

Физическая аппаратура

УДК 621.3.049

Приборы дневного и ночного видения со стабилизированным полем зрения

В. М. Белоконев, В. Г. Волков, В. Л. Саликов, Л. В. Шмакова

Рассмотрены методы и схемы построения различных приборов дневного и ночного видения со стабилизированным полем зрения. Приборы выполнены на базе дневных лазерно-дальномерных каналов, ночных каналов с использованием электронно-оптических преобразователей, тепловизионных и телевизионных каналов. Во всех приборах используется магнитодинамическая стабилизация поля зрения.

PACS: 85.60.-q

Ключевые слова: прибор, поле зрения, электронно-оптический преобразователь, стабилизация.

Введение

Современные требования к приборам наблюдения связаны с необходимостью стабилизации поля зрения. В работе [1] показан принцип действия магнитодинамической системы стабилизации поля зрения. По сравнению с гироскопической системой стабилизации применение магнитодинамической системы позволяет создать прибор с высокими характеристиками и отказаться от первичного источника питания [1—3]. В работе [3] представлены конкретные схемы приборов с магнитодинамической стабилизацией поля зрения. В данной работе представлены новые методы построения дневных и ночных приборов со стабилизированным полем зрения.

Новые методы построения дневных и ночных приборов со стабилизированным полем зрения

Схема дневного прибора наблюдения с лазерно-дальномерным каналом и со стабилизированным полем зрения

Опыт проводящейся в настоящее время на нашем предприятии работы показал, что заказчику

нужен не только прибор наблюдения со стабилизированным полем зрения, но и лазерно-дальномерный канал. На рис. 1 представлена схема дневного прибора наблюдения с лазерно-дальномерным каналом и со стабилизированным полем зрения.

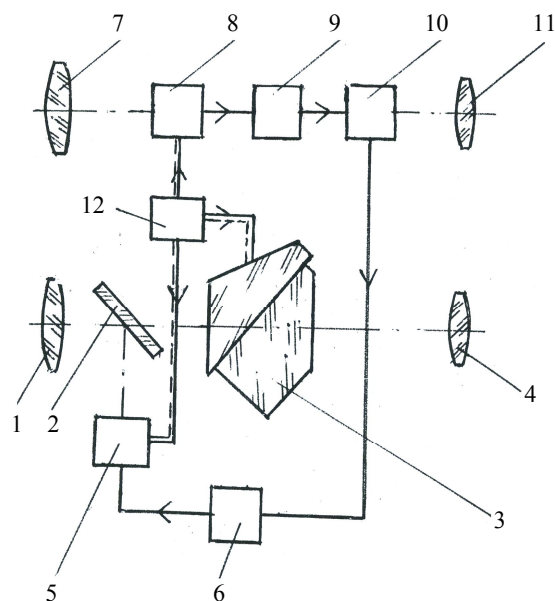


Рис. 1. Схема дневного прибора наблюдения с лазерно-дальномерным каналом и со стабилизированным полем зрения:

1 — первый объектив; 2 — дихроичное зеркало; 3 — призма Пехана; 4 — первый окуляр; 5 — ИЛПИ; 6 — блок накачки; 7 — второй объектив; 8 — ФПУ; 9 — блок электронной обработки; 10 — цифровой индикатор дальности; 11 — второй окуляр; 12 — блок магнитодинамической стабилизации изображения

Первый объектив 1 вместе с оборачивающей системой — призмой Пехана 3 и первым окуляром 4 образует дневной монокуляр для наблюдения различных объектов. Дихроичное зеркало 2 про-

Белоконев Виктор Михайлович, заместитель директора.
Волков Виктор Генрихович, ведущий научный сотрудник.
Саликов Вячеслав Львович, начальник КБ-5.
Шмакова Любовь Викторовна, ведущий инженер.
 ФГУП "Альфа".

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

Тел. (495) 672-31-74.

E-mail: volkvik2009@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 20 января 2011 г.

