

Физическая аппаратура

УДК 621.384.36.3

Многофункциональные низкопрофильные очки ночного видения

В. М. Белоконев, В. Г. Волков, Г. А. Леонова, В. Л. Саликов

Рассмотрена схема и дано описание основных технических характеристик многофункциональных очков ночного видения с уменьшенным продольным габаритным размером. Дальность распознавания ростовой фигуры человека (звездная ночь) составляет 200—250 м, угол поля зрения — 48° , увеличение — 1^X , масса не более 450 г, напряжение питания 2,5—3 В. Очки имеют модульное исполнение. Возможно введение дополнительных модулей для фото- или видеосъемки, дисплея или миниатюрного телевизионного монитора, а также сменных афокальных насадок с увеличением $2,5^X$ или 4^X для увеличения дальности действия до 300—350 м ($2,5^X$) или 450—500 м (4^X).

PACS: 85.30.-z

Ключевые слова: очки ночного видения, модуль, дисплей, схема.

Введение

В настоящее время широкое распространение в народном хозяйстве получили очки ночного видения [1]. Они широко используются для обеспечения работы спасателей, сотрудников МВД, таможенных и пограничных служб, для охраны, производственного и экологического контроля, для служб рыбнадзора, для вождения транспорта всех видов, для обеспечения строительно-монтажных и ремонтных работ при низких уровнях освещенности и т. п. При этом для традиционных очков ночного видения известным недостатком является значительный продольный габарит. Из-за него центр тяжести прибора вынесен вперед и создает значительный опрокидывающий момент. Это, в свою очередь, вызывает серьезную нагрузку на шейные и лицевые мышцы оператора. В результате происходит его быстрое утомление.

В связи с вышесказанным появились так называемые "низкопрофильные" очки ночного видения, которые имеют минимальный продольный габарит. Их конструкция "прижата" к лицу оператора, благодаря чему снижается влияние указанного выше недостатка. Однако такие очки исключают воз-

можность введения дополнительного канала (например, теплообнаружителя, тепловизионного канала, дневного оптического канала, дисплея), на который может быть выведена служебная информация, а также возможность фото- или видеосъемки с экрана электронно-оптического преобразователя (ЭОП) очков. В значительной степени эти недостатки преодолены в устройствах, описанных в работах [2, 3]. Однако возможно и более эффективное исполнение низкопрофильных очков. Такое решение и представлено в настоящей статье.

Многофункциональные низкопрофильные очки

Схемы низкопрофильных очков ночного видения и их многофункциональных модификаций представлены на рис. 1—5.

Очки по схеме рис. 1 работают следующим образом. Излучение звезд и (или) луны, определяющее уровень естественной ночной освещенности (ЕНО), отражается от наблюдаемого объекта и окружающего его фона, проходит в объектив 1, который создает изображение объекта и фона на фотокатоде ЭОП 5. Он преобразует изображение в видимое и усиливает его по яркости. Изображение в ЭОП переносится с фотокатода на экран без оборачивания. С экрана ЭОП изображение передается в 1-ю оборачивающую систему (позиции 6, 8) с помощью плоских наклонных зеркал 7 и 9. В этой системе изображение оборачивается на 180° и передается во 2-ю оборачивающую систему (для правой окулярной ветви — позиции 10, 14,

Белоконев Виктор Михайлович, зам. директора по науке.

Волков Виктор Генрихович, ведущий научный сотрудник.

Леонова Галина Анатольевна, ведущий инженер.

Саликов Вячеслав Львович, начальник КБ.

ФГУП "Альфа".

Россия, 111123, Москва, ул. Плеханова, 2/46, стр. 5.

Тел. 8 (495) 672-31-74. E-mail: gup-alha@mtu-net.ru

Статья поступила в редакцию 12 декабря 2008 г.

