

УДК 623.44

О.І. Біленко

Національна академія Національної гвардії України, Харків

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ СНАЙПЕРСЬКИХ ВОГНЕВИХ ЗАВДАНЬ СИЛАМИ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧНОГО ПРИЦІЛУ

Отримано залежність, яка дозволяє визначити раціональну кратність оптичного прицілу з урахуванням розміру цілі, відстані до неї та кутових розмірів елементів сітки прицілу, що дозволяє максимально скоротити помилки наведення на ціль снайперської зброї. Зазначену залежність можна використовувати для формування вимог до технічних характеристик оптичних прицілів, зокрема до потрібного діапазону кратностей та кутових розмірів елементів сітки.

**Ключові слова:** оптичний приціл, кратність прицілу, сили безпеки, ефективність, вогневе завдання.

### Вступ

**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 виконанні вогневих завдань з високими показниками ефективності, зокрема ймовірність ураження цілі повинна максимально наблизитися до одиниці. 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.

Відстань до цілі та її розміри є некерованими параметрами, тому забезпечення заданої ефективності стрільби можливе за рахунок певного співвідношення точності наведення зброї у ціль та технічної купчастості стрільби зразка зброї.

На рис. 1 наведено залежність припустимих помилок наведення у ціль  $\Delta y$  та  $\Delta z$  від розмірів цілі  $Y$  та  $Z$  при стрільбі на 100 м для зброї з наступними параметрами розсіювання: лінія 1 –  $R_{100} = 0,01$  м ( $\sigma = 0,0034$  м), лінія 2 –  $R_{100} = 0,02$  м ( $\sigma = 0,0067$  м), лінія 3 –  $R_{100} = 0,04$  м ( $\sigma = 0,0135$  м), лінія 4 –  $R_{100} = 0,08$  м ( $\sigma = 0,0271$  м). Розрахунки здійснено за умов ймовірності влучення у ціль  $P = 0,95$ .

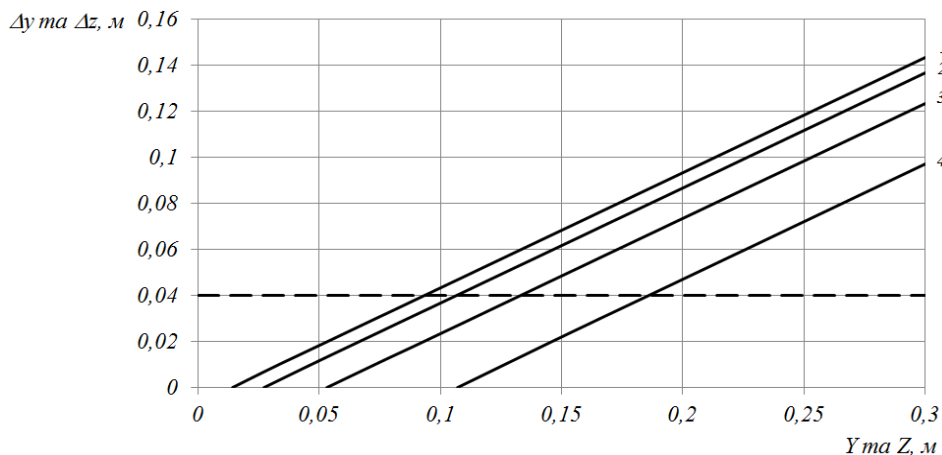


Рис. 1. Залежність припустимих помилок наведення у ціль від розміру цілі

З рисунку видно, що при зазначених вище умовах СВД ( $R_{100} = 0,08$  м) забезпечує виконання вогневого завдання по цілі з габаритами не менше  $0,183 \times 0,183$  м. Для ураження цілі з габаритами  $0,05 \times 0,05$  м підходить зброя з  $R_{100} = 0,01$  м за умов помилки наведення зброї у ціль не більше  $0,019$  м або зброя з  $R_{100} = 0,02$  м за умов зниження помилки наведення зброї у ціль до  $0,011$  м.

Технічна купчастість сучасної снайперської зброї є досить значною. Наприклад, для вітчизняних гвинтівок VPR.308 та VPR.338LM гарантується розсіювання не більше  $0,5$  кутової хвилини (MOA) ( $\sigma = 0,00472$  м) [3], а для німецької гвинтівки DSR-1 цей показник складає  $0,2$  MOA ( $\sigma = 0,00189$  м) [4].

