

мени с учетом массогабаритных ограничений может быть обеспечена путем интеграции парциальных спектральных каналов в рамках единой пространственно-временной схемы диаграммообразования.

1. *Зубков А. Н.* Радиолокационные средства миллиметрового диапазона для повышения эффективности артиллерийских систем // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2005. — № 4 (17). — С. 33–40.
2. *Иванов О., Изюмов Д.* Перспективная боевая система Сухопутных войск США // Зарубеж. воен. обозрение. — 2007. — № 3. — С. 31–39.
3. *Зубков А. Н.* Системы радиовидения миллиметрового диапазона. Сопоставление и интеграция с оптическими каналами, результаты эксперимента // Радиоэлектроника. — 2005. — № 10. — С. 3–10.
4. *Зубков А. Н., Иванов В. И., Казаков Б. М.* Интегрированный двухспектральный всепогодный и всеточный поисково-прицельный комплекс // Сб. тр. 4-й Междунар. конф. «Артиллерийские ствольные системы, боеприпасы, средства артиллерийской разведки и управления огнем». — Киев: НТЦ АСВ, 2000. — С. 200–203.
5. *Зубков А. Н., Прудис И. Н.* Интегрированные многоспектральные системы геомониторинга. Концепция построения // Сб. науч. трудов 3-го Международ. радиэлектр. форума МРФ'2008. — Харьков: ХНУРЕ, 2008. — С. 283–286.
6. *Авласенок А. В., Алексеев Е. Г., Литвинов С. П., Савицкий Ф. Л.* Концептуальный облик информационной подсистемы самонаводящихся зенитных управляемых ракет перспективных ЗРК // Радиоэлектроника. — 2008. — № 5. — С. 49–54.
7. *Авласенок А. В., Алексеев Е. Г., Литвинов С. П., Савицкий Ф. Л.* Современные требования к многоспектральным автоматам сопровождения целей для систем высокоточного оружия и возможные пути их реализации // Там же. — 2008. — № 6. — С. 54–61.
8. *Зенитный ракетный комплекс ближнего действия «Стрела-10».* — М.: Воен. изд-во, 1990. — 201 с.
9. *Бакут П. А., Большаков И. А., Герасимов Б. М. и др.* Вопросы статистической теории радиолокации / Под ред. Г. П. Тартаковского. — М.: Сов. радио, 1963. — Т. 1; 1964. — Т. 2. — 400 с.
10. *Sensor-fuzed munition for artillery 155 mm gesellschaft fur intelligente Wirkssystem mbH. A subsidiary of Diehl and Rheinmetall Kupfest 4, 90478 Nurnberg, Germany.* — 2002. — 8 p.

УДК 621.384.326

МЕТОДИКА СОПОСТАВИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА НОЧНЫХ ПРИЦЕЛОВ ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Н. В. СЕНАТОРОВ, канд. техн. наук (ЦКБ «Арсенал», г. Киев),
В. И. ГОРДИЕНКО, канд. техн. наук (НПК «Фотоприбор», г. Черкассы),
В. Н. СЕНАТОРОВ, канд. техн. наук (НИИСК, г. Киев)

Предложена методика сравнения ночных прицелов и показаны результаты ее практического применения.

Запропоновано методику порівняння нічних прицілів і показано результати її практичного застосування.

Methodology for comparing night sights is suggested, and results of its practical using are shown.

В современных условиях ведения боевых действий немалую роль и значение приобретают ночные операции, проводимые с использованием стрелкового оружия. Для этих целей разрабатываются соответствующие технические средства — ночные прицелы (НП). В

настоящее время их устанавливают не только на карабины, винтовки, пулеметы, но и на гранатометы [1, 2].

