

УДК 623.44

**О.І. Біленко, к.т.н., доцент**

**П.В. Пістряк, к.військ.н.**

**Ю.О. Белашов**

*Національна академія Національної гвардії України, м. Харків, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КРАТНОСТІ ОПТИЧНОГО ПРИЦІЛУ НА ЙМОВІРНІСТЬ УРАЖЕННЯ ЦІЛІ СНАЙПЕРОМ**

*Досліджено вплив кратності оптичного прицілу на ймовірність ураження цілі снайпером. Отримано залежності середньоквадратичного відхилення похибок наведення на ціль зброї та ймовірності ураження цілі від уявних кутів розмірів цілі та кратності прицілу для конкретних зразків оптичних прицілів. Отримані результати можуть бути використані для розробки практичних рекомендацій щодо застосування снайперської зброї та формування вимог до неї.*

**Ключові слова:** снайпер, ймовірність ураження цілі, оптичний приціл, кратність, поле зору, ефективність стрільби.

### **Постановка проблеми**

Під час виконання спеціальних завдань силами безпеки не рідко виникає необхідність в ураженні цілі з виключно високою надійністю. До таких випадків відноситься знешкодження озброєних терористів, що утримують заручників, знищення правопорушників, які здійснюють замах на осіб, що охороняються, тощо [1, 2]. При цьому накладаються обмеження щодо недопущення ураження заручників та сторонніх осіб, що оточують правопорушника. Отже, виникає необхідність у високій ефективності стрільби, головним показником якої є ймовірність ураження цілі.

Ймовірність ураження цілі залежить від ймовірності влучення у ціль, яка, у свою чергу, залежить від розмірів цілі, відстані до неї, точності наведення зброї на ціль та параметрів розсіювання влучень у площині цілі.

Для снайпера відстань до цілі, її розміри та технічна складова купчастості стрільби є некерованими параметрами, тому забезпечення заданої ефективності стрільби можливе лише за рахунок забезпечення певної точності наведення зброї на ціль.

Для підвищення точності наведення зброї використовують оптичні приціли (ОП), але способи визначення їх раціональних характеристик на сьогодні відсутні.

### **Аналіз останніх досягнень і публікацій**

Основними характеристиками ОП є кратність  $V$  та кут поля зору  $\gamma$ , але ці характеристики впливають на ефективність стрільби суперечливо [1, 3, 4]. Підвищення кратності прицілу сприяє точності наведення зброї на ціль, але при цьому звужується кут поля зору, що утруднює спостереження за обстановкою, розвідку цілей, перенесення вогню з однієї цілі на іншу, ведення вогню по цілі, що рухається, та, врешті, негативно відбивається на оперативності виконання вогневого завдання.

Особливо актуальним питання визначення раціональної кратності оптичного прицілу стало з впровадженням панкратичних прицілів, які дозволяють змінювати їх характеристики у досить широких межах (табл. 1).

Так, мінімальні та максимальні значення кратності та кута поля зору таких прицілів можуть відрізнятися до чотирьох разів. Для усвідомленого вибору характеристик прицілу при виконанні конкретного вогневого завдання необхідно знати як ці характеристики впливають на результати стрільби.

## Характеристики деяких оптичних прицілів, що використовуються силами безпеки

Найменування прицілу	Кратність, ×		Кут поля зору, тисячних	
	min	max	min	max
Zeiss Hensoldt ZF 6-24×56	6	24	17	61
Leupold Mark 4 4,5-14×50 LR/T	4,5	14	25	62
Center Point 3-9×40 PO	3	9	21	85
ІП21	3	9	44	105
ПСО-1	4	4	110	110

Таким чином, дослідження впливу кратності оптичного прицілу на ймовірність ураження цілі снайпером є актуальним завданням.

## Постановка завдання

Метою статті є отримання залежності ймовірності ураження цілі снайпером від кратності оптичного прицілу з метою розроблення практичних рекомендацій щодо застосування оптичних прицілів снайперами.

## Виклад основного матеріалу

Метою застосування снайперської гвинтівки є ураження цілі, отже основним показником ефективності стрільби по поодинокій цілі є ймовірність її ураження  $W$ , яка дорівнює [5, 6]:

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

де:

$P$  – ймовірність влучення в ціль;

$K$  – кількість влучень, що необхідна для ураження цілі;

$n$  – кількість здійснених пострілів.