При цьому точність наведення зброї на ціль не завжди є достатньою. Так, при стрільбі лежачи з

руки звичайним стрільцем вона складає близько 0,4 тисячної (1,43 МОА) [5], тобто помилка наведення у разі перевищує помилку, що обумовлена технічним розсіюванням влучень у площину цілі.

Таким чином, саме точність наведення зброї стає головним фактором, що визначає результати стрільби.

Для підвищення точності наведення зброї на ціль застосовують оптичні приціли (ОП), які можуть мати досить різноманітні характеристики. Так, кратність коливається від  $4\times$  до  $25\times$  для постійних ОП та від  $1,5\dots 6\times$  до  $5\dots 25\times$  для панкратичних, а кути поля зору – від 0-14 до 2-40 [6 – 8]. При цьому надмірна кратність суттєво звужує кут поля зору прицілу, що ускладнює ведення вогню по цілі, яка рухається, та візуальний контроль ситуації у напрямку стрільби, а недостатня – негативно відбивається на точності наведення зброї [9]. Отже, точність наведення зброї на ціль напряму залежить від відповідності характеристик ОП особливостям вогневого завдання. Але аналіз тактико-технічних характеристик снайперських гвинтівок, які перебувають на озброєнні силових структур провідних країн світу, зокрема сил безпеки, [6 – 9] свідчить про практичну відсутність зв'язку між прицільною відстанню гвинтівки та кратністю її оптичного прицілу, що непрямо свідчить про відсутність єдиних науково обґрунтованих підходів до визначення характеристик оптичного прицілу при виконанні снайперських вогневих завдань.

**Мета статті** – визначення раціональних характеристик оптичного прицілу для забезпечення заданої точності стрільби снайпером сил безпеки.

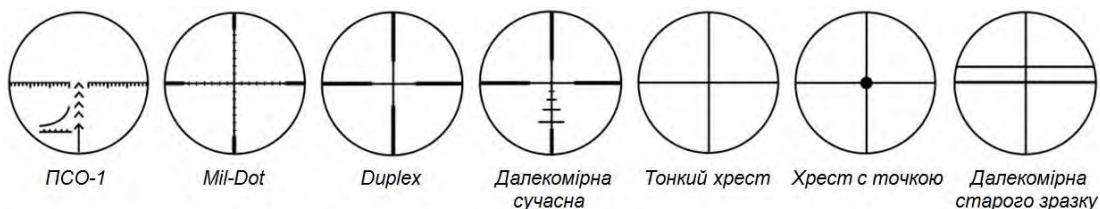


Рис. 2. Деякі види сіток оптичних прицілів для стрілецької зброї

Сітки з поділками або точками забезпечують центрування відносно цілі у більш широкому діапазоні значень  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta$ . Сітки «Тонкий хрест», «Хрест с точкою», «Далекомірною старого зразку» таких елементів не мають. На рис. 3 наведено характер залежності помилок наведення по бічному напрямку від співвідношення кутових розмірів прицільної марки та уявних кутових розмірів цілі для ОП, що мають додаткові елементи для центрування прицільної марки відносно цілі (суцільна лінія) та прицілів, що не мають таких елементів (пунктирна лінія). При значеннях  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta > 1$  вказані залежності не відрізняються, та лінії на рисунку співпадають. Характер помилок наведення по висоті має аналогічний характер, а їх величина є дещо більшою.

## Виклад основного матеріалу

Точність наведення зброї у ціль значною мірою залежить від співвідношення кутових розмірів відповідних елементів прицілу (мушки і прорізу цілика або діаметру діоптра для механічних прицілів та прицільної марки для оптичних прицілів) з кутовими розмірами цілі. Треба зазначити, що при спостереганні через ОП ціль має не реальний, а уявний кутовий розмір, який залежить від кратності прицілу. При кратності рівній одиниці уявний та реальний кутові розміри співпадають. Кутові розміри елементів сітки прицілу є постійними.

Зменшення відношення кутових розмірів прицільної марки ОП  $\delta_{\text{ПМ}}$  до уявних кутових розмірів цілі  $\delta$  дозволяє підвищити точність наведення зброї на ціль, але цей ефект спостерігається лише до певної величини вказаного відношення. Як правило, достатньо точно наведення зброї на ціль забезпечується вже при  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta = 1$ , і подальше зменшення цього співвідношення суттєвого приросту точності наведення не дає, а іноді має і негативний ефект. Це пояснюється зручністю суміщення двох фігур однакового кутового розміру (цілі та прицільної марки) та помітністю навіть невеликого їх відносного зсуву.

