

ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ С БЕЗБАТАРЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ ПИТАНИЯ

© 2004 г. А. В. Медведев; А. Г. Попов; А. В. Кисляков; С. Н. Князева

ОАО "Ростовский оптико-механический завод", г. Ростов Ярославской обл.

E-mail: info@romz.ru

Приведено описание приборов ночного видения с безбатарейными системами питания, позволяющими эксплуатировать приборы в экстремальных условиях.

Коды OCIS: 120.3308, 120.6820.

Поступила в редакцию 19.08.2003.

Во всем многообразии оптических приборов особое место занимают приборы ночного видения (ПНВ). Данный тип приборов позволяет значительно расширить возможности человека при наблюдении за ночной жизнью обитателей дикой природы. В то же время ПНВ незаменимы в таких службах, как МЧС, охранные структуры, а также в военном деле.

Работа ПНВ основана на использовании электронно-оптических преобразователей (ЭОП), которые преобразуют и усиливают слабое оптическое излучение в различных пределах. Для ЭОП первого поколения коэффициент усиления составляет 100–700, для ЭОП поколения 2, 2⁺ коэффициент усиления 15 000–20 000, для ЭОП поколения 3 (главной отличительной чертой которых является выполнение фотокатода на арсениде галлия) коэффициент усиления свыше 30 000.

В общем случае работу ПНВ можно пояснить с помощью рис. 1. Объектив 1 строит изображение в фокальной плоскости, с которой совмещен фотокатод ЭОП 2. Блок питания 3 преобразует напряжение с источников питания 4 и подает его на ЭОП. ЭОП преобразует сигнал, усиливает его и в свою очередь формирует изображение на экране, которое рассматривается через окуляр 5. Традиционно в качестве источников питания используются различного вида аккумуляторы и батарейки.

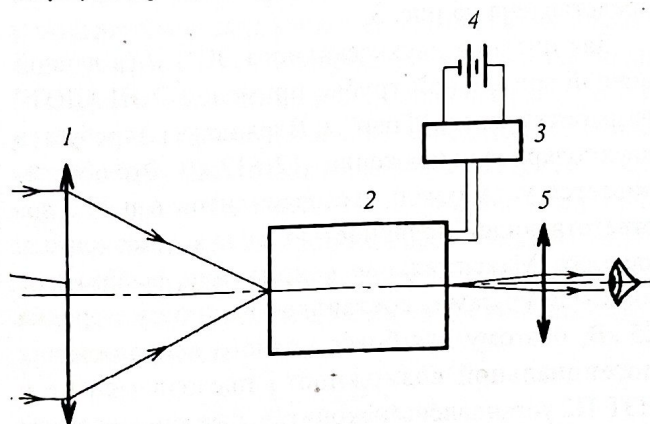


Рис. 1. Схема прибора ночного видения. 1 – объектив, 2 – ЭОП, 3 – блок питания, 4 – источник питания, 5 – окуляр.

При всех достоинствах ПНВ существенным недостатком их является применение химических источников питания. При достаточно длительной эксплуатации ПНВ возникает необходимость либо замены батареек, либо зарядки аккумуляторов. В первом случае всегда необходимо иметь запас элементов питания, во втором – зарядное устройство и возможность его подключения к электрическим сетям. Понятно, что при использовании ПНВ в местах стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций, а также вдали от населенных пунктов это вызывает большие неудобства либо невозможность использования ПНВ по назначению.

С целью повышения эксплуатационных характеристик ПНВ в ОАО "Ростовский оптико-механический завод" был разработан ряд приборов с безбатарейной системой питания. Первый прибор подобного типа в этом ряду – ночная зрительная трубка НЗТ-П, разработанная в 1995 году, схема которой приведена на рис. 2.

Принцип действия НЗТ-П заключается в следующем. К концу рычага 7 прикладывается усилие

