

А. М. Бахтиярова^{1✉}, Е. Ю. Кутенкова¹

Приборы ночного видения: контроль основных оптических параметров

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: bakhtiyarova7207@gmail.com

Аннотация. Очки ночного видения серии FEP NVG LAB, со встроенным электронно-оптическим преобразователем (ЭОП) 2⁺ или 3-го поколения, предназначены для наблюдения и ориентирования на местности, вождения транспортных средств в условиях естественной ночной освещенности, а также для проведения различного рода работ в темных помещениях, пещерах и т.п. с использованием встроенного инфракрасного осветителя. Для приборов ночного видения крайне важна надежность изделия и соответствие параметрам, которые указываются в технических условиях (ТУ). К ним также предъявляют строгие требования по эксплуатации. В статье рассматриваются основные параметры приборов ночного видения и их методы контроля. Целью работы является описание процесса контроля основных оптических параметров приборов ночного видения на примере очков серии FEP NVG LAB.

Ключевые слова: очки ночного видения, испытания, контроль качества

A. M. Bakhtiyarova^{1✉}, E. Y. Kutenkova¹

Night vision devices: verification of key optical parameters

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: bakhtiyarova7207@gmail.com

Annotation. The FEP NVG LAB series of night vision goggles, with a built-in 2+ or 3rd generation image intensifier tube (IIT), are designed for observation and orientation, driving in natural nighttime lighting, and various types of work in dark rooms, caves, and other environments using a built-in infrared illuminator. Reliability and compliance with specifications are crucial for night vision devices. They are also subject to strict operating requirements. This article examines the key parameters of night vision devices and their testing methods. The purpose of this work is to describe the testing process for the key optical parameters of night vision devices using the FEP NVG LAB series of goggles as an example.

Keywords: night vision goggles, testing, quality control

Введение

Приборы ночного видения (ПНВ) – класс оптико-электронных приборов, обеспечивающие наблюдателю изображение местности в условиях недостаточной освещенности. Они обеспечивают ясное и четкое изображение при вождении спецтранспорта, пилотировании авиатехники, стрельбе, ориентировании на местности в ночное время суток, с использованием встроенного инфракрасного осветителя или в условиях естественной ночной освещенности (Луна и звезды) [1, 2]. Одной из разновидностей ПНВ являются псевдобинокулярные очки ночного видения (рис. 1).



Рис. 1. Очки ночного видения серии FER NVG LAB

Оптические и светотехнические параметры очков ночного видения FER NVG LAB при приемке должны соответствовать значениям, установленным в табл. 1 [3]. В табл. 2 указаны основные технические параметры электронно-оптических преобразователей, выпускаемых предприятием АО «Экран ФЭП», контроль которых проводится на отдельном участке [4].

Таблица 1. Оптические и светотехнические параметры очков ночного видения

Наименование параметра	Значение параметра
1. Диапазон дальности обнаружения объекта наблюдения, м	от 150 до 250
2. Угловое увеличение, крат	$1 \pm 0,1$
3. Угловое поле зрения в пространстве предметов, град	40 ± 2
4. Минимальное значение фокусировки объектива, не более, м	0,25
5. Диапазон диоптрийной подвижки окуляра, дптр	от минус 5 до плюс 5

Таблица 2. Технические параметры ЭОП, выпускаемых предприятием

Технические параметры ЭОП	ЭОП 2+	ЭОП 3	FLAG
Тип фотокатода	Мультищелочной	GaAs	GaAs без ИБП
Интегральная чувствительность фотокатода мкА/лм, не менее	540	1800	1900
Предел разрешения, штр/мм, не менее	63	63	63
Коэффициент преобразования	20000-40000	40000-80000	60000-100000
Отношение сигнал/шум при 108 μ lx	15-25	25-31	32-35

Приборы должны соответствовать требованиям по стойкости к внешним воздействующим механическим и климатическим факторам, которые указываются в технических условиях (ТУ):

- 1) Синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 10 до 500 Гц с амплитудой ускорения 50 м/с^2 (5 g);
- 2) Транспортная тряска при частоте 40-120 ударов в мин., пиковое ударное ускорение 100 м/с^2 (10 g) и 80 м/с^2 (8 g).
- 3) Пониженная рабочая температура среды – минус 40°C ;
- 4) Пониженная предельная температура среды – минус 60°C ;
- 5) Повышенная рабочая температура среды – плюс 50°C ;
- 6) Повышенная предельная температура среды – плюс 65°C ;
- 7) Повышенная относительная влажность $(93 \pm 3) \%$ при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- 8) Изделие должно оставаться герметичным после погружения в воду на глубину 1 м.