для левой окулярной ветви — позиции 10, 17). Зеркало 11 служит для оптического сопряжения компонентов 2-й оборачивающей системы. Зеркала 12 и 13 разделяют изображение по полю и передают его в две оптические ветви окулярной системы, выполненные под правый и левый глаз, соответственно. Изображение еще раз оборачивается на 180° с помощью 2-й оборачивающей системы. Затем изображение с помощью зеркала 16 (для правой окулярной ветви) передается в окуляр 18, а с помощью зеркала 17 (для левой окулярной ветви) — в окуляр 19. Через окуляры 18 и 19 оператор наблюдает изображение.

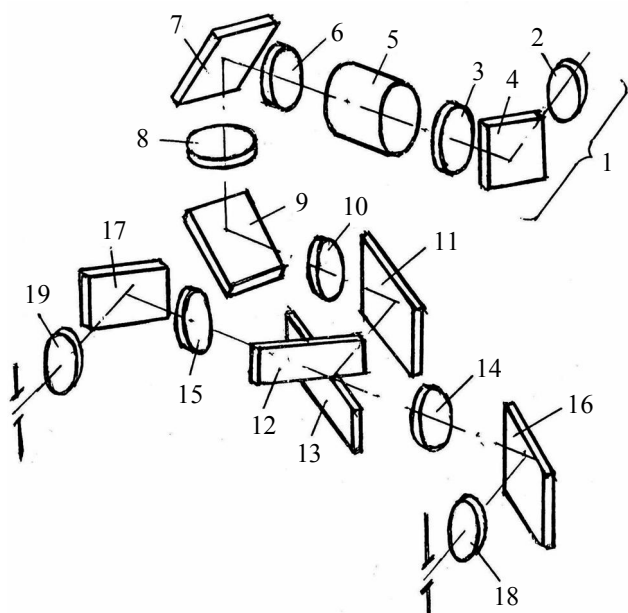


Рис. 1. Схема многофункциональных низкопрофильных очков ночного видения:

- 1 — линзовый объектив; 2, 3 — 1-й и, соответственно, 2-й его линзовый компонент; 4 — 1-е плоское наклонное зеркало;
- 5 — ЭОП; 6 — 1-й линзовый компонент 1-й оборачивающей системы; 7 — 2-е наклонное плоское зеркало; 8 — 2-й линзовый компонент 1-й оборачивающей системы; 9 — 3-е наклонное плоское зеркало; 10 — 1-й линзовый компонент 2-й оборачивающей системы; 11 — 4-е наклонное плоское зеркало; 12, 13 — разделительное окулярное зеркало правой и левой ветви окулярной системы, соответственно;
- 14, 15 — 2-й линзовый компонент 2-й оборачивающей системы для правой и левой окулярной ветви, соответственно;
- 16, 17 — 5-е и 6-е плоское зеркало правой и левой окулярной ветви, соответственно; 18, 19 — окуляр правой и левой окулярной ветви, соответственно

Очки по схеме рис. 2 работают так же, как это показано на рис. 1, но содержит дополнительный ночной канал (позиции 20—27). Это превращает очки из псевдобинокулярных в бинокулярные. Объектив 20 создает изображение объекта и фона на фотокатоде ЭОП 24. Он преобразует изображе-

ние в видимое и усиливает его по яркости. Изображение с экрана этого ЭОП передается в 3-ю оборачивающую систему (позиции 25, 27), где оборачивается на 180°. Призма 26 АкР-90° служит для сопряжения компонентов 25 и 27 3-й оборачивающей системы, а также для оборачивания изображения по вертикали. Зеркало 9 имеет светоделительное покрытие, отражающее 50 % излучения с экрана ЭОП 5 и пропускающее 50 % излучения с экрана ЭОП 24. Зеркало 9 сопрягает изображения с экранов ЭОП 5 и 24 и передает во 2-ю оборачивающую систему. Далее очки работают согласно схеме рис. 1. Они становятся бинокулярными, и оператор наблюдает стереоскопическое изображение. Это создает удобства при применении очков для вождения транспортных средств. Устройство может быть выполнено из отдельных модулей.

