

## КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДИКА СОПОСТАВИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ОПТИЧЕСКИХ СХЕМ КОЛЛИМАТОРНЫХ ПРИЦЕЛОВ

**Микитенко В.И.** канд. тех. наук (НТУУ «Киевский политехнический институт»),  
**Сенаторов Н.В.**, инж. (КП «ЦКБ «Арсенал»)

Предложена классификация принципиальных оптических схем коллиматорных прицелов. Разработана методика их сопоставительного анализа по комплексу частных и обобщенного показателя качества.

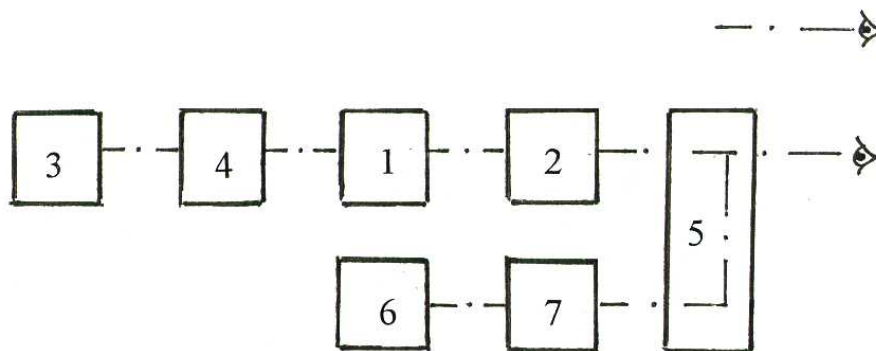
Запропонована класифікація принципів оптичних схем коліimatorних прицілів. Розроблено методіку їх порівняльного аналізу по комплексу окремих і узагальненого показника якості.

Classification for the principle optical schemes of the collimator sights is proposed. Methodic for its comparing analysis is developed on complex of separate and generalized quality indexes.

Постоянное совершенствование оптических схем прицелов для стрелкового оружия, внедрение новой элементной базы и использование новых материалов требуют постоянной коррекции устоявшейся классификации их схем и определения места нового изделия в ряду уже существующих.

Цель данной статьи – дать эту классификацию с позиции сегодняшнего дня и разработать методику сопоставительного анализа различных схем малогабаритных коллиматорных прицелов (КП).

На рис. изображена обобщённая структурная оптическая схема коллиматорного прицела.



Структурная оптическая схема коллиматорного прицела

Схема содержит прицельную сетку 1, которая установлена в фокальной поверхности объектива 2; источник света 3 для освещения сетки; светофильтр 4 для окрашивания изображения сетки с целью повышения контраста на ярком фоне; оптическое устройство 5 для совмещения изображения сетки с пространством целей 6 и нейтральный светофильтр 7 для снижения яркости фона для повышения яркостного контраста прицельной сетки [1].

Исходя из этого, все существующие схемы КП можно классифицировать по типам составляющих структурной схемы.

По технологии изготовления прицельной сетки 1: голографическая [2], сетка на стеклянной подложке, сетка на металлической подложке, ирисовая диафрагма с

полированной фаской, сложные сетки [3]. Сложные сетки в свою очередь подразделяется на 2-х растровые, 3-х растровые и с зеркальным конусом.

По конструкции объектива 2: линзовые, зеркальные, менисковые и голографические (дифракционные) [4].

По типу осветителя 3: с искусственной или естественной подсветкой [5]. Источники искусственного света в свою очередь делятся на лампы накаливания, газоразрядные лампы, лазерные источники, светодиоды [5], тритиевые осветители.

По наличию светофильтров 4 и 7: со светофильтром или без него. Светофильтры в свою очередь можно разделить на: светофильтры из органического стекла, желатиновые, светофильтры из окрашенных пластмасс, жидкие светофильтры, газовые, поляризационные и интерференционные [6].

По типу оптического совмещающего устройства 5: с нейтральным полупрозрачным отражателем, с интерференционным зеркалом и с голографическим оптическим элементом при квазимонохроматическом осветителе прицельной сетки [4].

По способу прицеливания: монокулярные, когда цель и прицельная сетка наблюдаются одним глазом с использованием оптического совмещающего устройства, и бинокулярные (стереоскопические), когда прицельная сетка наблюдается одним глазом, а пространство целей – другим [7].

Поскольку основным оптическим элементом, определяющим массово-габаритные, эргономические и эксплуатационные характеристики является объектив прицела, то тип его конструкции следует положить в основу классификации принципиальных оптических схем КП.

К основным потребительским характеристикам КП следует отнести [1, 7]:

**Массово-габаритные:**

1. Длина  $L$  прицела – расстояние по оптической оси от первой до последней оптической поверхности.
2. Ширина прицела  $D$ .
3. Высота прицела  $H$ .

Чем меньше  $L$ ,  $D$  и  $H$ , тем меньше габариты и масса прицела, и удобнее компоновка прицела на оружии.

**Эргономические:**

4. Выходной зрачок  $d$  – зона, в пределах которой наблюдается прицельная сетка при смещении глаза от оптической оси прицела.

Чем больше  $d$ , тем больше относительная свобода перемещения глаза при прицеливании (удобство прицеливания) и тем меньше время на поиск изображения прицельной сетки (скорость прицеливания).

5. Удаление  $t$  выходного зрачка – расстояние от последней оптической поверхности прицела до глаза стрелка при прицеливании.

Чем больше  $t$ , тем меньше вероятность воздействия конструкции прицела на глаз стрелка при отдаче оружия (безопасность стрельбы).

6. Яркость фона  $V_{\phi}$ , на котором наблюдается прицельная сетка при заданном контрасте  $C$ .

