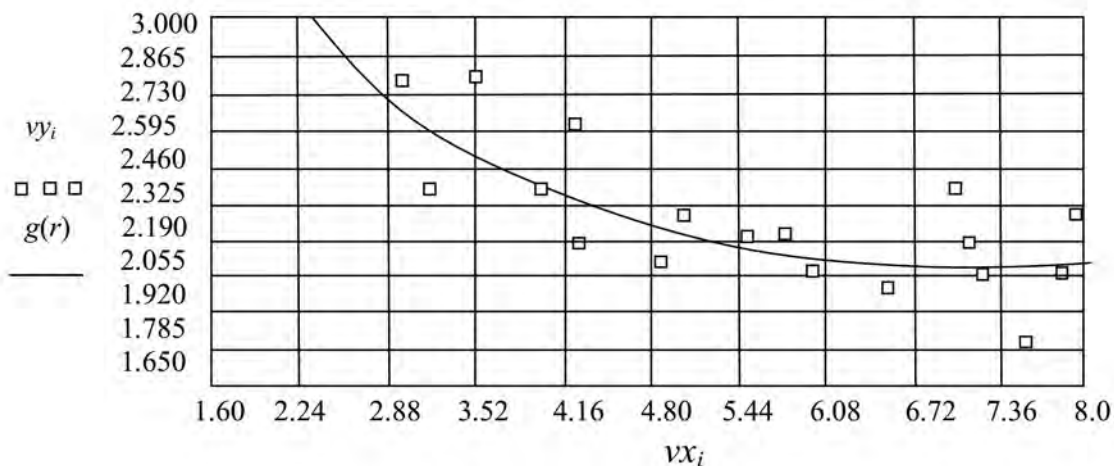


Рис. 4. Результати експерименту

Адекватність отриманого рішення визначається величиною похибки функції  $\varphi(t)$ . За критерій близькості беремо значення абсолютної  $\varepsilon = 0,167$  та відносної  $\delta = 9,265\%$  середньоквадратичних похибок, що обчислюються за такими формулами:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}};$$

$$\delta = \frac{\varepsilon \cdot 100\%}{y_{\min}},$$

де  $\Delta_i = f(x_i) - \varphi(x_i)$  – різниця між вихідною функцією  $f(x_i)$  і функцією апроксимації  $\varphi(x_i)$ ;  $n$  – число аргументів функції  $f(x_i)$ ;  $y_{\min}$  – мінімальне значення функції  $f(x_i)$ .

Рішення адекватне, якщо  $\delta \leq \delta_{\text{доп}}$ , де  $\delta_{\text{доп}}$  – допустима похибка. Вважаємо  $\delta_{\text{доп}} = 10\%$ . Рішення адекватне.

### Висновки

1. Значення часу, який витрачається на серію з чотирьох пострілів, починає впливати на середнє відхилення з п'яти секунд, тобто коли на один постріл припадає приблизно 1,25 с. Найменше значення величини цього параметра дорівнює 0,2 с, оскільки, як зазначено у публікації [4], після чергового пострілу тільки через цей проміжок часу стріляючий починає виконувати дії з відновлення положення зброї у просторі.



2. Якщо час проведення серії з чотирьох пострілів менше 5 с (рис. 4), то через погіршення умов прицілювання починає збільшуватись значення серединного відхилення, а це призводить до зменшення ймовірності влучення при поодиноких пострілах і ймовірності ураження цілі. Найменше значення часу одного пострілу можливо вважати рівним 0,7 – 0,8 с, що відповідає найменшому часу проведення серії з чотирьох пострілів 3 с. За таких параметрів, як показує експеримент, серединне відхилення збільшується на 18 %.

3. Якщо особа, яка стріляє, витрачає на проведення одного пострілу менше 1,25 с, то збільшення параметрів розсіювання призведе до зменшення ймовірності влучення і ураження поодинокі цілі. Наприклад, якщо здійснюється стрільба по квадрату зі стороною 6 см на відстані 100 м, то збільшення величини серединного відхилення [1] на 18 % призведе до зменшення ймовірності влучення на 16 %, а ймовірності ураження на 7,1 %. Розрахунки проводились з використанням таблиць [3], вважалось, що вісі розсіювання проходять через центр квадрата і серія складається з трьох пострілів.