Для контроля качества и приемки изделий установлены следующие виды испытаний:

- квалификационные (по ГОСТ Р 15.301);
- предъявительские, приемо-сдаточные, типовые (по ГОСТ 15.309);
- периодические (по ГОСТ Р 50779.12);
- на надежность (по ГОСТ 27.403) [5].

Контроль на соответствие оптическим и светотехническим параметрам изделий проводят следующим образом:

1. Степень чистоты поля зрения (СЧПЗ) контролируется на стенде контроля СЧПЗ и углового поля зрения (рис. 2, рис. 3), в темном помещении. Принцип контроля состоит в определении размеров и количества дефектов в виде темных и светлых точек (пятен). Допустимые размеры точек и их количество в зависимости от зоны указаны в табл. 3 [6].

Таблица 3. Допустимые размеры точек и их количество

Номер зоны	Размер зоны (диаметр) мм	Наибольший диаметр точек			Допустимая суммарная площадь де- фектов, мм ²
		начитывае- мых, мм	допустимых		
			по размеру, мм	по кол-ву, шт	
1	0 ÷ 8,75	0,06	0,12	1	0,07
2	8,75 ÷ 14,0	0,08	0,18	1	0,15
3	14,0 ÷ 17,5	0,10	0,20	2	0,25

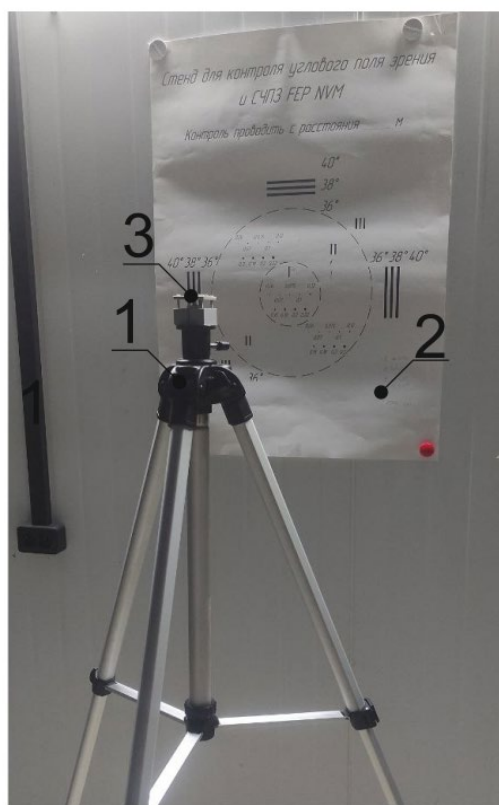


Рис. 2. Общий вид стенда:
1 – штатив; 2 – тест-объект; 3 – посадочное место

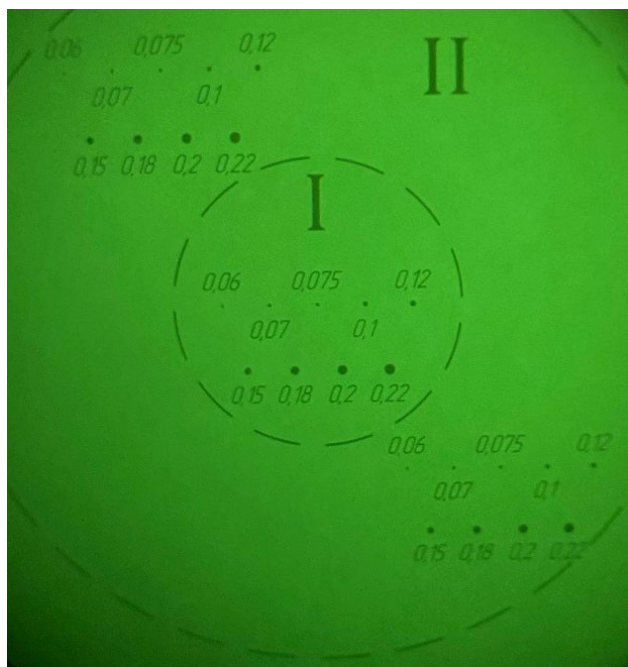


Рис. 3. Тест-объект для определения размера точек

2. Дальность обнаружения объекта наблюдения контролируется на открытой равнинной местности. Изделие устанавливают на посадочное место штатива, на необходимом расстоянии располагают объект наблюдения и включают прибор. Объект считают обнаруженным, если его различают как пятно на экране ЭОП изделия.