Ймовірність влучення в ціль може бути розрахованою за формулою

$$P = \frac{1}{\sqrt{2ps_y}} \int_0^Y e^{-\frac{(y-M_y)^2}{2s_y^2}} dy \frac{1}{\sqrt{2ps_z}} \int_0^Z e^{-\frac{(z-M_z)^2}{2s_z^2}} dz, \quad (2)$$

де:

$P$  – імовірність влучення в ціль;

$s_y$  – середньоквадратичне відхилення (СКВ) координат точок влучення від осі розсіювання по висоті, м;

$s_z$  – СКВ 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.

Аналіз виразів (1) та (2) дозволяє зробити висновки, що ймовірність ураження цілі прямо залежить від ймовірності влучення у ціль, а величина  $P$  – від значень  $M_y$  та  $M_z$ , тобто зміщення середньої точки влучень (СТВ) відносно контрольної точки (КТ). Якщо зброя є справною та приведеною до нормального бою положення СТВ залежить від точності наведення зброї у ціль. Під

точністю наведення слід розуміти характеристику якості наведення, що відбиває наближення до нуля похибки наведення. Максимальна точність наведення відповідає нульовій похибці наведення зброї, що, звичайно, не є практично можливим.

Для досягнення поставленої мети необхідно зв'язати похибку наведення зброї у ціль з кратністю оптичного прицілу.

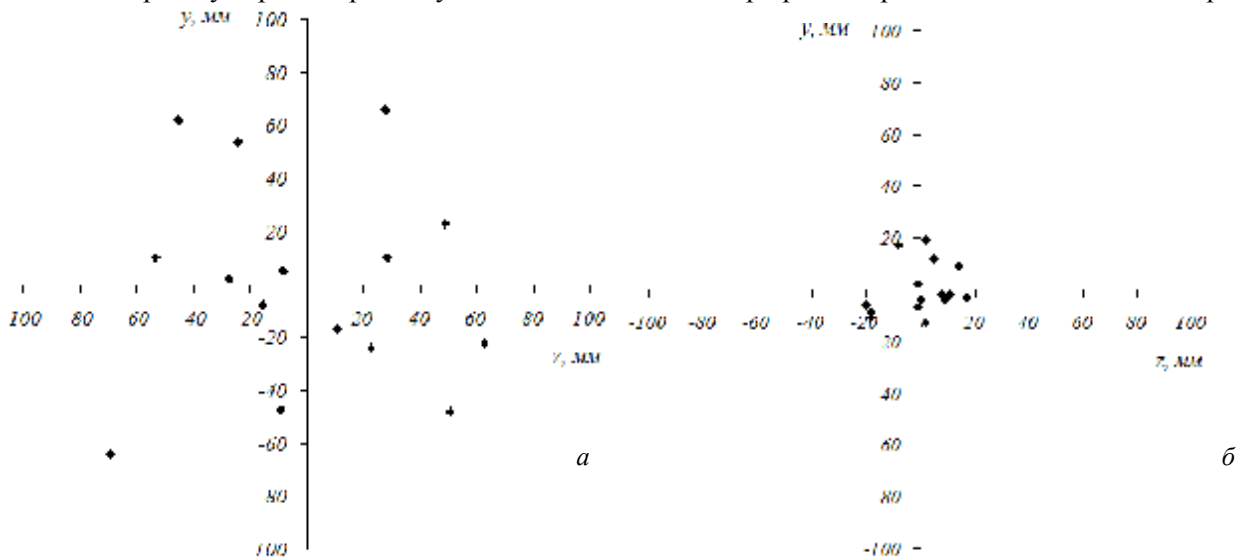
Враховуючи, що величина похибки наведення є величиною випадковою, доцільно оперувати не її абсолютним значенням, а середньоквадратичним відхиленням від точки прицілювання (експериментальні дослідження свідчать про нормальний закон розподілу цієї величини). Для отримання максимального значення похибки достатньо задатися довірчою ймовірністю та розрахувати величину відповідного довірчого інтервалу.

З метою отримання чисельних характеристик залежностей похибки наведення зброї на ціль від кратності оптичного прицілу проведено натурні експериментальні дослідження.

Для досліджень було обрано приціли з різними конструкціями сіток: ПСО-1 (прицільна марка типу «угольник») та Leupold Mark 4 4,5-14×50 LR/T (сітка з перехрестям і поділками типу «Mil-Dot»). У якості цілей використовувалися картонні прямокутники, які за допомогою магніту кріпилися до металеві дошки з міліметровою сіткою.