З огляду на це, сітки ОП можна поділити на два типи: такі, що мають додаткові елементи для центрування прицільної марки відносно цілі, та інші (рис. 2).

Центруванню прицільної марки відносно цілі сприяють риси або точки шкал бічних поправок сіток «PCO-1» та «Mil-Dot», стовщення горизонтальних та вертикальних ліній сіток «Duplex» та «Далекомірною сучасною» тощо.

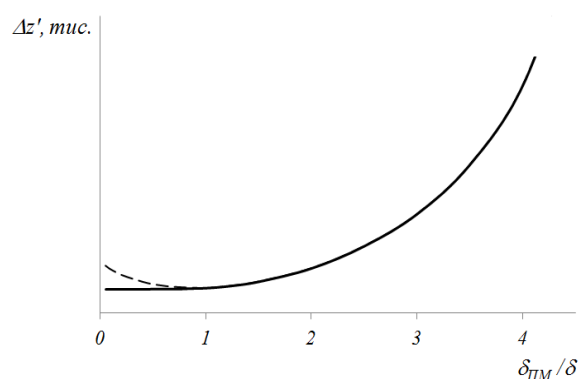


Рис. 3. Характер залежності помилок наведення зброї на ціль по бічному напрямку від співвідношення  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta$

Для цілей, які мають виражений центр, наприклад мішень з колами, комфортне відношення  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta$  є меншим, що пояснюється можливістю суміщення вершини угольника або перехрестя ліній сітки з центром цілі. Але цілі з вираженим центром на практиці зустрічаються рідко.

Реальний кутовий розмір цілі залежить від її розмірів та відстані до неї. На рис. 4 наведено такі залежності для цілей з розмірами 0,05 м, 0,1 м, 0,2 м, 0,3 м та 0,5 м. Криві отримані наступним чином.

Кратність прицілу  $V$  дорівнює [10]:

$$V = \frac{\text{tg}\delta}{\text{tg}\delta_0}, \quad (1)$$

де  $\delta_0$  – кутовий розмір цілі за відсутності прицілу, рад;

$\delta$  – кутовий розмір цілі за наявності прицілу, рад.

$$\text{tg}\delta_0 = \frac{G}{X}, \quad (2)$$

де  $G$  – лінійний розмір цілі, м;

$X$  – відстань до цілі, м;

$$\text{tg}\delta = \frac{B}{b}, \quad (3)$$

де  $B$  – лінійний розмір уявного зображення цілі в прицілі, м;

$b$  – відстань до уявного зображення цілі, м.

З (1) слідує:

$$\delta = \arctg(V \cdot \text{tg}\delta_0), \quad (4)$$

звідки з урахуванням (2) отримуємо:

$$\delta = \arctg\left(V \frac{G}{X}\right). \quad (5)$$

Кратність під час розрахунків приймалася рівною одиниці, що відповідає реальним кутовим розмірам цілей.

З рис. 4 видно, що умова комфортного прицілювання, коли реальні кутові розміри цілей співпа-

дають з кутовими розмірами прицільної марки (наприклад для  $\delta_{\text{ПМ}} = 0-02$ ) виконується на різних відстанях (рис. 4 пунктирна лінія). Для інших відстаней до цілі характеристики конкретного прицілу виявляються не раціональними.

Ця невідповідність розв'язується шляхом застосування панкратичних оптичних прицілів. Такі ОП дозволяють змінювати співвідношення уявних кутових розмірів цілі та відповідних елементів прицілу за рахунок зміни кратності: чим вище кратність прицілу, тим більше уявні кутові розміри цілі по відношенню до кутових розмірів прицільної марки ОП. При цьому уявні кутові розміри цілі зростають практично прямопропорційно збільшенню кратності. Це пояснюється тим, що при малих значеннях кутів, які мають місце в ОП, вони чисельно практично дорівнюють своїм тангенсам. Тому вираз (1) можна переписати у наступному виді:

$$V = \frac{\delta}{\delta_0}, \quad (6)$$

звідки

$$\delta = V \cdot \delta_0, \quad (7)$$

тобто залежність  $\delta$  ( $V$ ) є лінійною.