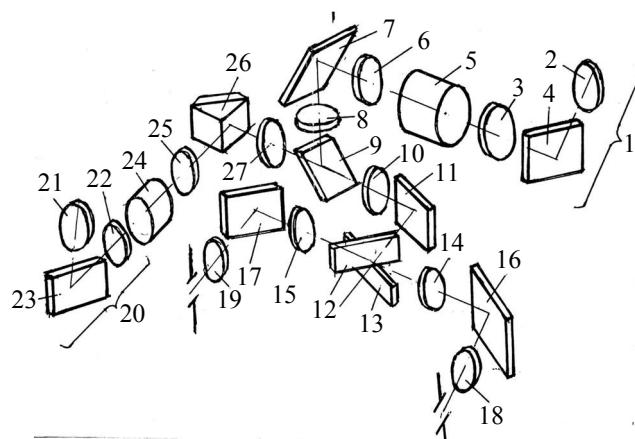


Рис. 2. Схема бинокулярных низкопрофильных очков ночного видения:

- позиции 1—19 — см. рис. 1; 20 — 2-й линзовый объектив; 21, 22 — 1-й и, соответственно, 2-й его линзовый компонент; 23 — 7-е наклонное плоское зеркало; 24 — ЭОП; 25 — 1-й компонент 3-й оборачивающей системы; 26 — призма с крышей АкР-90°; 27 — 2-й компонент 3-й оборачивающей системы

Очки по схеме рис. 3 работают так же, как это показано на рис. 1, но содержат дополнительный дневной канал. Он может работать днем, а также и ночью при возникновении повышенных световых нагрузок, когда ночной канал теряет работоспособность. Объектив 28 создает в своей фокальной плоскости изображение объекта и фона. Изображение передается в оборачивающую систему (29, 34), в которой оно оборачивается на 180°, а затем сопрягается с зеркалом 9. Последнее имеет дихроичное покрытие, отражающее в рабочей области спектра экрана ЭОП 0,53—0,56 мкм, но пропускающее в остальной части видимого спек-

тра. Благодаря этому одновременно может наблюдаться и дневное, и ночное изображение. Призма 33 служит для той же цели, что и в схеме по рис. 2. Далее работа устройства осуществляется по схеме рис. 1. Если дневной канал имеет увеличение 1^x , то с его помощью можно обеспечить вождение транспортных средств и ориентирование на местности. При большем увеличении возможна работа днем на повышенных дальностях действия.

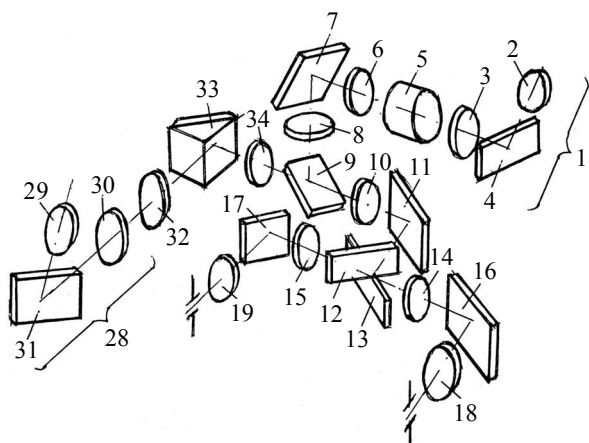


Рис. 3. Схема multifункциональных низкопрофильных очков ночного видения с дополнительным дневным каналом: позиции 1—19 — см. рис. 1; 28 — 3-й линзовый объектив; 29, 30 — 1-й и, соответственно, 2-й его линзовый компонент; 31 — 8-е наклонное плоское зеркало; 32 — 1-й компонент 4-й оборачивающей системы; 33 — 2-я призма с крышей АкР-90°; 34 — 2-й компонент 4-й оборачивающей системы