Приціл встановлювався на штативі та наводився у центр дошки. За командами навідника, який спостерігав ціль через приціл, ціль переміщувалась по дошці у положення, яке, за думкою навідника, відповідає прицілюванню в її центр; координати цілі фіксувалися. Після цього ціль зміщувалась у довільний бік та операція повторювалась.

В результаті досліджень отримано масиви пар значень, які відповідають координатам точок наведення прицілу. Приклад розташування точок наведення при різних кратностях ОП наведено на рис. 1.

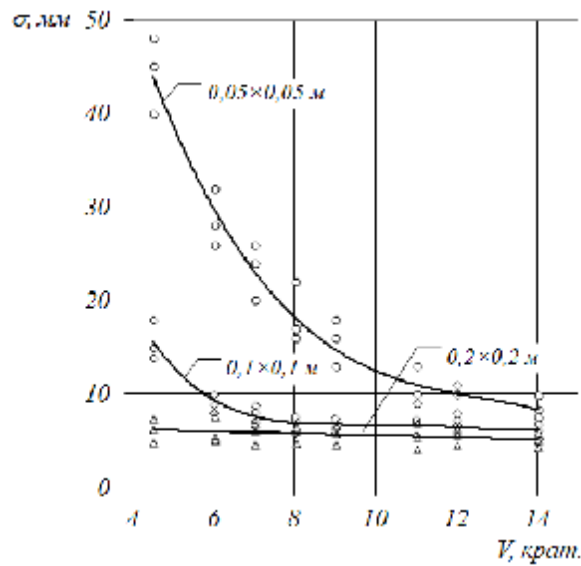


*а – кратність 4,5×; б – кратність 11×.*

**Рис. 1 – Координати точок наведення прицілу Leupold Mark 4 4,5-14×50 на ціль розміром 0,1×0,1 м з відстані 400 м а – кратність 4,5×; б – кратність 11×**

Результати експериментальних досліджень оброблені стандартними методами [7], в результаті чого отримано залежності СКВ  $\sigma$  координат наведення прицілів від їх кратності (рис. 2) для цілей різних розмірів (0,05×0,05 м, 0,1×0,1 м та 0,2×0,2 м). Вказані залежності для координат у та з якісно однакові, а чисельно близькі, тому далі, для зменшення обсягу статті, розглядатиметься точність наведення лише по висоті. З рис. 2 видно, що за деяких значень кратності значення СКВ практично стабілізується та подальше збільшення кратності до підвищення точності наведення не призводить. Так, для цілі з розмірами 0,2×0,2 м це значення становить приблизно 6×, а для цілі з розмірами

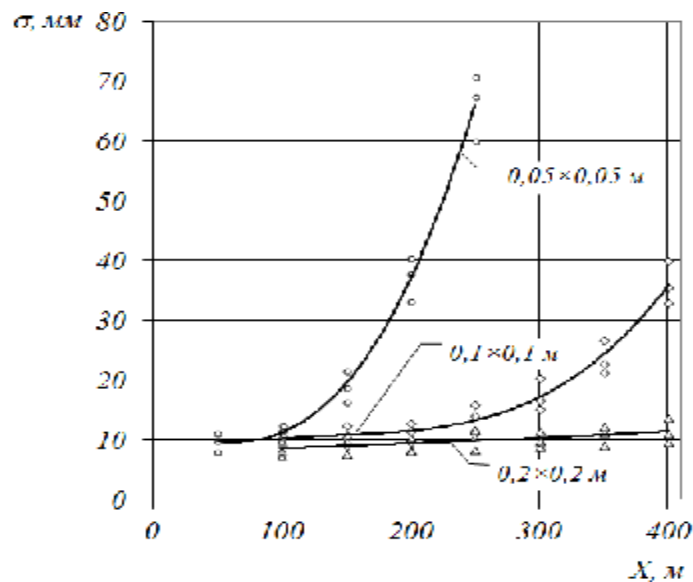
0,1×0,1 м – близько 12×. Для цілі розміром 0,05×0,05 м аналогічної кратності на рисунку не видно, але можна припустити, що її значення достатньо велике та виходить за межі рисунку.