пускает в видимой области спектра 0,38—0,75 мкм и отражает на длине волны 1,55 мкм, на которой излучает импульсный лазерный полупроводниковый излучатель (ИЛПИ) 5 лазерно-дальномерного канала. Первый объектив сфокусирован на ИЛПИ. Блок накачки 6 подключен к ИЛПИ и обеспечивает его работу в импульсном режиме. Второй объектив 7 сфокусирован на фотоприемное устройство (ФПУ) 8, которое принимает отраженное от объекта наблюдения излучение ИЛПИ. ФПУ подключен к блоку 9 электронной обработки. Блок 9 обеспечивает управление блоком накачки. Выход блока 9 подключен к цифровому индикатору дальности 10, на который сфокусирован окуляр 11. На индикаторе отображается значение дальности до наблюдаемого объекта. Блок 12 магнитодинамической стабилизации изображения обеспечивает стабилизацию блоков 3, 5 и 8. Это позволяет стабилизировать поле зрения прибора как при наблюдении объекта, так и при измерении дальности до него. Дальность видения в прибор составляет до 5 км, угол поля зрения 7°, увеличение 7^х, точность измерения дальности ± 5 м, масса прибора — не более 1,2 кг. Блок 12 не требует электрического питания. Питание элементов 5, 6, 8—10 обеспечивается от напряжения постоянного тока 6 В при энергопотреблении не более 0,5 Вт.

Прибор, состоящий из дневного и ночного каналов наблюдения, лазерно-дальномерного канала и системы стабилизации поля зрения всех этих каналов

По-прежнему сохраняется необходимость обеспечения круглосуточной работы. Это вызвало необходимость в разработке нового прибора, который состоит из дневного и ночного каналов наблюдения, лазерно-дальномерного канала и системы стабилизации поля зрения всех этих каналов. Ночной канал наблюдения выполнен на базе электронно-оптического преобразователя (ЭОП). Схема такого комбинированного прибора представлена на рис. 2.

Прибор работает следующим образом. Блок 3 обеспечивает стабилизацию зеркала 2. Это позволяет стабилизировать поле зрения всех каналов прибора, так как их объективы оптически сопряжены с этим зеркалом. Объектив 4 не только обслуживает ночной канал, будучи сфокусирован на фотокатод ЭОП 7, но одновременно является объективом формирования излучения ИЛПИ 6, относящегося к лазерно-дальномерному каналу и работающего в импульсном режиме на длине волны 1,55 мкм. В связи с этим дихроичное зеркало 5 имеет покрытие, отражающее в области спектра 1,55 мкм, но пропускающее в области спектра 0,4—0,9 мкм (рабочая область спектра фотокатода ЭОП 7). На экран ЭОП сфокусирован микроскоп 8.

Он позволяет получить прямое изображение, так как ЭОП создает перевернутое изображение. Объектив 9 является не только объективом дневного канала, но и приемным объективом лазерно-дальномерного канала. Объектив 9 сфокусирован на чувствительную площадку ФПУ 11. Одновременно объектив 9 оптически сопряжен с линзовой оборачивающей системой 12, в плоскости изображения которой установлена сетка 13. На нее сфокусирован окуляр 14. Второе дихроичное зеркало 10 обеспечивает одновременную работу и дневного канала, и приемной части лазерного дальномерного канала. Для этого покрытие зеркала пропускает излучение в области спектра 0,38—0,75 мкм (дневная область спектра) и отражает на длине волны 1,55 мкм. ИЛПИ под действием блока накачки 15 генерирует импульсы излучения, которое отражается от зеркала 5. При этом объектив 4 коллимирует излучение ИЛПИ и направляет его на объект наблюдения.