Все НП работают на принципе многократного усиления яркости изображения в области видимого и ближнего инфракрасного спектра

© Н. В. СЕНАТОРОВ, В. И. ГОРДИЕНКО, В. Н. СЕНАТОРОВ, 2009

излучения. Излучение от цели собирается фокусирующим объективом на фотокатоде электронно-оптического преобразователя (ЭОП), образуя невидимое изображение. Электроны фотокатода, поглотив энергию фотонов излучения, возбуждаются и, преодолев потенциальный барьер, покидают фотокатод. Под воздействием ускоряющих потенциалов электроны устремляются к аноду — люминесцентному экрану. Электростатическое поле высокого напряжения с помощью фокусирующего устройства формирует из потока электронов электронное изображение. Электроны, воздействуя на люминофор экрана, заставляют его светиться, вследствие чего появляется видимое изображение. С помощью окуляра стрелок рассматривает увеличенную цель и прицельную сетку, сформированную на экране.

Современные НП позволяют вести прицельную стрельбу на дальности около 1 км в ясную безлунную звездную ночь. Существенным недостатком НП является зависимость дальности прицеливания от погодных условий. Основными естественными источниками подсветки целей в ночных условиях являются Луна и звезды. Освещенность Земли ночью изменяется в очень широких пределах в зависимости от фазы Луны, условий погоды и времени, истекшего после захода или предшествующего восходу Солнца.

Освещенность целей и фона, создаваемая Луной, изменяется нелинейно в течение суток и месяца. Например, освещенность на плоскости, нормальной к направлению падения света, в зависимости от угла восхождения полной Луны над горизонтом изменяется при ясной погоде от $4 \cdot 10^{-4}$ до $4 \cdot 10^{-1}$ лк. Кроме того, коэффициент ослабления освещенности в зависимости от фазы Луны изменяется от 1 до 300 раз относительно освещенности в полнолуние.

Характерные особенности подсветки целей и местности лунным светом состоят в следующем: освещенность ночью изменяется в более широких пределах, чем днем; в течение двух-трех дней до и после полнолуния освещенность уменьшается более чем в 2 раза по сравнению с освещенностью в полнолуние; восхождение Луны приводит к значительному

изменению освещенности в течение ночи; при малых углах восхождения Луны над горизонтом начинает сказываться эффект затенения, и освещенность в области тени становится близкой к нулю.

В ясную безлунную ночь главным источником света становятся звезды, которые создают на Земле освещенность около $2 \cdot 10^{-4}$ лк. Поскольку направление излучения звезд вертикально, то наземные цели освещаются сверху и ярче при наблюдении сверху, чем с Земли. Максимум спектральной интенсивности излучения большинства звезд лежит в спектре от 0,5 до 1 мкм.

Облачность сильно уменьшает освещенность Земли. Поэтому для увеличения дальности ночной стрельбы применяют мощные источники инфракрасной подсветки [3, 4]. Именно этот фактор обусловил недостаток НП: излучение осветителя демаскирует стрелка, и противник, обладающий инфракрасным детектором, может его обнаружить и уничтожить. Именно поэтому рекомендуется следующее тактическое применение винтовок и пулеметов с НП: солдаты, имеющие такие приборы, действуют парами — один производит подсветку местности, а другой, находящийся недалеко от первого, ведет прицельный огонь [1].

Мониторинг рынка НП показывает достаточно широкий ассортимент этой продукции с разным сочетанием технических характеристик. В то же время методики сопоставления этих схем с целью выбора предпочтительного НП для конкретного вида оружия отсутствуют.

Цель данного исследования — разработка методики сопоставительного анализа НП и сравнение образцов по ряду показателей качества.

Основные характеристики НП. С позиции разработчика оружия, на которое устанавливается НП, к основным их характеристикам следует отнести:

массогабаритные:

длина L прицела — расстояние вдоль оптической оси от объектива до окуляра;

диаметр трубы прицела D . Требования к компоновке прицела на оружии ограничивают этот параметр значением D^* для данного типа оружия;

масса прицела M . Чем меньше L и D , тем меньше габариты и масса прицела, удобнее компоновка прицела на оружии. Однако при этом следует помнить, что снижение массы за счет диаметра оптики ведет к уменьшению разрешающей способности оптической системы и, как результат, к уменьшению дальности ночной стрельбы. Оптимальным для легкого стрелкового оружия считается масса прицела, равная 1000 ± 100 г.