На рис. 5 наведено залежність уявних кутових розмірів цілі розміром  $0,1 \times 0,1$  м від відстані до неї при різних крайностях ( $3\times$ ,  $5\times$ ,  $7\times$  та  $9\times$ ), які відповідають характеристикам прицілу ПСП-1. З рисунку видно, що у діапазоні відстаней до цілі 150...450 м існує можливість підбору такої кратності ОП, за якої уявний кутовий розмір цілі  $\delta_{\text{ПМ}}$  дорівнює кутовому розміру прицільної марки (0-02). На відстанях більших 450 м кутовий розмір прицільної марки перевищує уявний кутовий розмір цілі, що призводить до зниження точності наведення зброї на ціль (рис. 3). На відстанях до 150 м  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta < 1$ , що, з урахуванням наявності елементів сітки прицілу, які сприяють центруванню прицільної марки відносно цілі, не є критичним.

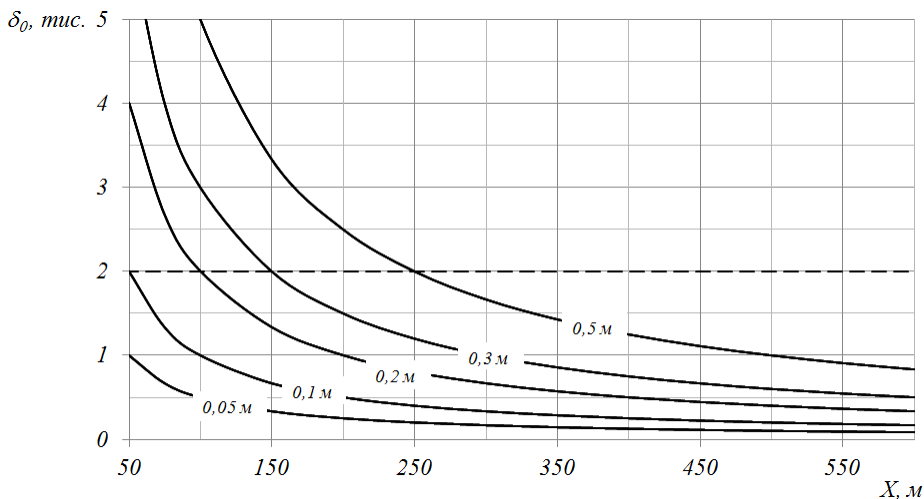


Рис. 4. Залежність реальних кутових розмірів цілей від відстаней до них

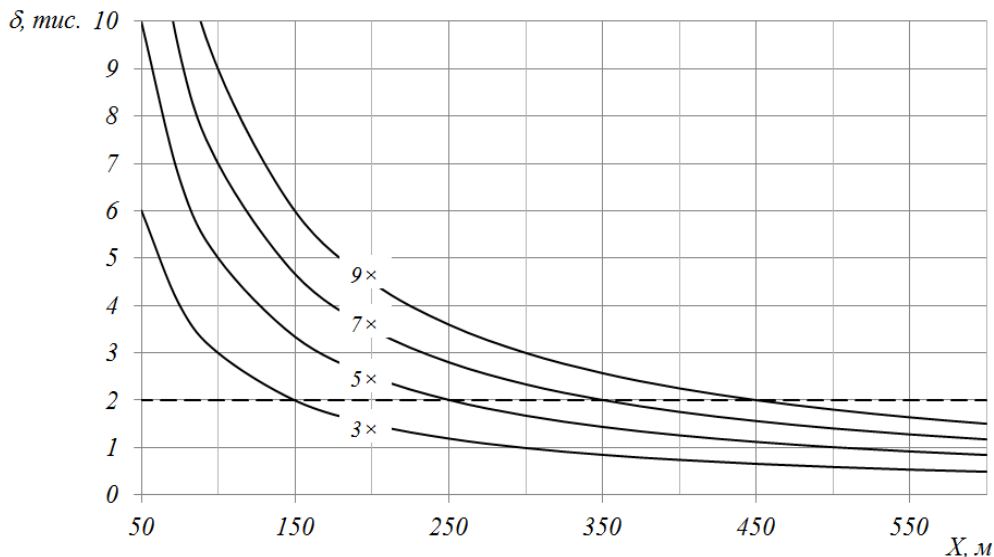


Рис. 5. Залежність уявних кутових розмірів цілі розміром  $0,1 \times 0,1$  м від відстані до неї при різних значеннях кратності оптичного прицілу