**Рис. 2 – Залежності СКВ координат наведення прицілу Leupold Mark 4 від його кратності для цілей різних розмірів та відстані 400 м**

Один з досліджуваних прицілів ПСО-1 не є панкратичним, тому для нього аргументом обрано не кратність, а відстань до цілі. На рис. 3 наведено залежності СКВ координат наведення прицілу ПСО-1 від дальності до цілі.

З рис. 3 видно, що приціл ПСО-1 вже на відстані близько 200 м практично забезпечує максимально точне наведення на ціль 0,1×0,1 м, а для цілі з розмірами 0,2×0,2 м значна точність наведення забезпечується практично до 400 м. При цьому для цілі 0,05×0,05 м аналогічна точність досягається лише при відстані 50–70 м.



**Рис. 3 – Залежність СКВ координат наведення прицілу ПСО-1 від дальності до цілі**

Аналіз наведених залежностей дозволяє зробити припущення, що точність наведення є функцією уявних кутових розмірів цілі, тобто її величина прямо пропорційна розмірам цілі та кратності прицілу і зворотно пропорційна відстані до цілі.

На рис. 4 наведено результати досліджень, що ілюструються рисунком 2, але як аргумент обрано уявні кутові розміри цілі.

З рис. 4 видно, що точність наведення дійсно залежить від уявних кутових розмірів цілі: ділянки ліній, що відповідають рівним уявним кутовим розмірам цілей практично співпадають. При цьому розмір цілі  $Y$ , відстань до неї  $X_C$  та кратність оптичного прицілу  $V$  важливі лише як аргументи функції  $\delta(Y, X_C, V)$ .

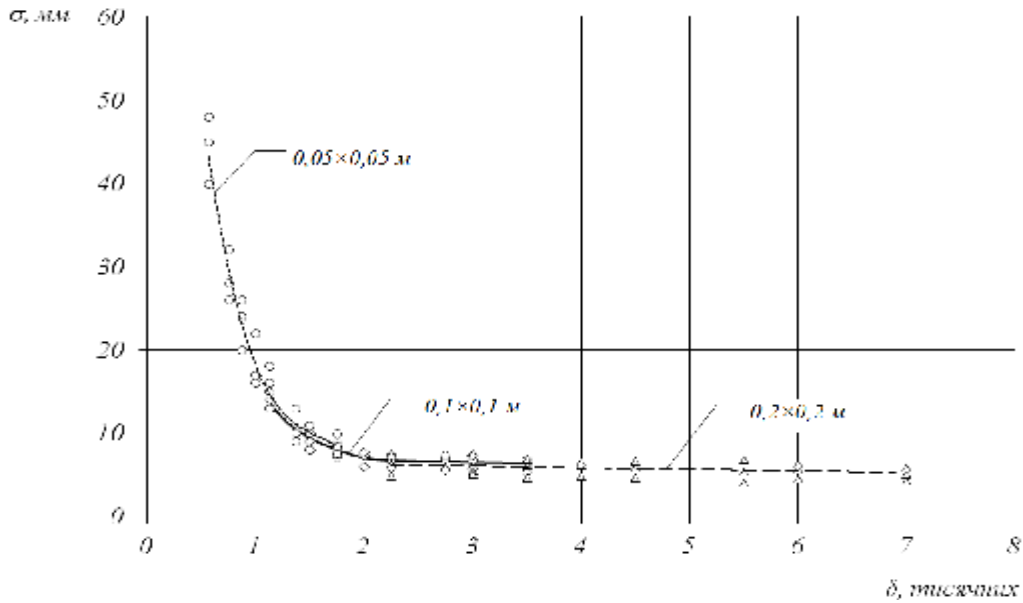


Рис. 4 – Залежність СКВ координат наведення прицілу Leupold Mark 4 від уявних кутових розмірів цілі

Аналогічною є ситуація з прицілом ПСО-1, який досліджувався при різних відстанях до цілі. На рис. 5 наведено залежність СКВ координат наведення прицілу ПСО-1 від уявних кутових розмірів цілі. Різниця у чисельних характеристиках залежностей для різних прицілів може пояснюватися суттєвими відмінностями їх сіток.

Отже, похибка наведення залежить від кутових розмірів цілі: чим менше кутовий розмір цілі, тим більше СКВ похибки наведення. При цьому для цілей з однаковими кутовими розмірами величини кутових СКВ для конкретного прицілу є рівними (лінійне СКВ – пропорційне розміру цілі), отже ймовірність влучення в них також буде рівною (звичайно за умови рівності інших впливових факторів).