3. Разрешающая способность изделия контролируется на коллиматоре (рис. 4). В поле зрения устанавливают элемент тест-объекта, соответствующий разрешающей способности, указанной в ТУ на изделие. Наблюдатель должен видеть раздельно все штрихи выставленного элемента тест-объекта во всех направлениях.

При известном размере штрихов установленного элемента тест-объекта, разрешающая способность изделия рассчитывается по формуле 1:

$$N = \frac{1}{2P} \cdot \frac{f_{\text{кол}}}{f_{\text{об}}} \quad (1),$$

где N – разрешающая способность в парах линий на мм;

P – ширина штриха;

$f_{\text{кол}}$ – фокусное расстояние объектива коллиматора установки;

$f_{\text{об}}$ – фокусное расстояние объектива изделия.

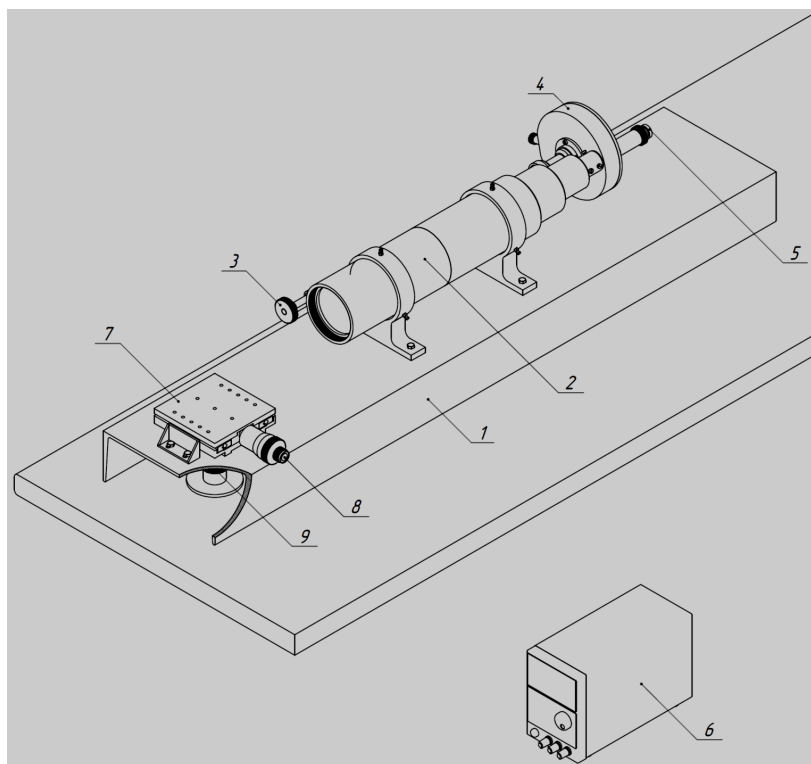


Рис. 4. Установка коллиматора:

- 1 – основание; 2 – нулевой коллиматор; 3 – ручка поворота; 4 – барабан;
5 – осветитель; 6 – источник питания; 7 – столик для крепления; 8 – ручка перемещения; 9 – гайка

4. Угловое увеличение контролируется на нулевом коллиматоре (рис. 5) с использованием диоптрийной трубки (рис. 6). Для расчета используют формулу 2:

$$\Gamma = A' / A \quad (2),$$

где Γ – видимое увеличение, крат;

A' – количество штрихов сетки диоптрийной трубки при наблюдении через систему «диоптрийная трубка плюс изделие»;

A – количество штрихов сетки диоптрийной трубки при наблюдении через систему «диоптрийная трубка».