Очки по схеме рис. 4 работают так же, как это показано на рис. 1, но содержат дополнительный канал теплообнаружения с дисплеем 35. Изображение с дисплея теплообнаружителя или какого-либо иного дисплея 35 сопрягается с зеркалом 9. Его дихроичное покрытие отражает в области спектра 0,53—0,56 мкм, но отражает в рабочей области спектра дисплея 35. Благодаря этому возможна работа очков с теплообнаружителем. Он обеспечивает обнаружение скрытых объектов наблюдения по их тепловому излучению и создает соответствующую отметку на своем дисплее 35, изображение с которого вводятся в очки по схеме рис. 4. Вместо теплообнаружителя возможно применение портативного тепловизора, создающее не тепловую отметку, а изображение объекта и фона, а также дисплея ТВ-камеры или отдельного дисплея, с экрана которого в очки может быть введена служебная буквенно-цифровая или символьная информация, периодически обновляемая в зависимости от обстановки с помощью устройства связи на базе миниатюрной радиорелейной приемопередающей системы.

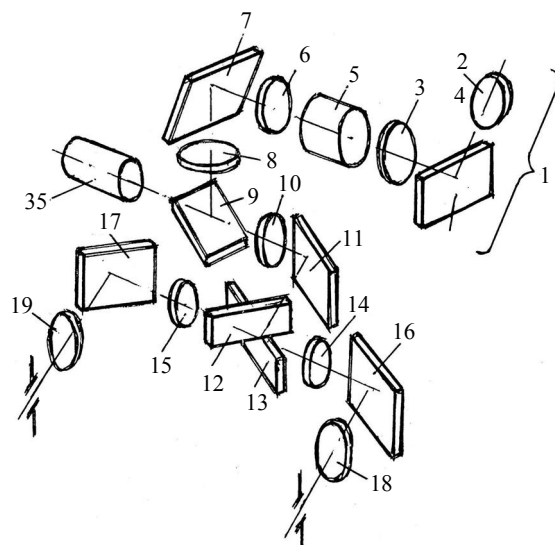


Рис. 4. Схема multifункциональных низкопрофильных очков ночного видения с дополнительным каналом теплообнаружения или дисплеем: позиции 1—19 — см. рис. 1; 35 — дисплей

Очки по схеме рис. 5 работают так же, как и по схеме рис. 1. Зеркало 7 имеет светоделительное покрытие, отражающее 70 % и пропускающее 30%-ное излучение с экрана ЭОП 5. Благодаря этому изображение с экрана ЭОП 5 через компонент 6 и объектив 37 видео- или фотокамеры сопрягается с матрицей ПЗС (фотопленкой) камеры 36. Благодаря этому через очки возможно не только наблюдение, но и ночная видео- или фотосъемка.

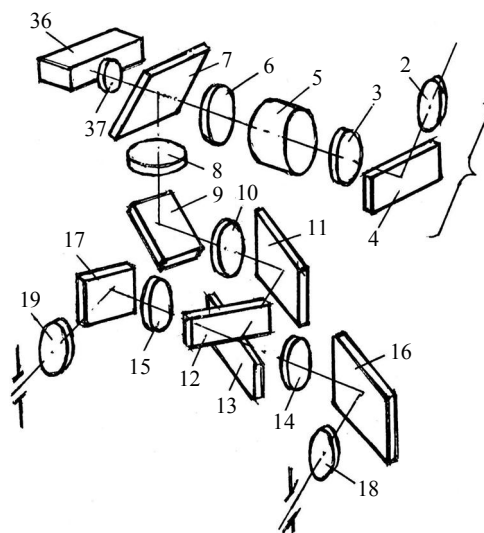


Рис. 5. Схема multifункциональных низкопрофильных очков ночного видения, сопряженных с видео- или фотокамерой: позиции 1—19 — см. рис. 1; 36 — фото- или видеокамера; 37 — ее объектив

Благодаря данному схемному решению продольный габарит очков ночного видения не превышает 55 мм. В то же время лучшие зарубежные