Слід зазначити, що під час виконання снайпером практичних вогневих завдань не завжди є можливість забезпечення бажаних кутових розмірів цілі. Так, у разі використання прицілів з постійною кратністю впливати на уявний кутовий розмір цілі не є можливим.

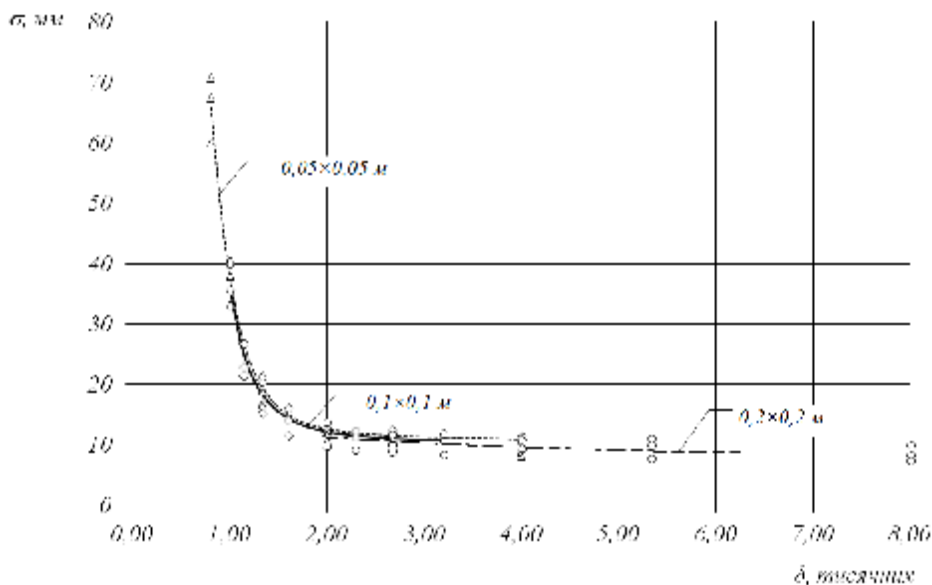


Рис. 5 – Залежність СКВ координат наведення прицілу ПСО-1 від уявних кутових розмірів цілі

У цьому випадку доцільно говорити лише про граничні відстані застосування зброї по цілі з певними характеристиками, на якій забезпечується задана ймовірність ураження цілі. Під час застосування панкратичних прицілів виникає питання вибору такої кратності, за якої ймовірність ураження цілі вже достатня, а кут поля зору є максимально можливим. В обох випадках вхідною величиною є значення цільової функції процесу застосування зброї – ймовірності ураження цілі.

Для отримання залежності ймовірності ураження цілі від кратності оптичного прицілу зроблені наступні припущення:

для ураження цілі достатньо одного влучення в ціль;

похибки підготовки вихідних даних для стрільби відсутні;

флуктуації впливу атмосферних умов на політ кулі відсутні;

прийняття положення для стрільби, дія на спусковий гачок, затримка дихання та інші технічні елементи здійснення пострілу стрільцем виконані правильно.

Зазначені припущення на характер залежності не впливають, але її чисельні параметри є верхньою межею досяжної ефективності стрільби. За наявності похибок підготовки вихідних даних, помилка виконання пострілу та інших негативних факторів значення ймовірності ураження цілі відповідним чином знизиться.

Значення СКВ для снайперської гвинтівки Драгунова складає 0,0115...0,0122 м в залежності від типу боєприпасів [8, 9]. Для розрахунків було прийнято гірше значення купчастості стрільби  $\sigma = 0,0122$  м. Кількість пострілів  $n$  прийнято рівною одиниці. За таких умов  $W = P$ .

Залежність ймовірності ураження цілі розміром  $0,1 \times 0,1$  м з відстані 400 м від її уявних кутових розмірів наведено на рис. 6.

З рисунку видно, що обладнання снайперської гвинтівки Драгунова прицілом Leupold Mark 4 дозволяє дещо підвищити ймовірності влучення у ціль та її ураження. Це може пояснюватись особливостями сітки прицілу Leupold Mark 4, яка, на відміну від ПСО-1, має елементи з меншими кутовими розмірами.

