

2002. — № 11. — <http://www.soldiering.ru/army/artillery/greatbritain/as90.php>.
2. Щербаков В. «Бог войны» по-немецки. Германская артиллерия вновь выходит в мировые лидеры. — [http://nvo.ng.ru/concepts/2008-06-27/6\\_godofwar.html](http://nvo.ng.ru/concepts/2008-06-27/6_godofwar.html).
  3. *Bundeswehr*-Panzerhaubitzen nach Kunduz -- Bild. <http://www.bild.de/BILD/news/telegramm/news-ticker.rendertext=12204504.html>.
  4. Самоходное артиллерийское орудие FH77 BW L52 «Archer». 155-мм самоходная артиллерийская система Caesar. 155-мм гусеничная самоходная гаубица AS90. 155-мм самоходная гаубица PzH 2000. — [http://zonawar.ru/artileru/sovr\\_sam\\_art/archer.html](http://zonawar.ru/artileru/sovr_sam_art/archer.html).
  5. Лебедев Л. Основные 155-мм самоходные гаубицы ведущих зарубежных стран // Зарубежное военное обозрение. — 2009. — № 3. — С. 33–41.
  6. Боевое применение на территории Афганистана французской самоходной гаубицы «Цезарь» // Зарубежное военное обозрение. — 2010. — № 1. — С. 50.
  7. *Артиллерия* и минометы XX века / Составители Р.С. Исмагилов, Г.В. Корнюхин, Б.Б. Проказов. — Смоленск: Русич, 2001. — 200 с.
  8. *Артиллерия*: Иллюстрированная энциклопедия / Пер. с англ. / К. Шант — М.: «Омега», 2009. — 256 с.
  9. О'Мэлли Т.Дж. Современная артиллерия: орудия, РСЗО, минометы. — М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2000. — 160 с.
  10. *Энциклопедия* артиллерии особой мощности / В.Н. Шунков / Под общей редакцией А.Е. Тараса. — Минск: Харвест, 2004. — 448 с.

УДК 629.7.018:2.001.2

**Н.В. СЕНАТОРОВ**, канд. техн. наук (КП СПб «Арсенал», г. Киев),  
**В.Н. СЕНАТОРОВ**, канд. техн. наук (ГП НИИСК, г. Киев),  
**Г.А. БОЙКО**, д-р техн. наук (Центр. научно-исследовательский ин-т вооружения  
и военной техники Вооруженных Сил Украины, г. Киев)

## СЕТКА КОЛЛИМАТОРНОГО ПРИЦЕЛА ДЛЯ ПИСТОЛЕТА

Разработана методика расчета сетки коллиматорного прицела для пистолета. Сетка позволяет упростить стрельбу по подвижной цели.

Розроблено методику розрахунку сітки коліimatorного прицілу для пістолета. Сітка дозволяє спростити стрільбу по рухомій цілі.

В настоящее время все пистолеты оснащены механическим прицельным приспособлением. Необходимость выстраивания мушки в прорези прицельного приспособления и на линии прицеливания обуславливает длительность процесса прицеливания (несколько секунд). В то же время в работе [1] показано, что применение малогабаритного коллиматорного оптического прицела (КОП) диаметром 15 мм, длиной 31–42 мм в зависимости от конструкции объектива существенно сокращает время прицеливания.

Другим проблемным вопросом пистолета с механическим прицельным приспособлением остается стрельба по подвижной цели, поскольку трудно определить упреждение. В этом отношении также больше возможностей у КОП, если применить прицельную сетку,

отличающуюся от сетки «red dot» (красная прицельная точка). Примером такой многофункциональной сетки может быть прицельная сетка гранатомета или авиационного стрелкового прицела.

И, наконец, третьим преимуществом КОП является возможность стрельбы с упора, в качестве которого стрелок может использовать свободную руку. При использовании механического прицельного приспособления стрелок вынужден вытягивать руку с пистолетом, чтобы одновременно резко видеть прорезь, мушку и цель.

Цель данной статьи — разработка методики расчета прицельной сетки для КОП, устанавливаемого на пистолет.

Общеизвестно, что тренированный стрелок пользуется прицелом, когда дальность до це-

© Н.В. СЕНАТОРОВ, В.Н. СЕНАТОРОВ, Г.А. БОЙКО, 2014

ли превышает 15 м. Этому факту есть логическое объяснение. На малой дальности до цели стрелок стреляет «навскидку», то есть ошибки прицеливания и прицела исключены, и имеют место только рассеивание боеприпаса  $\sigma_p$  и ошибка ориентации оси ствола пистолета на цель  $\sigma_{op}$ . Как показано в работе [2], кучность современных пистолетов не превышает 150 мм ( $\sigma_p = 3$  мрад). Погрешность угловой ориентации ствола на цель у тренированного стрелка не превышает 17,5 мрад [1]. С учетом этого суммарная ошибка стрельбы  $\sigma_\Sigma$  составляет 17,7 мрад.