Значення кратності оптичного прицілу, що відповідає умові  $\delta = \delta_{\text{ПМ}}$ , можна знайти з (5), замінивши  $\delta$  на  $\delta_{\text{ПМ}}$  та переписавши рівняння відносно кратності оптичного прицілу:

$$V = \frac{X \cdot \text{tg} \delta_{\text{ПМ}}}{G} \quad (8)$$

В окремих випадках раціональним може бути співвідношення кутових розмірів прицільної марки ОП та уявного кутового розміру цілі, що дорівнює не одиниці, а іншому значенню:  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta = k$ . Тоді вираз (8) прийме вид (9):

$$V = \frac{X \cdot \text{tg} \delta_{\text{ПМ}}}{k \cdot G} \quad (9)$$

При заданих раціональному співвідношенні  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta = k$  та розмірі цілі існує залежність кратності оптичного прицілу від відстані до цілі.

На рис. 6 наведено такі залежності для цілей розміром

$0,05 \times 0,05$  м,  $0,1 \times 0,1$  м та  $0,2 \times 0,2$  м

за умов, що  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta = 1$ ,  $\delta_{\text{ПМ}} = 0-02$ .

Таким чином, за допомогою залежності (9) можна визначити кратність оптичного прицілу з урахуванням розміру цілі, відстані до неї та кутових розмірів елементів сітки прицілу, що дозволяє максимально скоротити помилки наведення на ціль снайперської зброї.

Якщо визначені діапазон відстаней застосування снайперської зброї та розміри передбачуваних цілей, то зазначену залежність можна використовувати також для розрахунку бажаних параметрів прицілу, а саме: діапазону кратностей панкратичного прицілу та кутових розмірів елементів його сітки.

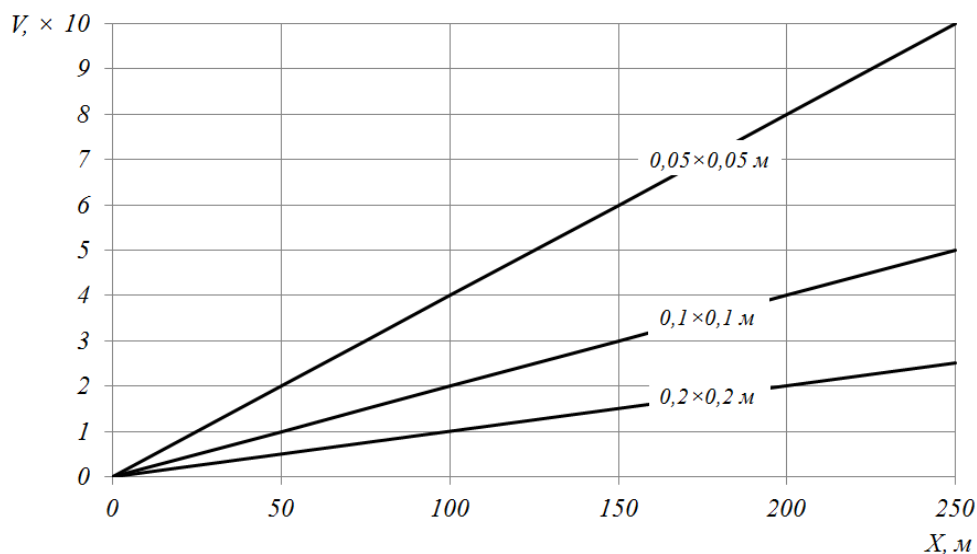


Рис. 6. Залежність кратності оптичного прицілу від відстані до цілі при  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta = 1$ ,  $\delta_{\text{ПМ}} = 0-02$

## Висновки

1. Одним з головних чинників, що визначають ефективність стрільби снайпера є точність наведення зброї на ціль, яка залежить від відповідності характеристик оптичного прицілу особливостям вогневого завдання. При цьому на даний час відсутні науково обґрунтовані підходи до визначення цих характеристик.

2. Точність наведення зброї у ціль значною мірою залежить від співвідношення кутових розмірів прицільної марки оптичного прицілу з кутовими розмірами цілі. Достатньо точне наведення зброї на ціль забезпечується вже при відношенні  $\delta_{\text{ПМ}} / \delta = 1$ . Подальше зменшення цього відношення суттєвого приросту точності наведення не дає та навіть має негативний ефект, зокрема через зменшення кута поля зору прицілу.