эргономические:

выходной зрачок d — зона, в пределах которой наблюдается все поле зрения 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 цели (скорость прицеливания);

удаление t выходного зрачка — расстояние от окуляра до выходного зрачка. Чем больше t , тем меньше вероятность воздействия конструкции прицела на глаз стрелка при отдаче оружия (безопасность стрельбы).

При этом следует учитывать, что НП имеет больший по сравнению с телескопическим прицелом (ТП) диаметр оптики, в результате чего его ось невозможно приблизить к оси ствола оружия. Таким образом, линия прицеливания в НП лежит выше, чем в ТП. Из-за этого положение головы стрелка по высоте оружия не является оптимальным. В ТП стрелок опирается щекой о приклад, и его голова как бы закреплена неподвижно относительно оружия, а при установке НП этого не происходит, что несколько ухудшает фиксацию



Общий вид НП

глаза и точность стрельбы. Рекомендуется использовать специальные приспособления для фиксации головы стрелка типа «подщечник»; *эксплуатационные*, к которым следует отнести [5]:

поле зрения 2β — угловой размер наблюдаемого пространства целей. Чем больше это поле, тем больше вероятность попадания в нее цели и скорее ее поимка;

увеличение Γ^x — отношение угловых размеров цели, наблюдаемой вооруженным и невооруженным глазом.

Чем больше увеличение, тем меньше ошибка наводки и выше вероятность обнаружения цели. Оптимальное увеличение у НП лежит в пределах от $2 \dots 2,8^x$ у НП с ЭОП I поколения; $2,8 \dots 4^x$ у НП с ЭОП II и III поколения и $4 \dots 6^x$ у НП с ЭОП II+ и III поколения при стрельбе на дистанцию более 300 м;

дальность ночной стрельбы S . Чем больше S , тем выше боевая эффективность оружия. Однако заметим, что это обобщенная характеристика, которая включает понятия «обнаружение» и «опознавание» цели [6]. При обнаружении стрелок имеет дело только с одной альтернативой, которая сводится к принятию решения «цель есть / цели нет»; алфавит целей при этом отсутствует [7]. При опознавании возможно любое количество альтернатив в зависимости от объема алфавита целей. При этом альтернативы сводятся к принятию решения «что это за объект» [7], т. е. можно ли его поражать. Этим двум понятиям соответствуют характеристики прицела «максимальная дальность обнаружения» и «максимальная дальность опознавания» цели, при которых стрелок с заданной вероятностью обнаруживает и распознает объект на экране ЭОП. По мнению авторов, для стрелка более важным является достоверное опознавание цели, чтобы исключить стрельбу по собственным войскам/технике или заложникам при проведении антитеррористических операций;

надежность P — способность сохранять потребительские характеристики в условиях постоянных динамических нагрузок при стрельбе и резких перепадах температуры в