В этом случае предельная дальность  $D_{\max}$  поражения типовой ростовой цели (ширина  $2h_y = 0,5$  м,  $2h_z = 1,5$  м и  $2h_x = 0,2$  м [3]) определяется по формуле

$$D_{\max} = 1000h_y / \sigma_\Sigma$$

и составляет 14,1 м при курсовом угле цели  $q = 0^\circ$ .

Эффективная дальность стрельбы из пистолета составляет 50 м [4], а это означает, что на дальности более 14,1 м необходимо пользоваться прицелом, даже если цель неподвижная.

Определим значение курсового угла  $q_1$  подвижной цели, при котором она будет поражена, если не вводить упреждения, а использовать прицельную сетку «red dot». Будем исходить из следующих предпосылок. Средняя скорость полета боеприпаса 300 м/с [2]. Средняя скорость движения цели  $V_{ц} = 5$  м/с (заметим, что у тренированного и соответственно экипированного спортсмена скорость на короткой дистанции около 10 м/с). При использовании КОП суммарная ошибка стрельбы определяется ошибкой пистолета (характеризуется указанным выше рассеиванием боеприпаса  $\sigma_p$ ), ошибкой прицела (характеризуется параллактической ошибкой  $\sigma_{п}$ ) и ошибкой стрелка при прицеливании  $\sigma_c$ .

Анализ современных КОП [5] показывает, что параллактическая ошибка прицела не превышает 0,29 мрад. Согласно исследованиям Штампфера [6] ошибка стрелка, пользующегося КОП при прицеливании, составляет в среднем 0,16 мрад. С учетом этого суммарная

ошибка стрельбы  $\sigma_\Sigma$  с использованием КОП составляет 3,02 мрад.

Рассмотрим рис. 1, где приведена схема перемещения типовой ростовой цели 1 из точки  $\Pi_0$  в точку  $\Pi_1$  за время полета пули  $t$ .

Из рис. 1 видно, что цель 1 будет поражена без ввода упреждения (то есть при прицеливании в точку  $\Pi_0$ ), если ее контур охватывает эллипс рассеивания  $2E_y$ . При этом крайнее положение цели 2 (на рис. 1 показано пунктиром), при котором она будет поражена без ввода упреждения, характеризуется курсовым углом  $q_1$ .

Абсцисса  $y_{A_2}$  точки  $A_2$ , которая является пересечением крайней левой точки цели 2 и границы эллипса рассеивания, определяется уравнением

$$y_{A_2} = -2E_y,$$

где  $2E_y$  — ширина эллипса рассеивания на дальности  $D$ :

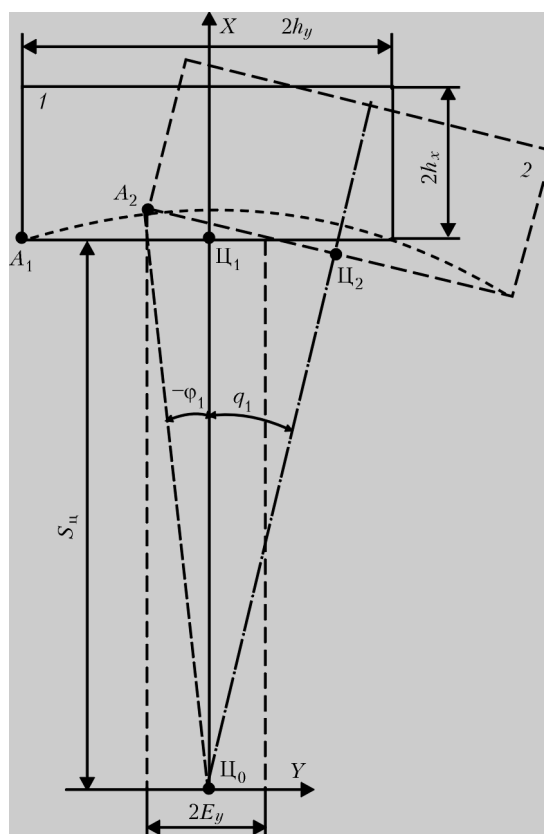


Рис. 1. Схема перемещения типовой ростовой цели: 1 — цель при  $q = 0^\circ$ ; 2 — цель при  $q_1 > 0^\circ$  (остальные обозначения см. в тексте)

