

УДК 621.384.326,3:621.391.2

## Активно-импульсный ночной бинокль

В. М. Белоконев, М. А. Баюканский, В. Г. Волков, В. Л. Саликов, С. А. Украинский  
ФГУП "Альфа", Москва, Россия

*Рассмотрена схема и приведены основные технические характеристики портативного активно-импульсного (АИ) ночного бинокля, который обеспечивает распознавание ростовой фигуры человека в пассивном режиме на дальности до 500 м (звездная ночь), в активно-импульсном режиме — на дальности до 800 м. Угол поля зрения бинокля в пассивном режиме составляет  $10^\circ$ , в активно-импульсном режиме —  $1,5 \times 0,75^\circ$ , точность измерения дальности не хуже  $\pm 10$  м, масса не более 1,2 кг, энергопотребление не более 10 Вт при питании от напряжения 12 В постоянного тока.*

Среди всего многообразия приборов ночного видения (ПНВ) выделяются АИ [1], отличающиеся рядом существенных преимуществ: возможность работы как при нормальной, так и при пониженной прозрачности атмосферы, при воздействии мощных световых помех; распознавание малоконтрастных объектов и обнаружение их по бликам, отраженным от оптических или оптико-электронных средств этих объектов; точное измерение дальности до них.

Принцип действия АИ-бинокля основан на импульсном лазерном подсвете наблюдаемого объекта и синхронизированном с ним импульсном управлении (стробировании) электронно-оптическим преобразователем (ЭОП) в приемной части прибора [1].

Известны малогабаритные АИ ПНВ [2], выполненные на базе ЭОП 2-го поколения. Они отличаются сравнительно низким качеством изображения и значительной массой. В настоящей работе рассматривается АИ ночной бинокль, выполненный на базе более совершенного ЭОП поколения 2<sup>+</sup>. Благодаря этому в таком АИ ПНВ удалось преодолеть недостатки предыдущих моделей.

Блок-схема АИ ПНВ дана на рис. 1. Она создана на базе схемы серийного ночного бинокля "Альфа-3122" [3]. Это создает благоприятные условия с точки зрения стандартизации и унификации производства АИ ПНВ. Он обеспечивает распознавание ростовой фигуры человека в пассивном режиме на дальности до 500 м (звездная ночь), в активно-импульсном режиме — на дальности до 800 м. Угол поля зрения бинокля в пассивном режиме составляет  $10^\circ$ , в активно-импульсном режиме —  $1,5 \times 0,75^\circ$ , точность измерения дальности не хуже  $\pm 10$  м, масса не более 1,2 кг, энергопотребление не более 10 Вт при питании от напряжения 12 В постоянного тока. Светодиодный индикатор дальности введен непосредственно в верхнюю часть поля зрения бинокля. Импульсный лазерный полупроводниковый излучатель (ИЛПИ) Л-13 [4] работает на длине волны

800—850 нм, мощность излучения 0,2 Вт в конусе с углом при вершине  $40^\circ$  при частоте до 5,2 кГц и длительности импульса излучения 120 нс. В состав излучателя входит оптический смеситель (интегратор), обеспечивающий однородное распределение яркости тела свечения излучателя. Объектив формирования излучения имеет фокусное расстояние 60 мм при относительном отверстии 1:1,4. В приемной части бинокля установлен объектив с фокусным расстоянием 100 мм при относительном отверстии 1:1,5, ЭОП типа ЭПМ-44Г-АИ [5], окулярной системы с увеличением  $10^{\times}$ , линейным полем зрения 18 мм, удалением выходного зрачка диаметром 10 мм на расстоянии 20 мм. Окулярная система обеспечивает разводку изображения на два глаза. Блок-схема электрического канала АИ ночного бинокля приведена на рис. 2. Электронный блок (ЭБ) обеспечивает работу ЭОП поколения 2<sup>+</sup> (модель ЭПМ-44Г-АИ [5]) в импульсном режиме, в его состав входят: блок накачки (БН) ИЛПИ; панель органов управления (ПОУ) для управления режимами работы ЭБ; контроллер (КОНТ); индикатор дальности светодиодный (ИДС) для визуального отображения величин измеренных дальностей до объекта наблюдения; блок стробирования ЭОП (БСЭ), обеспечивающий импульсное управление (стробирование) ЭОП.

Блок накачки состоит из преобразователя напряжения, накопительного конденсатора, ключа и датчика тока. Преобразователь напряжения предназначен для зарядки накопительного конденсатора до напряжения, при котором через ИЛПИ будет протекать заданный ток накачки с амплитудой в импульсе 45 А. В преобразователе напряжения осуществляется стабилизация тока накачки, при этом его выходное напряжение в зависимости от температуры может меняться в пределах 80—180 В. Накопительный конденсатор емкостью 2,8 мкФ служит для выдачи нужного тока в ИЛПИ при открытии ключа. Ключ применяется для подключения ИЛПИ к накопительному конденсатору на

время прохождения импульса накачки. Это время равно 120 нс.