Таблица 1. Характеристики ряда образцов НП

Прицел	Массогабаритные			Эргономические		Эксплуатационные		
	<i>L</i> , мм	<i>D</i> , мм	<i>M</i> , г	<i>d</i> , мм	<i>t</i> , мм	Γ^*	2β , град	<i>S</i> , м
LION EEV (Англия)	273	80	–	–	–	3,5	6,8	600
SS20 MARK2 (Англия)	477	110	–	–	–	3,75	18 (max)	700
M1500 (Англия)	265	–	1000	–	–	3	10	500
ORT-MS4 (Израиль)	266	70	1160	–	–	3,75	10	350
VNP-004 (Испания)	340	120	–	–	–	3,5	9,5	660
M-166 (Италия)	410	83	2000	–	–	3	11,7	500
NVS-700 (США)	292	102	–	–	–	3,5	14,2	700
AN/PVS-2 (США)	440	–	2600	–	–	4	10,7	350
AN/PVS-3A (США)	330	–	1450	–	–	4	10	175 (min)
NVWS-4 (США)	229	102	1100	–	–	4	10	425
ORION-80 (Германия)	290	95	1800	–	–	4	8	<300
ORION-80 II (Германия)	208	110	1750	6	85 (max)	5,5	8	>500
NSA 80 (Германия)	175 (min)	100	1200	10	85	1 (min)	8	>500
NSV 80 (Германия)	245	100	1200	24 (max)	85	1	8	>500
NV/S-17 (Беларусь)	215	86	1200	7	40	3,5	12	–
NV/S-9 (Беларусь)	315	120	3100	5 (min)	50	6 (max)	6,3	500
Дедал-160 (Россия)	180	65 (min)	850	–	45	2,1	17	250
Дедал -200 (Россия)	187	72	780 (min)	–	45	2,6	17	400
Дедал-200М (Россия)	215	72	840	–	45	4	10	400
Дедал-470-DEP XR-5 (Россия)	250	88	1200	–	45	3,7	10	<700
Дедал-480-DEP XR-5 (Россия)	360	110	1050	–	45	6	6,3	<700
INFRATECH IT-204 XR 5 (Россия)	315	85	1100	–	55	4	8	–
INFRATECH IT-103A (Россия)	230	100	1000	–	45	3	11	–
YUKON SENTINEL 2,5×50 WL (США)	270	100	–	–	45	2,5	13	200
YUKON SENTINEL 3×60 (США)	307	100	1000	–	45	3	11	–
ARIES-350 Paladin (США)	280	105	1300	–	45	2,5	17	150
ПГН-9 (СССР)	620 (max)	170 (max)	8600 (max)	7	35 (min)	5,7	3 (min)	1200 (max)
Среднее значение	296	98	1613	9,8	52,5	3,6	10,5	490

Примечания. 1. Данные по надежности не приведены из-за их отсутствия. 2. Дальность ночной стрельбы требует критического отношения, поскольку не всегда указана фоно-целевая обстановка, при которой измерялась дальность, и не всегда указывается, что это дальность опознавания.

диапазоне температуры эксплуатации оружия. Эту характеристику можно оценивать вероятностью безотказной работы, наработкой на отказ или частотой отказов.

В табл. 1 приведены характеристики ряда НП ведущих фирм [8–10], по которым в литературе даются наиболее полные данные.

Классификация ЭОП. Анализ существующих НП показывает, что все они строятся по классической схеме (рисунок): объектив, узел формирования изображения прицельной сетки, ЭОП и окуляр [6, 11, 12]. Принципиальное отличие схем заключается лишь в характеристике ЭОП. Согласно принятой тер-

минологии ЭОП классифицируются на три поколения: I, II и III с промежуточными степенями: I+ и II+ [9] (табл. 2).

I поколение ЭОП разрабатывалось в 1960-е годы. Такие ЭОП имеют мультищелочной катод S-20 чувствительностью 120...250 мА/лм, коэффициент усиления 120...1000 и разрешение 25...35 мм⁻¹. В настоящее время в странах СНГ в основном применяются три модели такого ЭОП: В8(ЭПЗ3), имеющий усиление 500...800; малогабаритный ЭОП ЭПЗ3 с усилением 160...300 и ЭП46 с усилением 600. Отличительная особенность НП с таким ЭОП в том, что изображение четкое только в центре поля зрения с искажением и меньшим разрешением на краю. Кроме того, при попадании в поле зрения яркого источника они засвечивают все изображение, исключая при этом прицеливание. Даже ЭОП одного типа отличаются по своим параметрам.