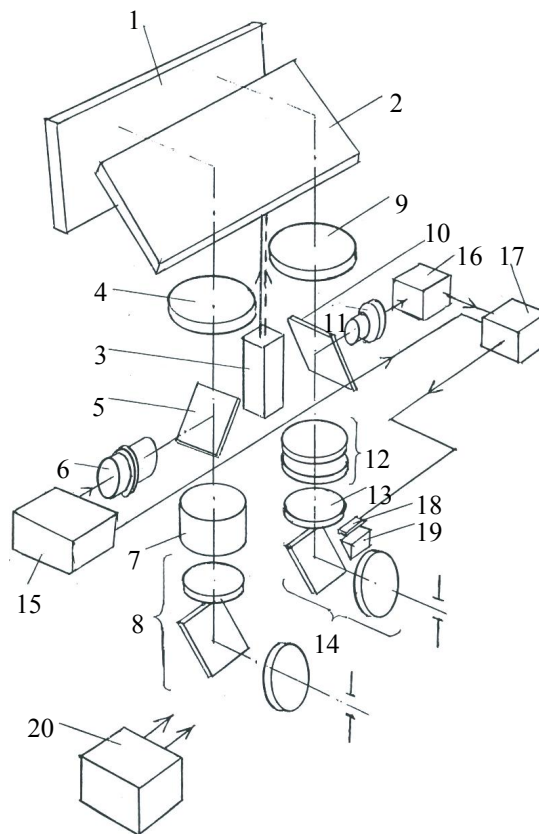


Рис. 2. Схема комбинированного прибора, состоящего из дневного лазерно-дальномерного и ночного каналов со стабилизацией изображения:

- 1 — защитное стекло; 2 — головное зеркало; 3 — блок магнитодинамической стабилизации изображения, взятый от серийного прибора БПС 20×50; 4 — объектив ночного канала; 5 — 1-е дихроичное зеркало; 6 — ИЛПИ; 7 — ЭОП; 8 — микроскоп ночного канала; 9 — объектив дневного канала; 10 — 2-е дихроичное зеркало; 11 — ФПУ; 12 — оборачивающая система; 13 — сетка; 14 — окуляр; 15 — блок накачки ИЛПИ; 16 — усилитель; 17 — блок электронной обработки; 18 — цифровой индикатор дальности; 19 — призма прямоугольная АР-90°; 20 — ИПП

Импульсы излучения, отразившись от объекта, поступают в объектив 9. Он создает изображение этого сигнала на чувствительной площадке ФПУ. Электрический сигнал с его выхода усиливается в усилителе 16 и вместе с опорным сигналом от блока накачки поступает в блок 17 электронной обработки. Здесь формируется цифровой сигнал, соответствующий дальности до объекта. Сигнал поступает в цифровой индикатор дальности 18, со светодиодного табло которого считывается значение дальности. Табло индикатора вводится в поле зрения окуляра 14 с помощью призмы 19. Поскольку оптические оси всех каналов взаимно выверены, то система позволяет как обеспечить наблюдение, так и измерить дальность в любое время суток. Объектив 4 и ЭОП взяты от серийного ПНВ "Альфа-3122". При этом объектив 4 пересчитывается с учетом необходимости работы на длине волны 1,55 мкм и с учетом наличия в ходе лучей зеркала 5.

Питание прибора обеспечивается от источника первичного питания (ИПП) 20. Микроскоп 8 берется от модернизированного серийного танкового ночного прибора наводчика ТПН-1, выпускаемого "Беломо".

Увеличение дневного канала 7^{\times} , угол поля зрения 7° . Увеличение ночного канала 4^{\times} , угол поля зрения 10° . Удаление выходного зрачка микроскопа и окуляра 14 составляет 20 мм, диаметр выходного зрачка — 7 мм.

Дальность распознавания ростовой фигуры человека в нормированных условиях в ночной канал составляет 500 м, в дневной — 5000 м.

В качестве лазерно-дальномерного канала может быть взят прибор ФГУП ЦКБ "Фотон" модель "Кобра" с дальностью действия 50—5000 м, точностью измерения дальности 3,5 м, рабочей длиной волны 1,54 мкм, массой 0,95 кг и напряжением питания 6 В (или 12 В).

Масса всего прибора не превышает 1,5 кг. Питание прибора обеспечивается от ИПП — аккумуляторной батареи напряжением 6 В постоянного тока.