Таблиця 1. Значения курсового угла  $q_1$  для ряда значений дальности  $D$

$D, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$2E_y, \text{ м}$	$S_{\text{ц}}, \text{ м}$	$y_{A_2}, \text{ м}$	$\varphi_1, \text{ град}$	$q_1, \text{ град}$
14,1	0,047	0,043	0,235	-0,0213	-3,6	43,2
20	0,067	0,06	0,333	-0,0302	-4,2	32,7
30	0,1	0,091	0,5	-0,0453	-4,6	21,9
40	0,133	0,121	0,667	-0,0604	-4,9	15,7
50	0,167	0,151	0,833	-0,0755	-5	11,7

$$2E_y = D\sigma_{\Sigma}/1000.$$

Курсовой угол цели  $q_1$ , при котором цель 2 поражается при прицеливании в точку  $\Pi_0$ , определяется из габаритных соотношений рис. 1:

$$q_1 = \arcsin [h_y / (S_{\text{ц}}^2 + h_y^2)^{1/2}] + \varphi_1, \quad (1)$$

где  $S_{\text{ц}}$  — перемещение цели за время полета пули  $t$ ;  $S_{\text{ц}} = V_{\text{ц}}t$ , а  $\varphi_1$  — вспомогательный угол, определяемый по формуле

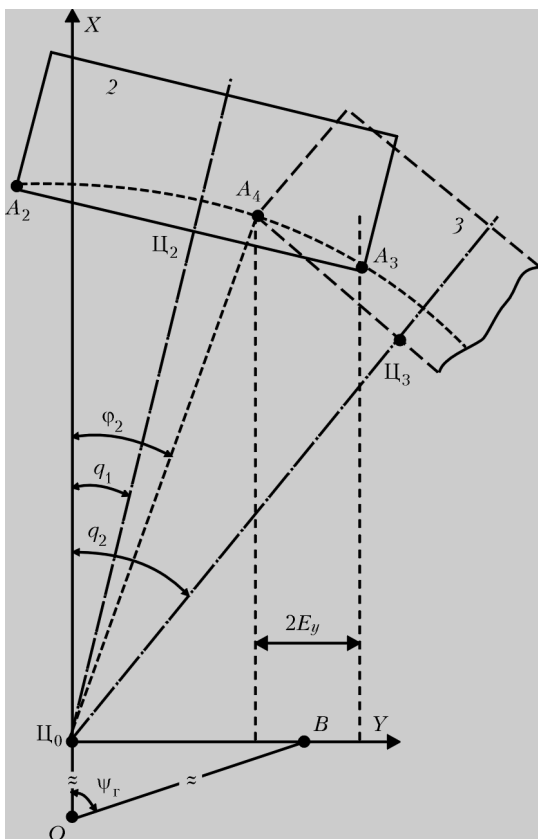


Рис. 2. Схема перемещения типовой ростовой цели: 2 — цель при  $q_1$ ; 3 — цель при  $q_2$  (остальные обозначения см. в тексте)

$$\varphi_1 = \arcsin [y_{A_2} / (S_{\text{ц}}^2 + h_y^2)^{1/2}].$$

В табл. 1 приведены значения промежуточных параметров и курсового угла  $q_1$  для ряда значений дальности  $D$ .

Если же учесть, что стрельба, как правило, ведется по преследуемой цели ( $q_1 \leq 45^\circ$ ), то на основании данных таблицы можно сделать следующий вывод. Если стрельба ведется по подвижной цели, то на дальности больше 14,1 м необходимо вводить упреждение, то есть в поле зрения стрелка надо строить изображение дополнительной прицельной метки.

Рассмотрим рис. 2, где приведена схема перемещения типовой ростовой цели с курсовым углом  $q_1$  из точки  $\Pi_0$  в точку  $\Pi_2$  за время полета пули  $t$ .

Из рис. 2 видно, что цель 2 будет поражена, если ее контур охватывает эллипс рассеивания  $2E_y$ . При этом крайнее положение цели 3 (на рис. 2 показано пунктиром), при котором она поражается при прицеливании в упрежденную точку  $B$ , характеризуется курсовым углом  $q_2$ .