Из-за низкого усиления однокаскадные ЭОП I поколения требуют светосильную оптику. Лишь НП со специально выбранным ЭОП в сочетании со светосильной оптикой (относительное отверстие 1:1,5) могут обеспечить приемлемые параметры при наблюдении в ночное время при наличии 1/4 Луны на небе. При более низкой освещенности необходима искусственная подсветка цели.

Для увеличения коэффициента усиления последовательно стыкуют два-три ЭОП в едином корпусе. Коэффициент усиления при таком каскаде увеличивается до (2...5)·10⁴, но одновременно растут искажения и падает разрешение по краям поля зрения. Реальная эффективная стрельба с НП I поколения возможна на 30...150 м. Столь малые дистанции объясняются тем, что в пассивном режиме у НП I поколения низкий коэффициент усиления. Поэтому основным режимом работы та-

кого НП следует считать активный режим с применением инфракрасного осветителя. Лучшие образцы НП — с применением особо светосильной оптики (относительное отверстие 1:1) и мощным осветителем (более 35 Вт) могут позволить произвести прицельный выстрел более чем на 100 м. ЭОП I поколения не обеспечивает ударную прочность прицела на крупнокалиберном оружии с энергией патрона более 3000 Дж.

ЭОП I+ поколения являются дальнейшим развитием ЭОП I поколения. На входе (иногда на выходе) вместо плоского стекла устанавливают волоконно-оптическую шайбу со сферическими поверхностями. Это исключает необходимость коррекции кривизны поля зрения в объективе и ЭОП и тем самым увеличивает разрешение на краях и одновременно защищает изображение от боковых засветок. В настоящее время в России производится лишь одна модель такого ЭОП — ЭПВ41Г «Карат».

НП, построенные на ЭОП I+ поколения, отличаются от НП с ЭОП I поколения лучшим качеством изображения, низким уровнем собственных шумов и большей дальностью действия в пассивном и активном режимах работы. НП могут работать в городских условиях, на открытой местности при освещенности при 1/4 Луны. Благодаря стеклометаллическому корпусу колбы НП выдерживают большие ударные нагрузки, что позволяет успешно использовать их в качестве прицелов для стрелкового оружия.

Конструктивно **ЭОП II поколения** отличается от преобразователя I+ поколения наличием плоского усилителя — микроканальной пластины. Типовое разрешение ЭОП составляет 32...45 мм⁻¹, а чувствительность — 200...600 мА/лм. Приборы имеют автомати-

Таблица 2. Дальность опознавания человека, м

ЭОП	Полная Луна, 0,1 лк	1/2 Луны, 0,05 лк	1/4 Луны, 0,01 лк	Звездное небо, 0,001 лк	Облачное небо, 0,0001 лк
Без ЭОП	230	130	45	—	—
I поколение	300	200	150	100	50
II поколение	630	630	590	390	145
III поколение	810	810	770	530	200

ческую регулировку яркости, защиту от боковых и прямых засветок точечными источниками света и высокое качество изображения по всему полю. Приборы работают при очень низких уровнях освещенности, соответствующих звездному небу (II поколение) или звездному небу в легких облаках (поколение II+).

НП, построенные на ЭОП II и II+ поколений, относятся к классу специальной техники и состоят на вооружении армий большинства западных стран.

Рабочие дистанции стрельбы с НП II поколения составляют 50... 250 м.

Конструктивно ЭОП III поколения аналогичен поколению ЭОП II+ и отличается лишь применением фотокатода на основе арсенида галлия. Фотокатод имеет чувствительность 900... 1600 мА/лм, коэффициент усиления $3,5 \cdot 10^4$ и разрешение 32... 64 мм⁻¹. НП с таким ЭОП работают в условиях предельно низкой освещенности (беззвездное небо в облаках) и имеют высокое качество изображения. К недостаткам следует отнести низкую помехозащищенность от боковых источников света из-за отсутствия оптической шайбы, что исключает применение их в городских условиях.