Для работы при пониженной прозрачности атмосферы (дымка, туман, дождь, снегопад и пр.) в данный прибор предлагается ввести тепловизионный (ТПВ) канал по схеме рис. 3. Позиции 1—20 см. рис. 2. Инфракрасный (ИК) объектив 21 сфокусирован на фотоприемное устройство (ФПУ) 22 — матрицу микроболометров с числом пикселей 320×240 . Выход ФПУ 22 подключен к блоку 23 электронной обработки ТПВ-канала. Сигнал с выхода блока 23 поступает в индикатор 24, выполненный на основе матрицы органических светодиодов (OLED) белого цвета свечения. На индикатор ТПВ-канала сфокусирован окуляр оку-

лярной системы 14, сопряженной с ним через дихроичное зеркало 25. Оно пропускает в рабочей области спектра индикатора 24 — 0,45—0,65 мкм и отражает в области спектра работы экрана ЭОП — 0,38—0,75 мкм. Масса всего прибора не превышает 1,8 кг. Его энергопотребление при питании от батареи 20 не превышает 3 Вт.

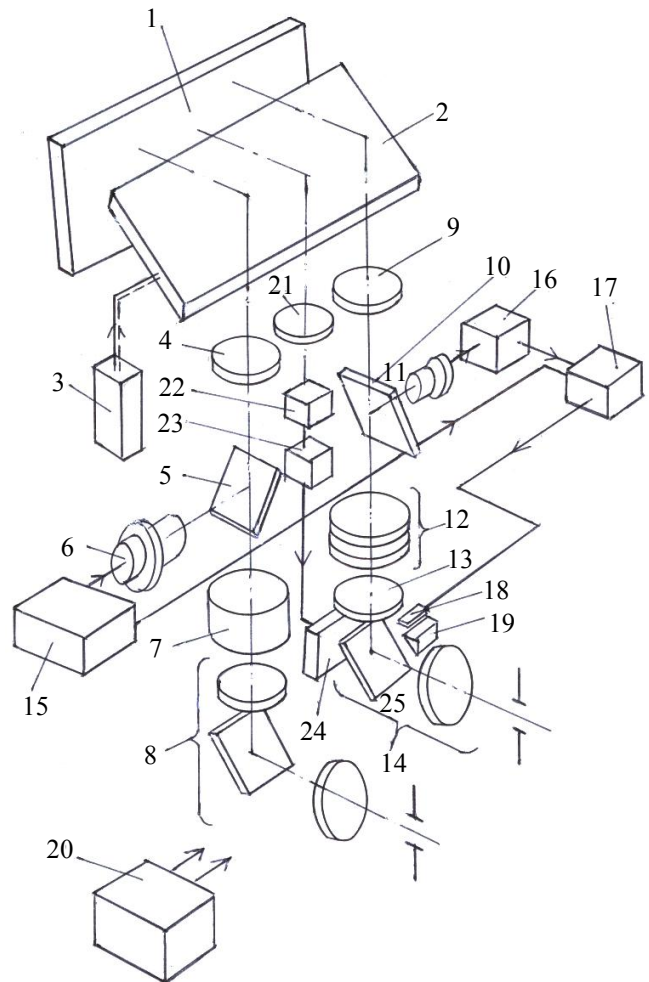


Рис. 3. Схема комбинированного прибора, состоящего из дневного лазерно-дальномерного и тепловизионного каналов со стабилизацией изображения:
позиции 1—20 — см. рис. 2; 21 — объектив ТПВ-канала; 22 — его ФПУ; 23 — блок электронной обработки ТПВ-канала; 24 — индикатор ТПВ-канала; 25 — дихроичное зеркало

Унифицированные приборы наблюдения со стабилизацией поля зрения

Создание унифицированных приборов наблюдения со стабилизацией поля зрения возможно по схемам рис. 4 и 5. Прибор по схеме рис. 4 содержит дневной канал наблюдения, состоящий из объектива 1, дихроичного зеркала 2, призмы Пехана 3 и окуляра 4. Объектив 1 оптически сопряжен через первое дихроичное зеркало с ИЛПИ 5, который запускается от блока накачки 6. Зеркало 2 пропускает в видимой области спектра 0,38—