Чем выше  $V_{\phi}$ , тем шире область применения прицела при заданном контрасте, а чем больше контраст, тем выше надёжность прицеливания при известной яркости фона. При известной яркости  $V_c$  прицельной сетки и светопропускании  $\tau_c$  и  $\tau_{\phi}$  соответственно в каналах визирования прицельной сетки и наблюдения пространства целей - для КП справедливо соотношение [8]:

$$V_{\phi} = V_c \tau_c / C \tau_{\phi}.$$

Контраст можно принять равным 0,1, что соответствует порогу контрастности глаза в диапазоне яркостей  $10^{-2} \dots 10^5$  нт [6].

**Эксплуатационные:**

7. Погрешность  $\delta$  углового положения линии прицеливания – параллакс перекрестия прицельной сетки при перемещении глаза в пределах выходного зрачка.

Чем меньше  $\delta$ , тем меньше погрешность прицеливания и выше вероятность поражения цели.

8. Надежность  $P$  – способность схемы сохранять потребительские характеристики в условиях постоянных динамических нагрузок при стрельбе и резких перепадах температуры в диапазоне температуры эксплуатации оружия.

Очевидно, что чем меньше оптических поверхностей располагается между сеткой и глазом стрелка, тем меньше вероятность их запотевания и разъюстировки и тем выше надёжность прицела.

При сопоставлении различных типов оптических схем КП по этим характеристикам можно исходить из комплекса частных показателей качества  $0 \leq K_i \leq 1$ :

$$K_1 = (L_{\max} - L_i) / (L_{\max} - L_{\min}),$$

$$K_2 = (D_{\max} - D_i) / (D_{\max} - D_{\min}),$$

$$K_3 = (H_{\max} - H_i) / (H_{\max} - H_{\min}),$$

$$K_4 = (d_i - d_{\min}) / (d_{\max} - d_{\min}),$$

$$K_5 = (t_i - t_{\min}) / (t_{\max} - t_{\min}),$$

$$K_6 = (V\phi_i - V\phi_{\min}) / (V\phi_{\max} - V\phi_{\min}),$$

$$K_7 = (\delta_{\max} - \delta_i) / (\delta_{\max} - \delta_{\min}),$$

$$K_8 = (P_{\max} - P_i) / (P_{\max} - P_{\min}),$$

где:  $L_i, D_i, H_i, d_i, t_i, V\phi_i, \delta_i$  и  $P_i$  – параметр схемы сопоставляемого прицела в диапазоне максимального ( $\max$ ) и минимального ( $\min$ ) его значения из ряда сопоставляемых КП.

Вводя понятие обобщённого показателя качества  $0 \leq K_{\Sigma} \leq 1$ :

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^{i=8} (w K)_i}{\sum_{i=1}^{i=8} w_i},$$

где  $w_i$  – веса частных показателей качества, можно провести ранжирование всех КП. Если учесть, что все перечисленные характеристики КП являются основными, следует принять  $w_i = 1$  и тогда

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=8} (w K)_i / 8. \quad (1)$$

По данной методике можно проводить сопоставление схем КП также по группам показателей качества:  $K_{\text{мг}}$  – массово-габаритным,  $K_{\text{эр}}$  – эргономическим и  $K_{\text{э}}$  – точностным:

$$K_{\text{мг}} = \sum_{i=1}^{i=3} (w K)_i / 3; \quad (2)$$

$$K_{\text{Эр}} = \sum_{i=4}^{i=6} (w K)_i / 3;$$

$$K_{\text{Э}} = \sum_{i=7}^{i=8} (w K)_i / 2;$$

Данная методика пригодна для сопоставительного анализа и конкретных образцов прицелов. Однако при этом следует учитывать, что в ряд сопоставляемых образцов можно включать прицелы, предназначенные для одного класса оружия: табельное, автоматическое, гранатомёты и т.д. То есть сопоставление и ранжирование прицелов для табельного оружия и, например, зенитной артиллерии будет некорректным из-за различий боевого применения и вытекающих отсюда требований к оптическим прицелам.

При этом показатели качества можно дополнить показателем  $K_9$  для оценки массы образцов, соответственно уточнив формулы (1) и (2):

$$K_9 = (M_{\text{max}} - M_i) / (M_{\text{max}} - M_{\text{min}}),$$

где  $M$  – масса образца.

1. *Ананьев И.Н.* Основы устройства прицелов. М.: Военное издательство министерства вооруженных сил Союза ССР, 1947. - 440 с.
2. Пат. 2034321 (Россия). Голографический прицел.-1995.- БИ № 12.
3. *Лазарев Л.П.* Оптико-электронные приборы наведения. М.: «Машиностроение», 1989.- 760 с.
4. Новые тенденции в развитии систем отображения информации и управления боевых самолетов (Обзор по материалам иностранной печати), под общ. ред. *Федосова Е.А.* М.: Научно-информационный центр, 1984.- 62 с.
5. Проектирование оптико-электронных приборов, под общ. ред. *Якушенкова Ю.Г.* М.: «Машиностроение», 1981.- 263 с.
6. Справочник конструктора оптико-механических приборов, под ред. *Кругера М.Я. и Панова В.А.* Л-д: «Машиностроение», 1967.- 760 с.
7. *Сенаторов Н.В.* Оптические прицелы для стрелкового оружия// Артиллерийское и стрелковое вооружение: Междунар. науч.-техн. сб.- Киев: НТЦ АСВ.- 2001.- Вып. 3.- С. 91-94.
8. *Сенаторов В.Н., Полежаев В.В.* Оптимизация коэффициентов светопропускания зеркал в менисковом коллиматорном визире// Оптико-механическая промышленность. - 1979.- № 8.- С. 59-60.