Т а б л и ц а 3. Показатели качества ряда образцов НП

НП	K_1	K_2	K_3	$K_{MГ}$	K_4	K_5	$K_{эп}$	K_6	K_7	K_8	$K_{эк}$	K_{Σ}
LION EEV (Англия)	0,78	0,86	–	–	–	–	–	0,50	0,25	0,43	0,39	–
SS20 MARK2 (Англия)	0,32	0,57	–	–	–	–	–	0,55	1	0,52	0,69	–
M1500 (Англия)	0,80	–	0,97	–	–	–	–	0,40	0,47	0,33	0,40	–
ORT-MS4 (Израиль)	0,80	0,95	0,95	0,90	–	–	–	0,55	0,47	0,19	0,40	–
VNP-004 (Испания)	0,63	0,48	–	–	–	–	–	0,50	0,43	0,49	0,47	–
M-166 (Италия)	0,47	0,83	0,84	0,71	–	–	–	0,40	0,58	0,33	0,44	–
NVS-700 (США)	0,74	0,65	–	–	–	–	–	0,50	0,75	0,52	0,59	–
AN/PVS-2 (США)	0,40	–	0,77	–	–	–	–	0,60	0,51	0,19	0,43	–
AN/PVS-3A (США)	0,65	–	0,91	–	–	–	–	0,60	0,47	0,02	0,36	–
NVWS-4 (США)	0,88	0,65	0,96	0,83	–	–	–	0,60	0,47	0,26	0,44	–
ORION-80 (Германия)	0,74	0,71	0,87	0,77	–	–	–	0,60	0,33	0,14	0,36	–
ORION-80 II (Германия)	0,93	0,57	0,88	0,79	0,05	1	0,53	0,90	0,33	0,33	0,52	0,62
NSA 80 (Германия)	1	0,67	0,95	0,87	0,26	1	0,63	0	0,33	0,33	0,22	0,57
NSV 80 (Германия)	0,84	0,67	0,95	0,82	1	1	1	0	0,33	0,33	0,22	0,64
NV/S-17 (Беларусь)	0,91	0,80	0,95	0,89	0,1	0,1	0,1	0,50	0,60	–	–	–
NV/S-9 (Беларусь)	0,69	0,48	0,70	0,62	0	0,3	0,15	1	0,22	0,33	0,52	0,47
Дедал-160 (Россия)	0,99	1	0,99	0,99	–	0,2	–	0,22	0,93	0,09	0,41	–
Дедал-200 (Россия)	0,97	0,93	1	0,97	–	0,2	–	0,32	0,93	0,24	0,50	–
Дедал-200М (Россия)	0,91	0,93	0,99	0,94	–	0,2	–	0,60	0,47	0,24	0,44	–
Дедал-470-DEP XR-5 (Россия)	0,83	0,78	0,95	0,85	–	0,2	–	0,54	0,47	0,52	0,51	–
Дедал-480-DEP XR-5 (Россия)	0,58	0,57	0,97	0,71	–	0,2	–	1	0,22	0,52	0,58	–
INFRATECH IT-204 XR 5 (Россия)	0,69	0,81	0,96	0,82	–	0,2	–	0,60	0,33	–	–	–
INFRATECH IT-103A (Россия)	0,88	0,67	0,97	0,84	–	0,2	–	0,40	0,53	–	–	–
YUKON SENTINEL 2,5×50 WL (США)	0,79	0,67	–	–	–	0,2	–	0,30	0,67	0,05	0,34	–
YUKON SENTINEL 3×60 (США)	0,70	0,67	0,97	0,78	–	0,2	–	0,40	0,53	–	–	–
ARIES-350 Paladin (США)	0,76	0,62	0,93	0,77	–	0,2	–	0,30	0,93	0	0,41	–
ПГН-9 (СССР)	0	0	0	0	0,1	0	0,05	0,94	0	1	0,65	0,26
Гипотетический прицел со средними значениями характеристик	0,70	0,69	0,89	0,76	0,25	0,35	0,30	0,52	0,50	0,31	0,44	0,53

НП III поколения имеют рабочую дистанцию стрельбы 100...700 м, что обеспечивает решение боевой задачи практически в 98 % действий в ночных условиях.