3. Для доведення співвідношення уявних кутових розмірів цілі та відповідних елементів прицілу до раціонального значення доцільно використовувати панкратичні оптичні приціли.

4. Отримано залежність, яка дозволяє визначити раціональну кратність оптичного прицілу з урахуванням розміру цілі, відстані до неї та кутових розмірів елементів сітки прицілу, що дозволяє максимально скоротити помилки наведення на ціль снайперської зброї. Зазначену залежність можна використовувати для формування вимог до технічних характеристик оптичних прицілів, зокрема до потрібного діапазону кратностей та кутових розмірів елементів сітки.

Напрямок подальшого дослідження є встановлення чисельних характеристик залежностей помилок наведення зброї на ціль від співвідношення ку-

тових розмірів прицільної марки оптичного прицілу з уявними кутовими розмірами цілі для конкретних прицільних марок та інших елементів сітки прицілу.

## Список літератури

1. *Plaster J. The Ultimate Sniper [Текст] / J. Plaster – Boulder: Paladin Press, 2007. – 617 с.*
2. *Карван Ч. Винтовка для полицейского снайпера [Текст] / Ч. Карван. – Солдат Удачи № 8, 1998. – С. 58-59.*
3. *Українские снайперские винтовки нового поколения VPR.308Win и VPR.338LM. [Электрон. ресурс] / Военное обозрение. – 21.04.2014. – Режим доступа: <http://topwar.ru/44542-ukrainskie-snaiperskie-vintovki-novogo-pokoleni-ya-vpr308win-i-vpr338lm.html>.*
4. *Шесть самых знаменитых снайперских винтовок в мире. [Электрон. ресурс] / Interpolit. – 25.03.2014. – Режим доступа: <http://interpolit.ru/blog/shest-samykh-znamenituykh-snaiperskikh-vintovok-v-mire/2014-03-25-828>.*
5. *Губин С.Г. Эффективность стрельбы из вооружения боевых машин и стрелкового оружия [Текст] / С.Г. Губин. – Новосибирск, СГГА, 2012. – 158 с.*
6. *Ron B. (2011). Large caliber for sniper. Boulder: Zh. Weapon, M. 94, № 5, 1-9.*
7. *Schulze K. (2011). For large distances. Boulder: Zh. Kalashnikov, M. 2, № 5, 82-87.*
8. *Enemyforces [electronic resource]. Available at: <http://www.enemyforces.net/firearms/psg1.htm>.*
9. *Біленко О.І. Визначення кратності оптичного прицілу за умов забезпечення заданого поля зору [Текст] / О.І. Біленко, Ю.О. Белаиов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 4/5 (70). – С. 20-24.*
10. *Кухлинг Х. Справочник по физике [Текст]: пер. с немецкого. – М.: Мир, 1982. – 520 с.*

Надійшла до редколегії 30.01.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СНАЙПЕРСКИХ ОГНЕВЫХ ЗАДАЧ СИЛАМИ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКОГО ПРИЦЕЛА

А.И. Биленко

*Получена зависимость, позволяющая определить рациональную кратность оптического прицела с учетом размера цели, расстояния до нее и угловых размеров элементов сетки прицела, что позволяет максимально сократить ошибки наведения на цель снайперского оружия. Указанную зависимость можно использовать для формирования требований к техническим характеристикам оптических прицелов, в частности к требуемому диапазону кратностей и угловых размеров элементов сетки.*

**Ключевые слова:** оптический прицел, кратность прицела, силы безопасности, эффективность, огневая задача.

## THE INCREASE OF EFFICIENCY OF SNIPER FIRE TASKS PERFORMING BY SAFETY FORCES BY MEANS OF DETERMINATION OF RATIONAL CHARACTERISTICS OF OPTICAL SIGHT

O.I. Bilenko

*We have got a relation which allows to determine a rational multiplicity of optical sight considering a size of the target, distance to it and angular sizes of the sight net elements, which allows to minimize the errors of guidance to a target of sniper weapons. Mentioned relation may be used for establishing of requirements to technical characteristics of optical sights, in particular to a required range of multiplicities and angular sizes of the sight net elements.*

**Keywords:** optical sight, multiplicity of optical sight, safety Forces, efficiency, fire task.