аналоги имеют продольный габарит не менее 80 мм, а традиционные очки ночного видения — 135 мм [1]. Это обеспечивает резкое сокращение опрокидывающего момента и сравнительно малые нагрузки на шейные и лицевые мышцы оператора, снижая его утомляемость. Предлагаемый прибор позволяет обеспечить видео- или фотосъемку с экрана ЭОП, а также наблюдать изображение другого канала, например, тепловизионного. Это позволяет вести в тепловизионный канал поиск и обнаружение малоконтрастных объектов, а их распознавание — с помощью наблюдения через ЭОП. Можно вести в прибор изображение с экрана ТВ-монитора, на котором представляется служебная информация, оперативно изменяемая карта местности, где находится оператор с указанием его положения с помощью встроенной системы GPS. Можно вывести информацию в ТВ-камеру с последующей ее дистанционной передачей с помощью миниатюрной радиорелейной системы связи на расстояние до 500—700 м.

Заключение

Описанные в статье очки ночного видения обеспечивают дальность распознавания ростовой фигуры человека 200 м (при условии использования ЭОП поколения 2⁺) при нормальной прозрачности атмосферы и уровне естественной ночной освещенности $3 \cdot 10^{-3}$ лк или 250 м (при условии

использования ЭОП поколения 3) в тех же условиях. Угол поля зрения очков ночного видения составляет 48°. Масса их не превышает 450 г, напряжение питания 2,5—3,0 В (при питании от двух батарей типа АА). Очки допускают установку на их входе сменных афокальных оптических насадок с увеличением 2,5^X или 4^X. Они позволяют соответственно увеличить дальность действия очков до 300 м (ЭОП поколения 2⁺) и 350 м (ЭОП поколения 3), до 450 м (ЭОП поколения 2⁺) и 500 м (ЭОП поколения 3). При этом угол поля зрения при установке на объектив очков афокальной оптической насадки с увеличением 2,5^X составляет 16°, а насадки с увеличением 4^X — 12°. Схема очков допускает введение и модуля дневного оптического канала с однократным или каким-либо иным увеличением. Подобный модульный принцип построения очков ночного видения обеспечивает их гибкую адаптацию к различным направлениям их применения.

Литература

1. Волков В. Г. Наголовные приборы ночного видения// Специальная техника. 2002. № 5. С. 2—15.
2. Волков В. Г., Добровольский Ю. А., Коцавцев Н. Ф., Кускова М. А., Обьедкова Т. Г. Низкопрофильные очки ночного видения модульной конструкции// Прикладная физика. 2000. № 5. С. 38—44.
3. Волков В. Г., Леонова Г. А., Саликов В. Л., Украинский С. А. Низкопрофильные очки ночного видения// Там же. 2007. № 2. С. 122—124.

Multifunction low-profile night vision goggles

V. M. Belocone, V. G. Volkov, G. A. Leonova, V. L. Salicov

Federal State Unitary Enterprise "ALPHA", 2/46 Plekhanov str., Moscow, 111123, Russia

E-mail: gup-alha@mtu-net.ru

Electro-optical scheme and technical details of portative Multi Function Low Profile Night Vision Goggles are presented. Recognition distance of man figure in passive mode at star night conditions is reached up to 200 m (when Image Intensifier of 2⁺ Generation) or up to 250 m (when Image Intensifier of 3 Generation). Goggles' field of view is equal to 48°, magnification — 1^X, focusing range 0.25 m — infinity, mass less than 450 g, DC supply voltage 2.5—3.0 V (2 dry cells of AA type). Goggles are of the module design. It is possible to implement of extra modules like as photo- and video shooting, display or mini TV monitor and changeable afocal lens with 2,5^X and 4^X magnification increasing range of recognition up to 300—350 m (at 2,5^X) or 450—500 m (at 4^X).

PACS: 85.30.-z

Keywords: night vision goggles, module, display, scheme.

Bibliography — 3 references.

Received December 12, 2008