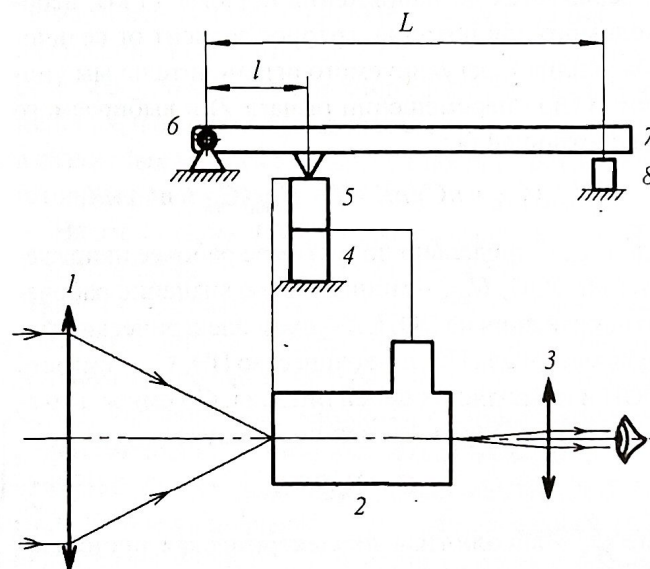


Рис. 2. Схема ночной зрительной трубки НЗТ-П. 1 – объектив, 2 – ЭОП, 3 – окуляр, 4, 5 – пьезоэлементы, 6 – жестко установленная ось, 7 – нажимной рычаг, 8 – ограничительный упор.

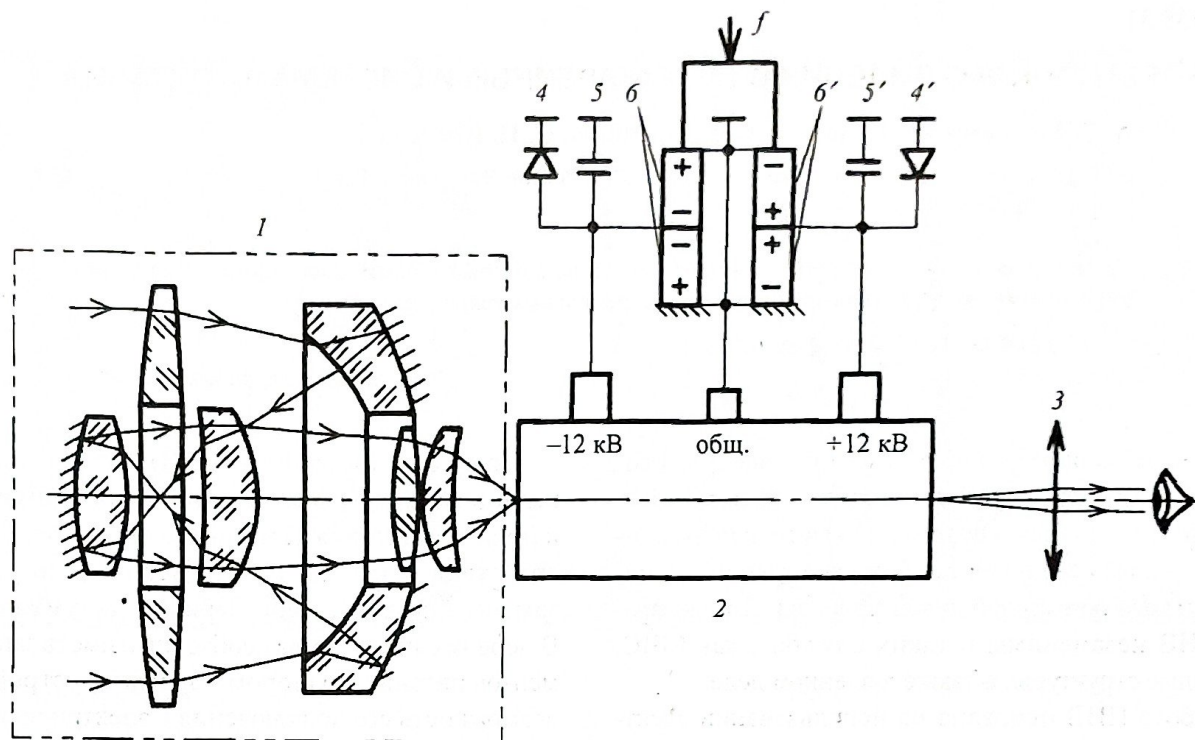


Рис. 3. Схема ночной зрительной трубки НЗТ-П2. 1 – зеркально-линзовый объектив прямого изображения, 2 – двухкаскадный ЭОП, 3 – окуляр, 4, 4' – диоды, 5, 5' – конденсаторы, 6, 6' – пьезоэлементы.