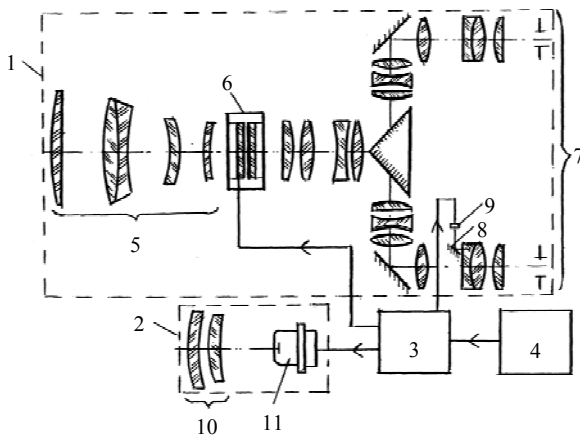


Рис. 1. Блок-схема АИ ночного бинокля:

1 — блок наблюдения; 2 — импульсный лазерный осветитель; 3 — электронный блок; 4 — первичный источник питания; 5 — объектив приемный; 6 — ЭОП; 7 — окулярная система; 8 — плоское зеркало; 9 — индикатор дальности светодиодный; 10 — объектив формирования излучения; 11 — ИЛПИ

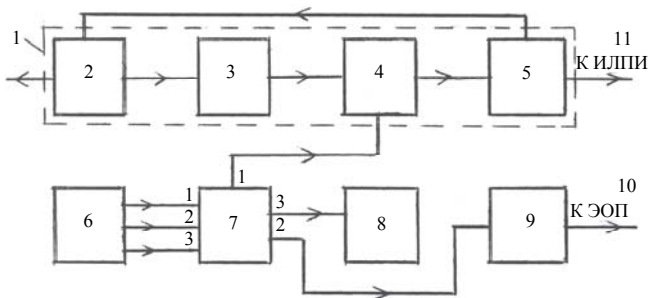


Рис. 2. Блок-схема электронного канала АИ ночного бинокля:

1 — блок накачки; 2 — преобразователь напряжения; 3 — накопительный конденсатор; 4 — ключ; 5 — датчик тока; 6 — панель органов управления; 7 — контроллер; 8 — индикатор дальности светодиодный; 9 — блок стробирования ЭОП; 10 — объектив формирования излучения; 11 — ИЛПИ

Датчик тока служит для измерения мгновенных значений тока, возбуждающего ИЛПИ, и выдачи этих значений в преобразователь напряжения для стабилизации тока накачки. На БН подаются напряжение постоянного тока 12 В от первичного источника питания (аккумуляторная батарея) и импульс накачки от КОНТ, а с него — на ИЛПИ.

Панель органов управления содержит тумблер включения бинокля, кнопку джойстикового типа "больше-меньше", переключатель "дистанция-яркость" и переключатель "глубина обзора больше-меньше". Кнопка "больше-меньше" позволяет устанавливать величину дальности, на которую настроена глубина просматриваемого пространства, а также корректировать величину яркости этой дальности. С помощью переключателя "глубина обзора больше-меньше" можно установить глубину просматриваемого пространства 15 или 75 м.

Контроллер имеет три входа: вход 1 — управление больше/меньше; вход 2 — режим управления дальность/яркость; вход 3 — глубина обзора 75/15 м, а также три выхода: выход 1 — импульс накачки; выход 2 — импульс управления ЭОП; выход 3 — ИДС.

Контроллер работает следующим образом. При подаче питания на ИДС высвечивается число 10. На выходе 1 КОНТ появляются импульсы длительностью 120 нс и частотой повторения 1 Гц. На выходе 2 формируются импульсы длительностью 0,5 мкс (что соответствует глубине просматриваемого пространства 75 м) с задержкой по переднему фронту относительно импульса на выходе 1 на величину 66,7 нс (что соответствует времени прохождения импульсом подсвета расстояния 10 м туда и обратно). При подаче управляющих напряжений на вход 1 на ИДС будут меняться значения дальностей в метрах от 10 до 9999. Соответственно, будет меняться время задержки  $t_{ar}$  между фронтами импульсов на выходах 1 и 2. Это время определяется формулой

$$t_{ar} = 0,006(6)n,$$

где  $n$  — число, которое будет высвечиваться на ИДС.

Частота импульсов подсвета (и, соответственно, импульсов строба) будет изменяться по закону

$$F = kn,$$

где  $F$  — частота, не превышающая 5200 Гц;

$k$  — коэффициент, учитывающий изменение освещенности в пятне подсвета в соответствии с законом обратных квадратов и относительного изменения прозрачности атмосферы в зависимости от дальности до объекта наблюдения.