4. У підготовці снайперів для стрільби серією пострілів необхідно враховувати фактори, які суттєво впливають на якість стрільби. Кількість пострілів у серії можливо обмежити трьома. У прикладі, який розглядався вище, чотири постріли, порівняно з серією із трьох, збільшують ймовірність ураження цілі всього на 5 %. Мінімальний час на один постріл при стрільбі на 100 м, як показали результати експерименту, при підготовці стрільців можливо обмежити до однієї секунди, що практично не впливатиме на ймовірність ураження цілі. Снайпер виконає серію з трьох пострілів за три секунди, малоімовірно, що за цей час він сам буде знищений. Для приклада, який розглянуто, ймовірність ураження цілі збільшиться на 63,4 % порівняно з одним пострілом, і набуде значення 0,962 (96,2 %). Таку стрільбу, як зазначено у публікації [3], можна вважати достатньо надійною.

#### **Список використаних джерел**

1. Наставление по стрелковому делу. 7,62-мм снайперская винтовка Драгунова (СВД) [Текст]. – М. : Воениздат, 1976. – 175 с.
2. Семиколонов, Н. П. Основы стрельбы из оружия стрелковых подразделений [Текст] / Н. П. Семиколонов, Ф. Г. Бондаренко, Н. Я. Краснер. – М. : Воениздат, 1958. – 266 с.
3. Шерешевский, М. С. Эффективность стрельбы из автоматического оружия [Текст] / М. С. Шерешевский, А. Н. Гонтарев, Ю. В. Минаев. – М. : ЦНИИ информации, 1979. – 328 с.
4. Голомбовский, А. К. Теория и расчет автоматического оружия [Текст] / А. К. Голомбовский. – Пенза : ПВАИУ, 1973. – 493 с.
5. Кириллов, В. М. Патроны стрелкового оружия [Текст] : учебник / В. М. Кириллов, В. М. Сабельников. – Пенза : ПВАУ, 1980. – 372 с.
6. Ермак, А. Углепластиковые стволы Роланда Кристенсена [Текст] / А. Ермак // Оружие. Охота. – 2002. – № 2. – С. 2–9.
7. Вилинов, Л. И. Основы устройства и эксплуатации стрелкового оружия и гранатометов [Текст] : метод. пособие / Л. И. Вилинов. – М. : Воениздат, 1978. – 192 с.
8. Потапов, А. Искусство снайпера [Текст] : метод. пособие / А. Потапов. – М. : Издательский дом ФАИР, 2009. – 192 с.

*Стаття надійшла до редакції 27.03.2017 р.*

**УДК 623.34**

**В. И. Мокреев, В. Ф. Греков, И. А. Радченко, А. М. Калита**

#### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕЛЬБЫ ИЗ СРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО ОГНЯ**

*Приведены результаты экспериментального исследования зависимости параметров рассеивания от времени выполнения серии выстрелов из 7,62-мм снайперской винтовки Драгунова (СВД), даны рекомендации по подготовке личного состава к ведению эффективной стрельбы.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: меткость стрельбы, рассеивание траекторий, срединные отклонения в боковом направлении и по высоте, средняя точка попадания, вероятность попадания и поражения.*



UDC 623.34

V. I. Mokreev, V. P. Grekov, I. O. Radchenko, O. M. Kalita

**WAYS OF INCREASING THE FIRING EFFICIENCY OF AT THE CONDUCT OF INDIVIDUAL FIRE**

*Experementaly studied the dependence of dispersion parameters according to the teme of conducting the series of shots with the help of 7,62-mm sniper rifle by Dragunova (SRD), the recommendations are given for preparing the personal stuff for effective shooting from.*

*К е у в о р д:* dispersion of trajectories, middle rejections in lateral direction and on height middle point of hit hprobability of hit and defeat.

**Мокреєв Валерій Іванович** – старший викладач кафедри озброєння та стрільби Національної академії Національної гвардії України.

**Греков Володимир Пилипович** – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник наукового центру Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

**Радченко Ігор Олександрович** – кандидат військових наук, доцент, завідувач кафедри підготовки студентів за програмою підготовки офіцерів запасу Національної академії Національної гвардії України.

**Калита Олександр Михайлович** – кандидат технічних наук, доцент, викладач кафедри підготовки студентів за програмою підготовки офіцерів запасу Національної академії Національної гвардії України.