(аналогично это осуществляется в пьезоэлектрических воспламенителях для зажигания газа в бытовых газовых плитах открытого типа, таких, например, как “Электроника ПВ-1”). Поворачиваясь на оси 6, рычаг 7 давит на пьезоэлементы (ПЭ) 4 и 5 малым плечом l , увеличивая это усилие в число раз, равное отношению плеч L/l . При механическом сжатии (или растяжении) ПЭ или нескольких параллельно соединяемых ПЭ соединенный с ними ЭОП 2 заряжается до напряжения порядка 17 кВ, необходимого для питания, которое зависит от величины усилия f , регулируемого ограничительным упором 8 (при перемещении рычага 7) и выбираемого из соотношения

$$U_{\max}(C_{\text{вх}} + nC)/nK > f > U_{\min}(C_{\text{вх}} + nC)/nK,$$

где $U_{\max}$ – предельно допустимое рабочее напряжение на ЭОП, $U_{\min}$ – минимальное значение рабочего напряжения на ЭОП, K – пьезоэлектрический модуль материала ПЭ, n – количество ПЭ, $C_{\text{вх}}$ – емкость ЭОП и подводящих цепей питания, C – емкость пьезоэлемента, определяемая по формуле

$$C = Q_{\text{в}}QS/D,$$

где $Q_{\text{в}}$ – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума, Q – диэлектрическая проницаемость материала ПЭ, S – площадь сечения ПЭ, D – толщина ПЭ.

Пока сохраняется усилие на рычаге 7, через окуляр 3 рассматривается изображение, построенное

объективом 1 и усиленное ЭОП 2. В НЗТ-П применен ЭОП ЭП-33 производства Новосибирского завода “Экран”, имеющий коэффициент усиления 700.

Для повышения пороговых характеристик ПНВ в ОАО “РОМЗ” в 2003 г. была разработана ночная зрительная трубка НЗТ-П2. Отличительной особенностью НЗТ-П2 является использование двухкаскадного ЭОП (условно говоря, это два склеенных ЭОП I поколения), дающего прямое изображение и имеющего коэффициент усиления порядка 10 000. Также в этом изделии установлен зеркально-линзовый объектив прямого изображения, что позволило исключить использование оборачивающей системы и уменьшить габаритные размеры. Схема НЗТ-П2 представлена на рис. 3.

Для питания двухкаскадного ЭОП 2 (в данной ночной зрительной трубке применен ЭОП “ЛОТ” разработки завода “Гран”, г. Владикавказ) требуется двухполярное напряжение $-12/+12$ кВ. Это обеспечивается установкой пьезоэлементов 6 и 6' с соответствующей полярностью в двух независимых каналах. Максимальное напряжение, выдаваемое пьезоэлементами, составляет величину порядка 25 кВ, поэтому для более полного использования потенциальной возможности пьезоэлементов в НЗТ-П2 установлены накопительные конденсаторы 5 и 5', позволяющие увеличить время работы от одного нажатия (растяжения) пьезоэлементов. Диоды 4(4') осуществляют быстрый разряд конденсаторов при смене полярности заряда.