0,75 мкм и отражает на длине волны излучения ИЛПИ, равной 1,55 мкм. Второй объектив 7 сфокусирован на фотокатод ЭОП 13, на экран которого сфокусирован окуляр 14. Второе дихроичное зеркало 8 пропускает в области спектра 0,4—0,9 мкм и отражает на длине волны 1,55 мкм. Через зеркало 8 второй объектив оптически сопряжен с ФПУ 9, сигнал с которого поступает в блок 10 электронной обработки, подключенный к цифровому индикатору дальности 11. Он через прямоугольную призму 12 оптически сопряжен с окуляром 14, через который наблюдается изображение с экрана ЭОП и считывается значение дальности с индикатора 11.

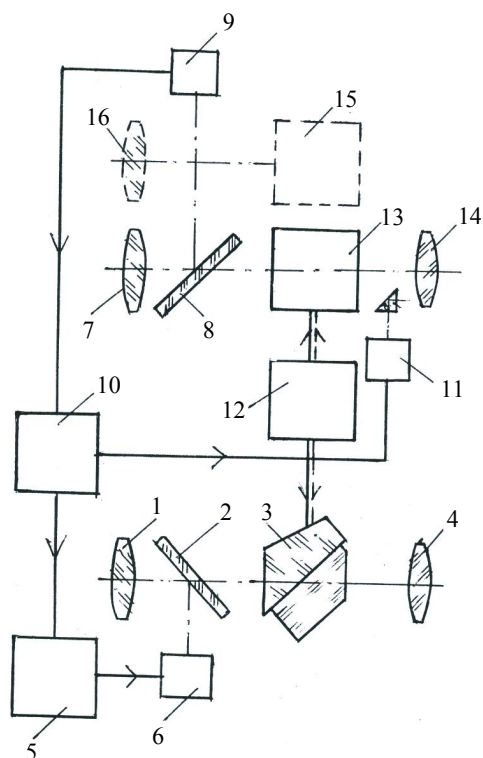


Рис. 4. Схема комбинированного прибора со стабилизацией изображения, состоящего из дневного лазерно-дальномерного и ночного канала на базе ЭОП или взаимозаменяемого с ним ТПВ-модуля:
 позиции 1—7 — см. схему рис. 1; 8 — второе дихроичное зеркало; 9 — ФПУ; 10 — блок электронной обработки; 11 — цифровой индикатор дальности; 12 — призма прямоугольная; 13 — ЭОП; 14 — второй окуляр; 15 — ТПВ-модуль; 16 — ИК-объектив ТПВ-канала

Вместо ЭОП может быть установлен взаимозаменяемый с ним по габаритам ТПВ-модуль 15. Он состоит из матрицы микроболометров с числом пикселей 320×240, подключенной через блок электронной обработки ТПВ-канала к индикатору на базе OLED. При этом вместо объектива 7 должен быть установлен взаимозаменяемый с ним ИК-объектив 16, работающий в области спектра 8—12 мкм, как и ТПВ-модуль 15. Зеркало 8 должно быть заменено другим, пропускающим в обла-

сти спектра 8—12 мкм, но отражающим на длине волны 1,55 мкм.