На рис. 7 наведено залежність ймовірності ураження цілі розміром  $0,1 \times 0,1$  м, що розташована на різних відстанях, від кратності прицілу для гвинтівки VPR.338LM з прицілом Leupold Mark 4. Дана гвинтівка обрана через високі показники купчастості стрільби ( $\sigma = 0,0047$  м), що дозволяє більш наочно проілюструвати вплив точності наведення на ефективність стрільби.

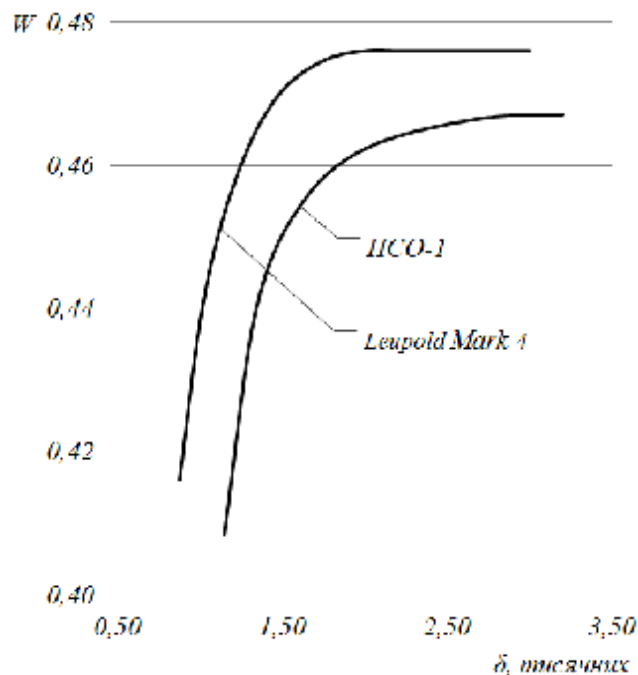
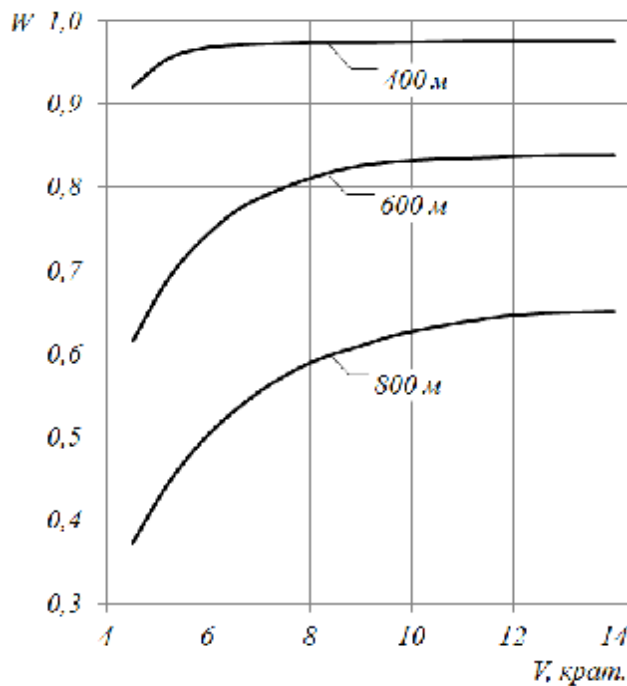


Рис. 6 – Залежність ймовірності ураження цілі від її уявних кутових розмірів



**Рис. 7 – Залежність ймовірності ураження цілі від кратності оптичного прицілу**

З рис. 7 видно, що з підвищенням кратності оптичного прицілу зростає ймовірність ураження цілі. Після певного значення кратності зростання значення  $W$  не спостерігається, що обумовлюється припиненням підвищення точності наведення зброї. Максимальні значення  $W$ , до яких наближаються криві  $W(\delta)$  залежать від значення  $\sigma$  для відповідної дальності до цілі.

Враховуючи, що уявні кутові розміри цілі зростають практично лінійно з кратністю прицілу [10] можна знайти таку кратність, яка для конкретної цілі, що розташована на певній відстані, буде практично достатньою, тобто подальше її збільшення не дає суттєвого приросту точності наведення.

### Висновки

1. Встановлено, що підвищення кратності оптичного прицілу позитивно відбивається на ймовірності ураження цілі.