Данные о дальности опознавания человека на контрастном фоне при использовании ЭОП трех поколений [13] при разной освещенности приведены в табл. 2.

Методика сопоставительного анализа. Сравнить различные типы НП с рассмотренными выше характеристиками можно по общепринятой методике сопоставления средств вооружения и военной техники [14] на основании комплекса девяти частных показателей качества $0 \leq K_i \leq 1$ вида

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

или

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

в зависимости от того, какое значение показателя характеристики предпочтительнее — большее или меньшее, где H_i — значение характеристики в диапазоне от минимального H_{\min} до максимального H_{\max} значения в ряду сопоставляемых приборов. Дополним эти показатели тремя групповыми показателями: массогабаритным $K_{\text{МГ}}$, эргономическим $K_{\text{ЭР}}$ и эксплуатационным $K_{\text{ЭК}}$, а также обобщенным показателем эффективности K_{Σ} [15]. Примем весовые коэффициенты частных показателей качества равными 1. Это приемлемо, во-первых, что все характеристики основные, а во-вторых, весовые характеристики зависят от мнения группы экспертов из представителей генерального конструктора — разработчика оружия, т. е. не исключено, что мнения разработчиков снайперской винтовки и разработчиков гранатомета будут различны. При этом выражения групповых показателей качества и обобщенного показателя эффективности имеют вид

$$K_{\text{МГ}} = \sum_{i=1, \dots, 3} K_i / 3, \quad K_{\text{ЭР}} = \sum_{i=4, 5} K_i / 2,$$

$$K_{\text{ЭК}} = \sum_{i=6, \dots, 9} K_i / 4, \quad K_{\Sigma} = \sum_{i=1, \dots, 9} K_i / 9,$$

В табл. 3 приведены показатели качества, определенные по этой методике, для НП, представленных в табл. 1. Групповые показатели качества и обобщенные показатели эффективности определяли только для тех прицелов, у которых есть все необходимые данные. Проанализировав таблицу, можно сделать следующие выводы. Наиболее высокие массогабаритные показатели у российского НП «Дедал-160». Наилучшая эргономика — при использовании НП NSV 80 (Германия), а наиболее высокие эксплуатационные показатели у прицела SS20 MARK2 (Англия). Из-за неполных данных по обобщенному показателю эффективности можно сравнить лишь пять прицелов. Как видно из табл. 3, при равных весовых коэффициентах частных показателей качества наиболее эффективен тот же прицел NSV 80. Не исключено, что при сопоставительном анализе НП применительно к конкретному виду стрелкового оружия, будут вводиться разные весовые коэффициенты, и тогда может измениться порядок ранжирования образцов. Но очевидно, что заказчик должен обладать полной базой данных по образцам НП, которая должна пополняться и обновляться. ♣