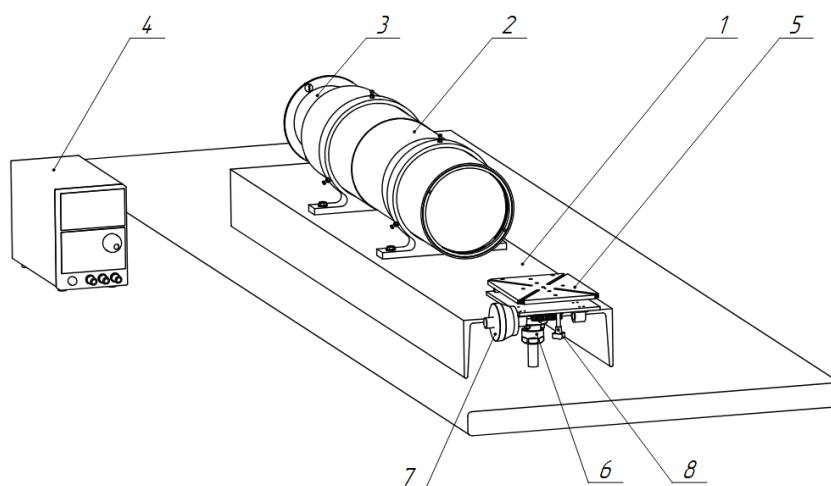


Рис. 5. Нулевой коллиматор:

1 – основание; 2 – нулевой коллиматор; 3 – осветитель; 4 – источник питания;
5 – столик; 6 – гайка; 7 – ручка перемещения; 8 – ручка наклона

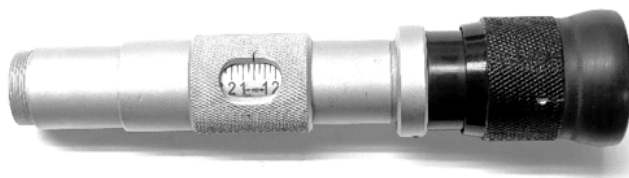


Рис. 6. Диоптрийная трубка Ю-ДТ

5. Угловое поле зрения в пространстве предметов контролируется на стенде контроля СЧПЗ и углового поля зрения (рис. 2). Очки устанавливают на посадочное место штатива на определенном расстоянии от тест-объекта, включают и

наблюдают в окуляр. Наблюдателю необходимо одновременно увидеть в вертикальном и горизонтальном положениях штрихи, соответствующие углу поля зрения, равному 40° . Если контролируют панорамные очки ночного видения, то угол поля зрения по горизонтали должен составлять 120° , по вертикали – 40° [7].

6. Минимальное значение фокусировки объектива контролируется на стенде контроля диапазона фокусировки (рис. 7). Изделие устанавливают на крепежную платформу, измеряют расстояние от торца объектива до тест-объекта с помощью лазерного дальномера. Затем прибор включают, вращают маховик фокусировки объектива и добиваются резкого изображения тест-объекта.