2. Процес зростання ймовірності ураження цілі у разі підвищення кратності оптичного прицілу триває не постійно, а лише до певного значення  $V$  (практично достатньої кратності), після якого суттєвого приросту  $W$  не спостерігається.

3. Точність наведення зброї на ціль та ймовірність ураження цілі залежать від уявних кутових розмірів цілі, тому практично достатня кратність є функцією лінійних розмірів цілі та відстані до неї.

4. Отримані залежності  $\sigma(\delta)$  та  $W(V)$  можуть бути використані для розробки практичних рекомендацій щодо застосування снайперської зброї.

Напрямок подальшого дослідження є встановлення впливу кратності та поля зору оптичного прицілу на оперативність виконання вогневого завдання снайпером.

### Список використаних джерел

1. Plaster, J. *The Ultimate Sniper* [Текст] / J. Plaster – Boulder: Paladin Press, 2007. – 617 p.
2. Карван Ч. *Винтовка для полицейского снайпера* [Текст] / Ч. Карван. – Солдат Удачи №8, 1998. – С. 58–59.
3. Біленко, О.І. *Визначення кратності оптичного прицілу за умов забезпечення заданого поля зору* [Текст] / О.І. Біленко, Ю.О. Белашов // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2014. – № 4/5 (70). – С. 20–24.



4. Конев К. Автомат как оружие снайпера [Электронный ресурс] / К. Конев. – Братишка. – 2002. – № 3. – Режим доступа: <http://www.hpbt.org/articles/samo.htm> (дата звернення : 10.02.15) – Назва з екрана.
5. Шерешевский М.С. Эффективность стрельбы из автоматического оружия [Текст] / М.С. Шерешевский, А.Н. Гонтарев, Ю.В. Минаев. – М. : ЦНИИ информации, 1979. – 328 с.
6. Чернышев В.Л. Показатели эффективности использования вооружения [Текст] / В.Л. Чернышев. – М. : МАИ, 2006. – 87 с.
7. Чертов Г.И. Методика статистической обработки эмпирических данных [РТМ 44-62] [Текст] / Г.И. Чертов и др. – М. : Издательство стандартов, 1966. – 100 с.
8. Пономарев, Ю. О снайперском винтовочном патроне и не только [Текст] / Ю. Пономарев // Калашников. Оружие, боеприпасы, снаряжение. – 2009. – №8. – С. 84–90.
9. Секретный полигон: Винтовка Драгунова (СВД) [Электронный ресурс] / RNNS.RU. – Режим доступа: <http://rnns.ru/16476-sekretnyj-poligon-vintovka-dragunova.html>.
10. Біленко О.І. Підвищення ефективності виконання снайперських вогневих завдань силами безпеки шляхом визначення раціональних характеристик оптичного прицілу [Текст] / О.І. Біленко // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – №1(41). – С. 7–11.

**Рецензент:** О.М. Крюков, д.т.н., професор, професор кафедри озброєння та спеціальної техніки Національної академії Національної гвардії України, м. Харків.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРАТНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ПРИЦЕЛА НА ВЕРОЯТНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛИ СНАЙПЕРОМ

**А.И. Біленко, П.В. Пистряк, Ю.А. Белашов**

*Исследовано влияние кратности оптического прицела на вероятность поражения цели снайпером. Получены зависимости среднеквадратического отклонения ошибки наведения на цель оружия и вероятности поражения цели от воображаемых угловых размеров цели и кратности прицела для конкретных образцов оптических прицелов. Полученные результаты могут быть использованы для разработки практических рекомендаций по применению снайперского оружия и формирование требований к нему.*

**Ключевые слова:** снайпер, вероятность поражения цели, оптический прицел, кратность, поле зрения, эффективность стрельбы.

## RESEARCH OF INFLUENCE OF MULTIPLeness OF HYPOSCOPE ON HIT OF PURPOSE SNIPER PROBABILITY

**A.I. Bilenko, P.V. Pistryak, Y.A. Belashov**

*Influence of multipleness of hyposcope is investigational on hit of aim a sniper probability. Dependences of root-mean-square rejection of aiming error are got on the aim of weapon and hit of aim probability from the imaginary angular sizes of aim and multipleness of breech-sight for the certain standards of hyposcopes. The got results can be drawn on for development of practical recommendations on application of sniper weapon and forming of requirements to him.*

**Keywords:** sniper, hit of aim probability, hyposcope, multipleness, eyeshot, efficiency of firing.