1. Иванов Ю. А., Тяпкин Б. В. Инфракрасная техника в военном деле. — М.: Сов. радио, 1963. — 320 с.
2. Криксунов Л. З., Усольцев И. Ф. Инфракрасные системы. — М.: Сов. радио, 1968. — 320 с.
3. Криксунов Л. З. Приборы ночного видения. — Киев: Техніка, 1975. — 216 с.
4. Козелкин В. В., Усольцев И. Ф. Основы инфракрасной техники. — М.: Машиностроение, 1967. — 308 с.
5. Власюк В. В., Гордієнко В. І. Показники якості електронно-оптичного візора // 36. наук. праць 4 наук.-техн. конф. «Приладобудування 2005: стан і перспективи». — К.: НТУУ «КПІ», 2005. — С. 62–63.
6. Гордієнко В. І. Моделювання нічного каналу спостереження // Тези доп. наук.-техн. конф. «Приладобудування 2002: підсумки і перспективи». — К.: НТУУ «КПІ», 2002. — С. 47–48.
7. Куштыль В. И., Веселова Е. К. Классификация задач визуального наблюдения // Тр. Гос. опт. ин-та им. С. И. Вавилова. — Л.: ГОИ им. С. И. Вавилова. — 1984. — 57, вып. 191. — С. 10–17.
8. Жук А. Б. Стрелковое оружие. — М.: Воениздат, 1992. — 480 с.
9. Материалы фирмы «Дедал». Ночные прицелы // Ружье. — 2002. — № 4. — С. 40–46.
10. Федосеев С. Л. Снайперские винтовки. — М.: Арсенал-Пресс, 1995. — 96 с.
11. Изнар А. И. Электронно-оптические приборы. — М.: Машиностроение, 1977. — 64 с.
12. Night sight ARIES-350 «Paladin» // www.nightvisioner.co.uk.

13. *Основы* ночного видения // www.raffa.ru.
14. *Зиркевич В. Н.* Методический подход к оценке влияния совокупности ТТХ на огневую мощь БМП // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2004. — № 2(11). — С. 3–6.
15. *Круковский-Сеневич К. Б., Полегенько А. Ф.* Оценка перспективности образца В и ВТ при принятии решения на его разработку // Там же. — 2007. — № 2(23). — С. 54–56.

УДК 629.7.018:2.001.2

АППАРАТУРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТИВОВ ПРИЦЕЛОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

О. К. КУЧЕРЕНКО, канд. техн. наук (НТУУ «Киевский политехнический институт»)

Рассмотрены принципы конструирования аппаратуры контроля качества объективов для стрелкового оружия. На основании проведенного компьютерного моделирования определены параметры фотоприемного блока аппаратуры для существующей элементной базы. Предложен метод микросканирования, повышающий точность измерений.

Розглянуто принципи конструювання апаратури контролю якості об'єктивів для стрілецької зброї. На основі проведенного комп'ютерного моделювання визначено параметри фотоприймального блока апаратури для існуючої елементної бази. Для підвищення точності вимірювань запропоновано метод мікросканування.

Principles for designing equipment for quality control of the small arm objectives are considered. On basis of the carried out computer simulation parameters of the photo-receiving unit of the equipment are determined for the existing element base. The microscanning method is suggested which increases accuracy of the measurements.

Разработкой современных прицелов для стрелкового оружия типа день-ночь занимаются ведущие предприятия военно-промышленного комплекса России [1]. Примером прицела, который, кроме видимой части спектра работает на длине волны $\lambda = 850$ нм, является также прицел KN250 фирмы «Simrad» (Норвегия) с ночной зеркально-линзовой насадкой [2]. Тепловизионные прицелы способны работать в окне прозрачности атмосферы 8...12 мкм и реагировать на тепловое излучение нагретых тел. Примером может служить прицел SRTS фирмы «Texas Instruments» (США) [3]. Основные тактико-технические характеристики подобных прицелов приведены во многих публикациях и каталогах [4–9]. Анализ упомянутых публикаций

свидетельствует о том, что объективы этих прицелов, по-видимому, должны иметь высокие технические характеристики как в видимой, так и инфракрасной областях спектра. Кроме сугубо эксплуатационных характеристик (массы, габаритов), важное значение приобретает качество изображения в диапазоне увеличений 3...8 крат и углов поля зрения до 12°.

Для оценки качества изображения, создаваемого объективами по требованиям Международной системы стандартизации, должна использоваться оптическая передаточная функция (ОПФ) и ее составляющие — функция передачи модуляции (ФПМ) и функция передачи фазы (ФПФ). Измерение ОПФ целесообразно проводить на установке с непериодическим тест-объектом в виде освещенного

© О. К. КУЧЕРЕНКО, 2009