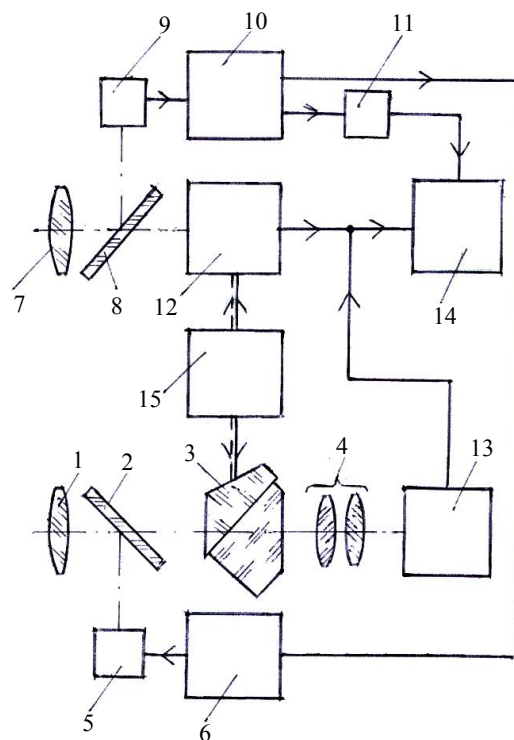


Рис. 5. Схема комбинированного прибора со стабилизацией изображения, состоящего из дневного лазерно-дальномерного, тепловизионного и телевизионного каналов:
 позиции 1—3; 5—11 — см. схему рис. 1; 4 — оптика переноса; 12 — ТПВ-модуль; 13 — ТВ-камера; 14 — ТВ-монитор; 15 — блок магнитодинамической стабилизации изображения

Таким образом, ночной канал может быть выполнен либо на базе ЭОП, либо на базе ТПВ-модуля. В любом случае получается прибор круглосуточного наблюдения с лазерно-дальномерным каналом. При этом с помощью блока магнитодинамической стабилизации изображения осуществляется стабилизация поля зрения дневного и ночного каналов благодаря кинематической связи блока с ЭОП (либо с ТПВ-модулем) и с призмой 3.

Если требуется вывод изображения на ТВ-монитор, то прибор может быть выполнен по схеме рис. 5. Здесь в дневном канале изображение на выходе призмы 3 Пехана оптически сопряжено через оптику переноса 4 с матрицей ПЗС ТВ-камеры 13. Ее выход подключен к ТВ-монитору 14, выполненному на базе жидкокристаллического индикатора или индикатора OLED. Объектив 1 оптически сопряжен через дихроичное зеркало 2 с ИЛПИ 5. Зеркало 2 отражает на длине волны 1,55 мкм излучение ИЛПИ, который запускается с помощью блока накачки 6. Объектив 7, работающий на длине волны 1,55 мкм и в области спектра 8—12 мкм, сфокусирован на ТПВ-модуль 12. Его выход подключен к ТВ-монитору. Второе дихроичное зеркало 8 пропускает в области спектра

8—12 мкм и отражает на длине волны 1,55 мкм. Благодаря этому объектив 7 сопряжен с ФПУ 9, сигнал с которого через блок 10 электронной обработки и цифровой индикатор дальности 11 поступает в ТВ-монитор. С помощью его электронного канала обеспечивается представление на экране ТВ-монитора изображения цифрового индикатора дальности.

Следовательно, в зависимости от поставленной задачи может быть реализована та или иная из предложенных здесь схем.

Заключение

В статье рассмотрены новые методы и схемы построения различных приборов дневного и ноч-

ного видения со стабилизированным полем зрения. Приборы выполнены на базе дневных лазерно-дальномерных каналов, ночных каналов с использованием электронно-оптических преобразователей, тепловизионных и телевизионных каналов. Во всех приборах используется магнитодинамическая стабилизация поля зрения.

Литература

1. Геїхман И. Л., Волков В. Г. Видение и безопасность. — М.: Новости, 2009.
2. Волков В. Г. // Специальная техника. 2003. № 5. С. 2—13; № 6. С. 2—13.
3. Фроимсон И. М. // Специальная техника. 2002. № 6. С. 16—24.

Day and night vision devices with stabilisation of a visual field

V. M. Belocone, V. G. Volcov, V. L. Salicov, L. V. Shmacova

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

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

The methods and schemes of the different day and night vision devices with stabilization of a visual field are presented. The devices are realized on the base of the laser rangefinder canal, night canal with image intensifiers using, on the base of the thermovision and low light level TV-canals. Magneto-dynamical stabilization of the visual field is used in all devices.

PACS: 85.60.-q

Keywords: device, visual field, image intensifier, stabilization.

Bibliography — 3 references.

Received January 20, 2011