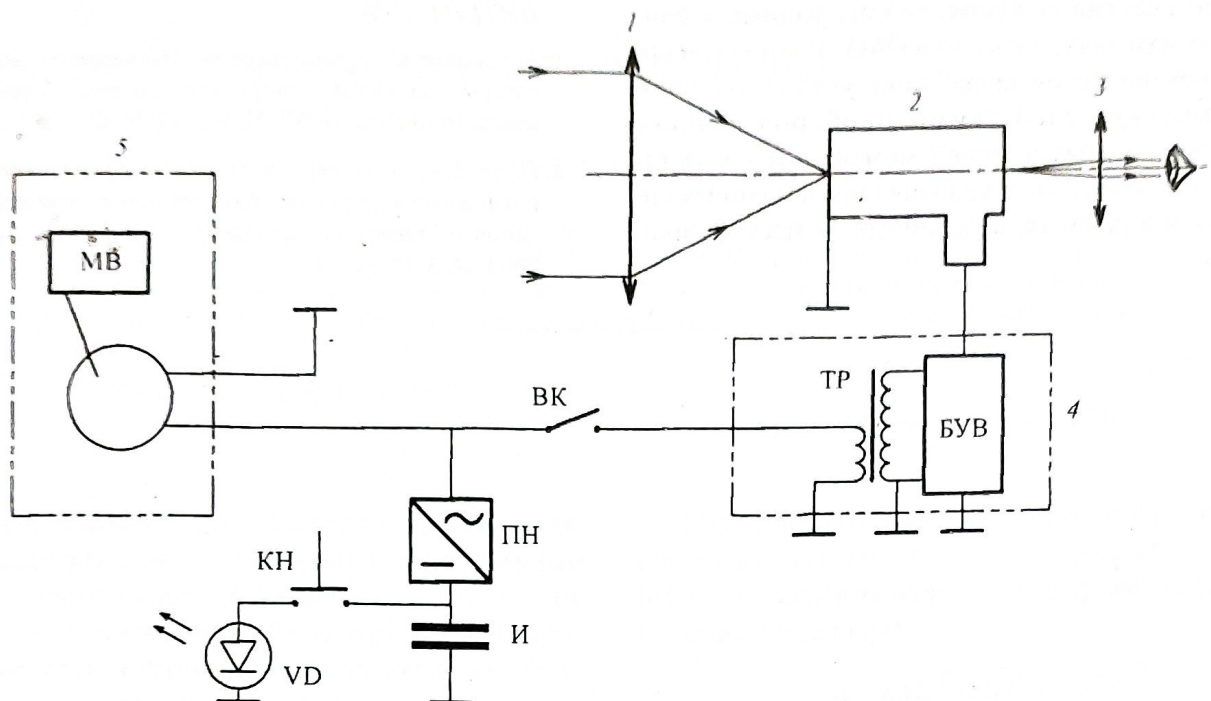


Рис. 4. Схема ночной зрительной трубки НЗТ-32. 1 – объектив, 2 – ЭОП, 3 – окуляр, 4 – блок питания, состоящий из трансформатора (ТР) и блока умножения и выпрямления напряжения (БУВ), 5 – ЭДГ, состоящий из генератора переменного тока и механизма вращения (МВ), а также И – ионистор, ПН – преобразователь напряжения, VD – излучатель активной подсветки, ВК – клавиша включения-выключения прибора, КН – кнопка включения подсветки.

Еще одно направление развития ПНВ с безбатарейным питанием – использование в качестве накопителей энергии ионисторов (конденсаторов большой емкости), заряжаемых от электродинамического генератора (ЭДГ).

Ионисторы (до сих пор нет определенного термина для их наименования; наиболее часто встречающимися наименованиями для данной группы устройств являются “электрохимические конденсаторы”, “ультраконденсаторы”, “суперконденсаторы” и др.) относятся к устройствам, заряд которых происходит благодаря накоплению электрической энергии в двойном электрическом слое на границе электронного проводника и электролита [1, 2]. Двойной электрический слой можно рассматривать как конденсатор с двумя обкладками, емкость которого пропорциональна площади обкладок и обратно пропорциональна расстоянию между ними. Принимая во внимание, что расстояние между обкладками очень мало и измеряется ангстремами, а величина поверхности проводника, например активированного угля, достигает 2000 м²/г, емкость образованного таким образом конденсатора составляет десятки фарад. Запас энергии в таком конденсаторе, определяемый как

$$E = CU^2/2,$$

где C – емкость ионистора, U – разность потенциалов на ионисторе, может достигать 50–60 Дж/г.

Важной особенностью таких накопителей является то, что они в отличие от аккумуляторов не кри-

тичны к значению тока заряда, длительности и числу циклов зарядки.

В качестве ЭДГ, приводимого в движение усилием руки, возможно использование как генератора постоянного тока, так и генератора переменного тока (для большей эффективности зарядки лучше трехфазного) с выпрямителем напряжения.

Объединение накопителя энергии – ионистора с зарядным устройством – ЭДГ позволяет создать автономный универсальный источник питания, обладающий числом циклов заряда-разряда, соизмеримым со сроком эксплуатации самого прибора применения, и обеспечивающий эксплуатацию прибора в различных экстремальных условиях с постоянной готовностью к работе.

На этой основе в 1996 г. была разработана НЗТ-32, схема которой приведена на рис. 4. Принцип действия НЗТ-32 заключается в следующем. ЭДГ приводится в действие периодически прилагаемым усилием руки с частотой нажатий от 70 до 120 раз в минуту (аналогичный механизм применен в электродинамических карманных фонариках типа Б44 или Б380 производства ПО “Краснодарский ЗИП”). Полученное напряжение после выпрямления в ПН подается на ионистор, имеющий емкость в пределах нескольких фарад. Включение НЗТ-32 осуществляется клавишей ВК, при этом напряжение с ионистора через ПН подается на блок питания 4, который вырабатывает высокое напряжение порядка 17 кВ, необходимое для работы ЭОП.

Технические решения, реализованные в описанных изделиях, позволили ОАО "Ростовский оптико-механический завод" приступить к серийному выпуску целой гаммы приборов ночного видения, готовых в любой момент к использованию по назначению в условиях чрезвычайных ситуаций и в районах, отдаленных от мест цивилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карabanов С., Кухмистров Ю.* Ионисторы – конденсаторы с двойным электрическим слоем // *Электронные компоненты*. 1997. № 1–2. С. 24–27.
2. *Шурыгина В.* Суперконденсаторы. Помощники или возможные конкуренты батарейным источникам питания // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес*. 2003. № 3. С. 20–24.