

УДК 537.333.3

Наголовный прибор ночного видения с теплообнаружителем

*В. Г. Волков, Н. З. Горева, Ю. А. Добровольский,
Н. Ф. Кощавцев, В. И. Лелейкин*

Государственное унитарное дочернее предприятие "Специальное конструкторское бюро техники ночного видения" Государственного унитарного предприятия «НПО "Орион"»,
Москва, Россия

Разработан наголовный прибор ночного видения, состоящий из ночного монокуляра и канала теплообнаружителя (ТО). Канал ТО работает в области спектра 8–14 мкм, имеет угол поля зрения 1°40'. Дальность обнаружения в канал ТО ростовой фигуры человека составляет 150 м. Дальность ее опознавания в канал ночного монокуляра при уровне естественной ночной освещенности 0,003 лк составляет 150 м в угле поля зрения 40°. Масса прибора не превышает 850 г.

В настоящее время широкое распространение получили приборы ночного видения (ПНВ), выполненные на основе электронно-оптических преобразователей (ЭОП). ПНВ способны обеспечивать наблюдение в сумерки и ночью, обладают малыми габаритными размерами и массой, высокими эксплуатационными характеристиками и небольшой стоимостью. За последние годы особенно интенсивно развивались наголовные ПНВ, выполненные либо в виде бино- и псевдобинокулярных очков ночного видения на оба глаза наблюдателя, либо в виде наголовного монокуляра, оставляющего один глаз свободным. Такие ПНВ весьма необходимы для работников горноспасательных служб, для санитаров и спасателей, работающих в условиях чрезвычайных ситуаций: землетрясений, пожаров, обвалов и пр. Однако широко распространены случаи, когда пострадавшие не обнаруживаются сразу прямым визуальным наблюдением, так как они могут быть скрыты травой, кустарником, обломками и пр. Поэтому наголовные ПНВ должны быть оснащены компактным теплообнаружителем, позволяющим обнаружить пострадавших по их тепловому излучению даже при отсутствии непосредственной возможности их наблюдения. В связи с этим предлагается наголовный ПНВ с ТО, который дает возможность видеть местность ночью и свободно ориентироваться на ней, обнаруживать места, где предположительно могут находиться пострадавшие.

Схема построения такого ПНВ представлена на рис. 1. Согласно этой схеме ПНВ работает следующим образом. Объектив 2 создает изображение пространства объектов на фотокатоде ЭОП. На оптическом контакте с фотокатодом установлена визирная марка, обозначающая положение центра поля зрения канала ТО в пространстве объектов и служащая для выверки каналов 1 и 6. Изображение с экрана ЭОП наблюдается одним глазом оператора через окуляр 5. При появлении в поле зрения канала ТО (6) теплоизлучающего объекта его излучение поступает в объектив 7, затем, отразившись от сканирующего зеркала, поступает на чувствительную площадку пироэлектрического фотоприемника. На ней объектив создает "точечное" изображение теплоизлучающего объекта. При этом зеркало сканирует с частотой 5 Гц, осуществляя кадровую развертку изображения. Зеркало закреплено на валу и перемещается с помощью двигателя. Фотоприемник, работающий в области

спектра 8—14 мкм, создает на выходе электрический сигнал, поступающий в блок электронной обработки. Последний отстраивает сигнал от шумов и сопоставляет его уровень с пороговыми значениями. Если сигнал их превышает, то он усиливается и поступает с выхода блока 12 на индикаторный светодиод 13 красного цвета свечения, который загорается и начинает мигать с частотой 5 Гц, сигнализируя о наличии теплоизлучающего объекта. Светодиод сопряжен с другим глазом оператора. Последний видит в широком поле изображение местности, создаваемое ночным каналом 1 и имеющее желто-зеленый цвет, определяемый цветом свечения экрана ЭОП (4), а также и мигающий светодиод красного цвета, сигнализирующий о возможном появлении пострадавшего. Питание каналов 1 и 6 осуществляется от первичного источника питания (аккумуляторные батареи с выводом напряжения 3 В для питания ночного канала и 6 В — для питания канала ТО). Оптические оси обоих каналов взаимно выверены так, чтобы светящийся светодиод совпадал с визирной маркой канала 1, и при наведении марки на представляющий интерес объект мигание светодиода или его отсутствие соответственно подтверждало или отрицало наличие теплового контраста объекта с фоном.