Коэффициент  $k$  автоматически корректируется при подаче управляющих напряжений на вход 2. Его значение изменяется в пределах 0,1—2,6.

При подаче управляющего напряжения на вход 3 ширина импульса строба, управляющего с выхода 2 импульсным режимом работы ЭОП, уменьшается с 0,5 до 0,1 мкс. Это уменьшает глубину просматриваемого пространства с 75 до 15 м, что приводит к повышению точности измерения дальности и улучшению работы прибора при пониженной прозрачности атмосферы, а также при воздействии на прибор световых помех.

Блок стробирования ЭОП работает следующим образом. При подаче на него низковольтного импульса от КОНТ за время прохождения этого импульса формируется высоковольтный импульс строба с амплитудой 200 В и током 0,3 А для быстрой перезарядки внутренних емкостей ЭОП.

Конструктивно ЭБ выполнен на трех платах с общей площадью 0,6 дм<sup>2</sup>. Потребляемая мощность

ЭБ при максимальной частоте импульсов составляет 10 Вт, средняя мощность не превышает 4 В при напряжении питания от первичного источника постоянного тока с напряжением 12 В. Масса ЭБ не превышает 150 г, диапазон рабочих температур составляет  $-50 \div +50$  °С. Электронный блок, как и бинокль в целом, устойчив к воздействию повышенной влажности (98 % при температуре окружающей среды  $+35$  °С) соляного морского тумана, может работать при воздействии однократных и многократных ударных нагрузок, вибраций, защищен от пыли. В процессе дальнейшей модернизации бинокля возможна установка в нем вместо модели ЭОП поколения 2<sup>+</sup> взаимозаменяемых с ним либо ЭОП поколений 3, 4 (с фотокатодом на основе GaAs, работающим в области спектра 500—900 нм при интегральной чувствительности фотокатода ЭОП 1500—2200 мкА/лм), либо ЭОП поколения 3<sup>+</sup> (с фотокатодом на основе InGaAs, чувствительным в области спектра 500—1100 нм при интегральной чувствительности до 1300 мкА/лм). Это даст возможность в 1,3—1,5 раза повысить дальность действия ночного бинокля, а при использовании ЭОП поколения 3<sup>+</sup> — использовать ИЛПИ, работающий на длине волны 950—1000 нм. Работа в этой области спектра позволит повысить дальность действия бинокля в условиях пониженной прозрачности атмосферы, а также полностью исключить наблюдение лазерного излучения невооруженным глазом. Примером этого ИЛПИ является модель ЛДН-19, которая может работать как в непрерывном, так и в импульсном режиме [4].

АИ-бинокль в целом работает следующим образом (см. рис. 1). При работе в пассивном режиме объектив 5 блока наблюдения 1 создает изображение наблюдаемого объекта и окружающего его фона на фотокатоде ЭОП 6. Последний преобразует изображение в видимое и усиливает его по яркости. Изображение с экрана ЭОП 6 оператор наблюдает через окулярную систему 7. При работе в активно-импульсном режиме дополнительно включаются импульсный лазерный осветитель 2 и ЭБ 3. С первого выхода ЭБ 3 запускается ИЛПИ 11, который генерирует импульсы излучения. Излучение ИЛПИ 11 коллимируется объективом формирования излучения, который создает на объекте наблюдения пятно подсвета. Импульсы излучения подсвета, отраженные от объекта наблюдения, приходят в блок наблюдения 1 и создают изображение подсвечиваемого объекта на фотокатоде ЭОП 6. Последний заперт и открыва-

ется только в момент прихода на него импульса излучения. Длительность открытого состояния ЭОП 6 (длительность строба) равна или превышает длительность импульса подсвета. Для обеспечения синхронной работы осветителя 2 и блока наблюдения 1 служит регулируемая временная задержка ЭБ 3. В результате оператор наблюдает с экрана ЭОП 6 изображение объекта через окулярную систему 7. Изображение фона и пространства между АИ-биноклем и объектом наблюдения отсекается задержкой. По ее величине, высвечиваемой на ИДС 9, измеряется дальность до объекта наблюдения. Изображение с помощью плоского зеркала 8 вводится в поле зрения окулярной системы 7 и также наблюдается оператором.