Абсцисса  $y_{A_4}$  точки  $A_4$ , которая лежит на пересечении траектории перемещения точки  $A_2$  и границы эллипса рассеивания  $2E_y$  и является левым краем цели 3, определяется уравнением

$$y_{A_4} = y_{A_2} + 2h_y \cos q_1 - 2E_y. \quad (2)$$

Угол упреждения  $\psi_{\Gamma}$ , соответствующий точке прицеливания  $B$  при стрельбе из точки  $O$ , определяется по формуле

$$\psi_{\Gamma} = \arctg [(y_{A_4} + E_y) / D]. \quad (3)$$

Логично рассчитать угловое положение дополнительной прицельной метки для поражения цели на предельной дальности  $D_{\text{max}} = 50$  м и определить диапазон курсового угла цели, при котором она поражается при этом значении  $\psi_{\Gamma}$  при других значениях дальности. Подставляя в (3) известные значения и ис-

Таблиця 2. Значения курсового угла  $q_2$  для ряда значений дальности  $D$

$D, \text{ м}$	14,1	20	30	37,5	40	50
$q_2, \text{ град}$	90	76,1	54,7	45	42,3	34,3

пользуя данные табл. 1, находим  $\psi_T = 6,8$  мрад.

Курсовой угол  $q_2$ , при котором цель 3 поражается при прицеливании в упрежденную точку  $B$ , определяется из габаритных соотношений рисунка 2:

$$q_2 = \varphi_2 + \arctg(hy/S_{\text{ц}}), \quad (4)$$

где вспомогательный угол  $\varphi_2$  определяется по формуле

$$\varphi_2 = \arcsin [y_{A4}/(S_{\text{ц}}^2 + h_y^2)^{1/2}]. \quad (5)$$

Подставив в (2) известные значения из табл. 1 для дальности 50 м, находим  $y_{A4} = 0,2636$ . Подставив это значение  $y_{A4}$  в (5) и (4) и используя данные табл. 1, находим значения максимального курсового угла  $q_2$ , при котором цель будет поражена при  $\psi_T = 6,8$  мрад во всем диапазоне дальностей прицельной стрельбы из пистолета (см. табл. 2).

На основании данных табл. 2 можно сделать следующее заключение. Введение двух боковых прицельных меток, расположенных на углах визирования  $\pm 6,8$  мрад, позволяет вести прицельную стрельбу с упреждением по убегающей цели на дальности до 37,5 м. То есть для поражения подвижной цели на дальности более 37,5 м необходима третья пара прицельных меток. Однако, по-нашему мнению, ввод в поле зрения пяти прицельных меток будет, во-первых, «загромождать» информационное поле зрения стрелка, а во-вторых, увеличивать время прицеливания, что обусловлено необходимостью выбора прицельной метки.

## Выводы

1. Прицельная сетка коллиматорного оптического прицела, устанавливаемого на пистолет, должна представлять собой три прицельные

метки типа «red dot»: центральную точку и две боковых на углах визирования  $\pm 6,8$  мрад.

2. Использование такой сетки позволяет поражать подвижную цель с курсовым углом до  $\pm 45^\circ$  на дальности до 37,5 м и с курсовым углом до  $34,3^\circ$  на дальности 37,5–50 м.

3. Выбор прицельной метки (центральная/боковая) зависит от курсового угла цели и дальности стрельбы. Поэтому первостепенное значение приобретает навык стрелка быстро определять эти два параметра. Приобретению такого навыка должны способствовать систематические тренировки на специальной стендовой аппаратуре.

4. Разработанная методика расчета сетки прицела ориентирована на среднюю скорость полета пули 300 м/с. Очевидно, что расчет сетки можно провести для конкретного типа пистолета для повышения точности стрельбы. ■

## Список литературы

1. Сенаторов Н.В., Сенаторов В.Н., Палехин А.В. Коллиматорный прицел для стрелкового оружия // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2012. — № 1. — С. 17–23.
2. Сенаторов Н.В., Сенаторов В.Н., Гурнович А.В. Сопоставительный анализ характеристик короткоствольного стрелкового оружия // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2011. — № 1. — С. 3–5.
3. Фендриков Н.М., Яковлев В.И. Методы расчетов боевой эффективности вооружения. — М.: Воениздат, 1971. — 224 с.
4. Гурнович А.В. Дальности ведения огня из стрелкового оружия на поле современного боя // Артиллерийское и стрелковое вооружение: Межд. науч.-техн. сб. — Киев: НТЦ АСВ. — 2001. — Вып. 3. — С. 30–33.
5. Сенаторов Н.В., Микитенко В.И. Оптимизация конструкции моноблочного коллиматорного прицела // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2003. — № 1. — С. 27–29.
6. Ананьев И.Н. Основы устройства прицелов. — М.: Военное издательство Министерства обороны Вооруженных сил Союза ССР, 1947. — 440 с.