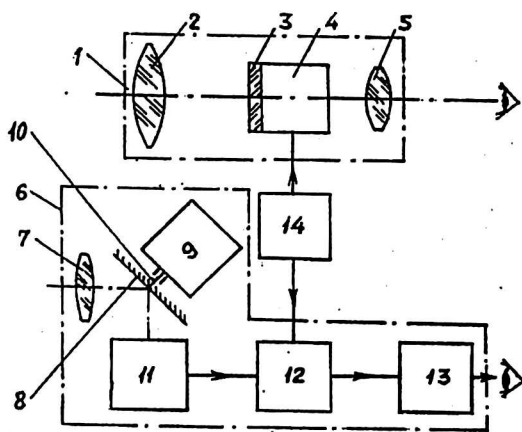


Рис. 1. Схема построения ПНВ с ТО:

- 1 — ночной канал; 2 — объектив ночного канала; 3 — визирная марка; 4 — ЭОП; 5 — окуляр;
- 6 — канал ТО; 7 — объектив канала ТО; 8 — сканирующее плоское зеркало; 9 — двигатель;
- 10 — вал двигателя; 11 — пироэлектрический фотоприемник;
- 12 — блок электронной обработки; 13 — индикаторный светодиод;
- 14 — первичный источник питания

На рис. 2 представлена оптическая схема прибора. Ночной канал имеет увеличение $\times(1\pm 0,1)$, угол поля зрения 40° . Объектив канала имеет фокусное расстояние 26 мм, относительное отверстие 1:1,44, угол поля зрения 40° , расчетную длину волны 800 нм, диапазон ахроматизации 650—850 нм, массу в стекле 16 г. Бипланарный ЭОП с микроканальной пластиной поколения 2⁺⁺ ("Калина") имеет интегральную чувствительность фотокатода 500 мкА/лм. Фокусное расстояние окуляра 26 мм, диаметр выходного зрачка 14 мм, его удаление 23 мм, линейное поле зрения 18 мм, расчетная длина волны 546 нм, диапазон ахроматизации 530—560 нм, масса в стекле 18 г.

Канал ТО имеет германиевый однолинзовый объектив с фокусным расстоянием 100 мм, относительным отверстием 1:2,5, углом поля зрения $1^\circ 40'$, равным углу поля зрения канала ТО. Пироэлектрический фотоприемник (модель ПМ-4М) имеет диаметр светочувствительной площадки 1,5 мм. При частоте модуляции 10 ± 1 Гц порог чувствительности фотоприемника составляет $(4-7)\cdot 10^{-10}$ Вт·Гц^{1/2}, а вольтовая чувствительность — не менее 500 В/Вт⁻¹. Рабочий спектральный диапазон — 8—14 мкм. В канале ТО используется двигатель (модель ДП 3218С01) и индикаторный светодиод (модель ЗЛ341А)

красного цвета свечения. Фотоприемник преобразует оптический сигнал в электрический с частотой, равной частоте сканирования 5 Гц. Блок электронной обработки допускает плавное изменение чувствительности канала ТО за счет регулировки уровня срабатывания.

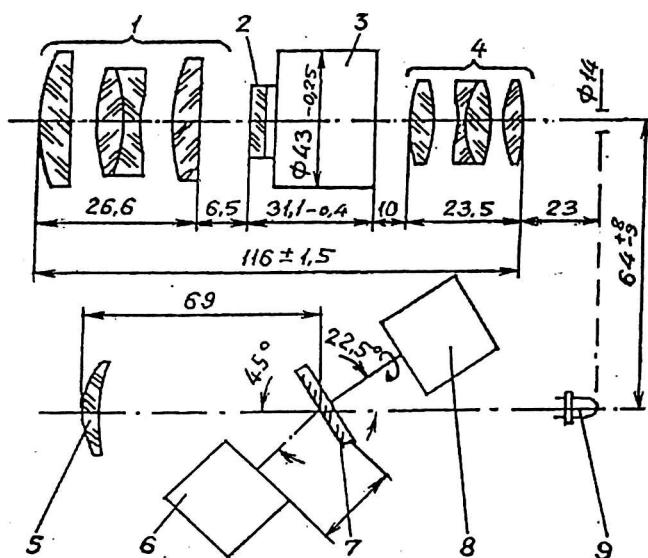


Рис. 2. Оптическая схема прибора:

1 — объектив ночного канала; 2 — визирная марка; 3 — ЭОП; 4 — окуляр; 5 — объектив канала ТО; 6 — пироэлектрический фотоприемник; 7 — сканирующее плоское зеркало; 8 — двигатель; 9 — индикаторный светодиод

Конструктивно прибор состоит из модуля ночного канала (рис. 3), модуля канала ТО, рамки держателя с батарейным отсеком, лицевой маски, к которой крепится рамка, и наголовного крепления. В корпусе модуля ночного канала находятся объектив, визирная марка, ЭОП, окуляр. Марка имеет возможность перемещения в плоскости, перпендикулярной оптической оси в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Предусмотрена фокусировка объектива в пределах 25 см — бесконечность и диоптрийная наводка окуляра в пределах ± 4 диоптрий.

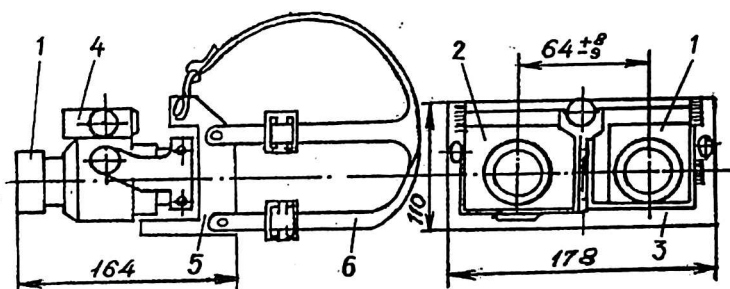


Рис. 3. Конструктивное исполнение прибора:

1 — модуль ночного канала; 2 — модуль канала ТО; 3 — рамка-держатель; 4 — батарейный отсек; 5 — лицевая маска; 6 — наголовное крепление

Модуль канала ТО содержит объектив, оптико-механический узел сканирования, пироэлектрический фотоприемник, электронные платы и светодиод. Предусмотрена возможность фокусировки объектива и регулировки смещения фотоприемника в поперечном направлении. Узел сканирования содержит двигатель и плоское зеркало, установленные в сходящемся пучке на выходе объектива. Зеркало крепится на оси двигателя под углом $90^\circ + \alpha$. Угол α регулируется в пределах $10-30^\circ$. Выбранный тип развертки обеспечивает просмотр пространства предметов в пределах угла поля зрения канала ТО. Частота колебаний зеркала 5 Гц. Индикаторный светодиод крепится на задней стенке корпуса модуля ТО напротив свободного глаза оператора. Модули 1 и 2 крепятся в рамке-держателе, фиксируемой на лицевой маске.

Взаимная выверка оптических осей модулей 1, 2 обеспечивается перемещением визирной марки. Тем самым гарантируется точность определения направления на теплоизлучающий объект не хуже $\pm 10'$.

Дальность опознавания ростовой фигуры человека при уровне естественной ночной освещенности 0,003 лк и ее обнаружения по тепловому излучению составляет 150 м. Масса устройства вместе с маской не превышает 850 г, а энергопотребление при питании от 6 В (2 батареи ЛТ316) — не более 0,45 Вт.

Helmet-placed night-vision device with heat detector

V. G. Volcov, N. S. Goreva, Yu. A. Dobrovolsky,
N. F. Koschavtsev, V. I. Leleikin

Special Design Office of Night-Vision Devices of State Unitary Enterprise «RD&P Centre "Orion"»,
Moscow, Russia

A helmet-placed night-vision device having a night monocular and a heat detector channel (TD). TD channel operates in 8–14 mkm spectral range, has $1^\circ 40'$ field of view, 150 m range of detection of figure. The range for acquisition a man figure an natural night illumination is $3 \cdot 10^{-3}$ Lx by 40° field of view in night monocular cannal. Mass of the device does not exceed 850 g.