Следующим шагом является применение в бинокле вместо традиционного ЭОП гибридно-модульного преобразователя (ГМП) (ЭОП 5-го поколения). Он содержит ЭОП со встроенной в него электронно-чувствительной матрицей ПЗС, процессор обработки изображения в реальном масштабе времени, импульсный стробируемый источник питания, приемопередатчик изображения, объединенные в единый корпус. Гибридно-модульный преобразователь имеет интерфейс для связи с компьютером. При этом ни ЭБ, ни лазерный осветитель не претерпевают существенных изменений. Зато за счет появления ТВ-канала на базе ГМП появляется возможность дистанционной передачи изображения, его дублирования для нескольких операторов, введения в дисплей прибора оперативной буквенно-цифровой и символической информации. Окулярная система бинокля в этом случае фокусируется не на экран ЭОП, а на экран миниатюрного жидкокристаллического дисплея. Модульный принцип построения бинокля позволит его использовать также в качестве модуля распознавания и измерения дальности многоканального прибора ночного видения [1].

#### Л и т е р а т у р а

1. Гейхман И. Л., Волков В. Г. Основы улучшения видимости в сложных условиях. — М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1999. — 286 с.
2. Волков В. Г. Активно-импульсные приборы ночного видения//Специальная техника. 2002. № 3. С. 2—11.
3. Бинокль ночного видения "Альфа-3122": Проспект. — М.: ФГУП "Альфа", РФ. 2005.
4. Лазерные полупроводниковые излучатели: Каталог ФГУП НПП "ИНЖЕКТ", РФ. — г. Саратов, 2005.
5. Электронно-оптические преобразователи: Каталог ОАО "Катод", РФ. — г. Новосибирск, 2004.

Статья поступила в редакцию 15 марта 2007 г.

## The gated viewing night vision binocular

V. M. Belocone, M. A. Bajucansky, V. G. Volkov, V. L. Salicov, S. A. Ukrainsky  
Federal State Unitary Enterprise "Alpha", Moscow, Russia

*Electro-optical scheme and technical details of portative Gated Viewing Night Vision Binocular are presented. Recognition distance of man figure in passive mode at star night conditions is reached up to 500 m and in active-impulse mode – up to 800 m. Binocular's field of view is equal to 10° in passive mode and 1,5×0,75° in active-impulse mode. Accuracy of range determination is equal to ±10 m. Mass of device is less than 1.2 kg, DC power supply voltage equals to 12 V and consumption 5 W.*

УДК 621.397

## ТВ-система "Все Небо" для мониторинга ночной облачности

В. В. Комаров, А. Ф. Фоменко, В. С. Шергин

Специальная астрофизическая обсерватория (САО) РАН, п. Н.-Архыз, Россия

*ТВ-система "Все Небо" предназначена для дистанционного компьютерного контроля наблюдений на оптических телескопах САО состояния ночной облачности в реальном времени одновременно по всей небесной полусфере в районе телескопов. Рассмотрены особенности создания подобных систем. Приведены технические характеристики устройств системы, программные интерфейсы, принцип работы.*

На больших оптических телескопах астроном не располагается рядом с ним и светоприемной аппаратурой, а проводит наблюдения из аппаратного помещения, куда поступает вся необходимая информация о состоянии телескопа и наблюдательной аппаратуры. В процессе наблюдения астроном должен принимать оперативные решения, в том числе и связанные с погодной обстановкой в районе телескопа. Данные о прозрачности атмосферы и облачности должны поступать непрерывно.

На российском 6-метровом оптическом телескопе БТА эта проблема вначале решалась с помощью высокочувствительных систем, на входе которых располагался электронно-оптический преобразователь [1]. Недостатками конструкции были небольшое поле зрения, чтобы уверенно наблюдать звезды до 4-звездной величины, и большая вероятность прожигания люминофора фотокатода при яркой засветке. В дальнейшем стали применяться ПЗС-камеры [2], но из-за их невысокой чувствительности приходилось делать минутные накопления для уверенного наблюдения до 4-звездной величины. В настоящее время в САО на базе малоформатных высокочувствительных ПЗС-камер фирмы ЭВС (С.-Петербург) разработа-

на камера внешнего обзора [3], которая работает в автоматическом режиме круглосуточно. Поле зрения данной камеры составляет 40°. Чувствительность камеры дает возможность наблюдать звезды до 6-звездной величины при времени накопления на ПЗС до 2/3 с, а поворотное устройство позволяет перенаводиться по всей небесной полусфере в районе телескопов. Такая система решает проблему получения информации о состоянии ночного неба в квазиреальном времени. При этом астроному необходимо перенаводить камеру внешнего обзора для получения реальной картины всего неба, в то время как ему необходима визуальная оценка облачности сразу по всей небесной полусфере без потерь времени на это перенаведение.

Авторами работы была разработана и внедрена в эксплуатацию ТВ-система "Все Небо" (ВН), которая позволила решить данную проблему. В данной статье рассматриваются особенности создания системы ВН для дистанционного мониторинга в реальном времени состояния облачности. Приведены технические характеристики разработанной ПЗС-камеры, устройство и принцип работы системы, описываются программные интерфейсы для дистанционного доступа к изображениям ночного неба.