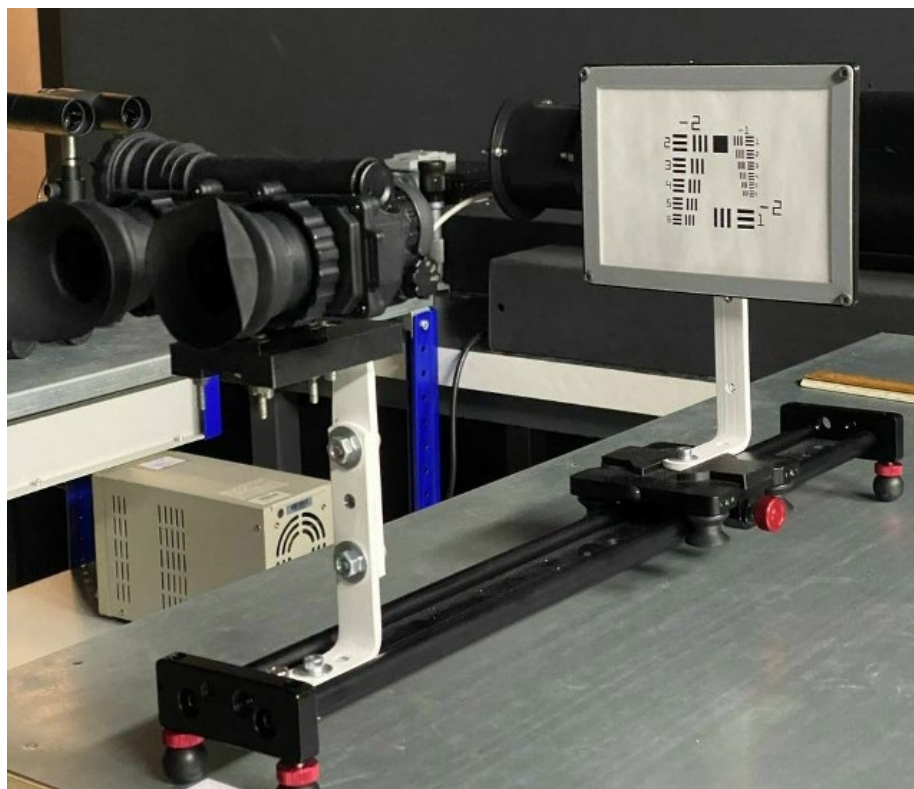


Рис. 7. Стенд для контроля перефокусировки

7. Диапазон диоптрийной подвижки окуляров определяется на установке коллиматора с помощью диоптрийной трубки. Изделие устанавливают перед объективом коллиматора, а за его окуляром помещают диоптрийную трубку. Сначала контролируют крайнее левое положение диоптрийной подвижки окуляра испытуемого прибора, путем получения резкого изображения тест-объекта через диоптрийную трубку. Затем контролируют крайнее правое положение диоптрийной подвижки тем же путем.

Результаты

Таким образом, на предприятии проводится тщательный контроль качества выпускаемой продукции. Каждое изделие проходит ряд испытаний, и только выдержав

все испытания, поставляется на приемку. Это обеспечивает конкурентоспособность на рынке, а также подтверждает надежность продукции АО «Экран ФЭП».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бегучев В. П. Приборы ночного видения / В. П. Бегучев, И. Д. Бурлаков; Государственный научный центр Российской Федерации АО "НПО "Орион"". – Изд. 2-е, доп.. – Москва : Государственный научный центр Российской Федерации "НПО "Орион"", 2022. – 159 с., [4] л. цв. ил. ил.; 22. – ISBN 978-5-7164-1211-8.
2. Куклев С. В., Соколов Д. С. Электронно-оптические преобразователи. М., 2004 г.
3. Бутслов М.М., Степанов Б.М., Фанченко С.Л. Электронно-оптические преобразователи и их применение в научных исследованиях, М. Наука, 1978 г.
4. Бардачевский Н. Н., Литовченко В. А., Гришаев Д. В. Применение и развитие приборов ночного видения в современной армии // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-i-razvitie-priborov-nochnogo-videniya-v-sovremennoy-armii>.
5. Грузевич Ю. К. Оптико-электронные приборы ночного видения. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 276 с.
6. ГОСТ 21815.15-86. Преобразователи электронно-оптические. Метод контроля степени чистоты поля зрения. – М., 1986. – С. 2–3.
7. Официальный сайт АО «Экран-оптические системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekran-os.ru/ru/products>.

© А. М. Бахтиярова, Е. Ю. Кутенкова, 2026