

Применение полупроводниковых излучателей в универсальных прицельных комплексах

➔ Рассматривается применение полупроводниковых излучателей (лазерных, светодиодных) в универсальных прицельных комплексах для легкого стрелкового оружия. Описываются основные параметры излучателей и прицельных комплексов на их основе.



В настоящее время в технике ночного видения все большее распространение приобретают полупроводниковые излучатели, в частности лазерные полупроводниковые излучатели непрерывного режима работы (НЛПИ), инфракрасные (ИК) светодиоды и светодиоды белого цвета свечения (СДБС) [1]. Применение таких излучателей обусловлено их достаточно большой мощностью излучения, сравнительно малой угловой его расходимостью, высоким КПД, малыми массо-габаритными параметрами, низким энергопотреблением, значительным сроком службы и отличными эксплуатационными характеристиками. Особо следует остановиться на применении таких излучателей в универсальных прицельных комплексах для индивидуального легкого стрелкового оружия [1].

Для обеспечения безопасности необходимо эффективное оснащение бойцов спецподразделений универсальными прицельными комплексами с целью реализации возможности ведения прицельного огня с места и с ходу как в дневное, так и в ночное время суток, в любую погоду и из любого положения оружия.

Известен комплекс прицельный универсальный ночного видения «Альфа-1962» ОАО «Швабе-Фотоприбор» [1]. Он служит для ведения прицельной стрельбы из легкого стрелкового оружия, разведки, охраны объектов и территорий, наблюдения и ориентирования на местности, а также для проведения различных работ: спасения пострадавших, ремонта, чтения документов, вождения транспортных средств и др. — в условиях пониженной освещенности в сумерках и в полной темноте. Комплекс «Альфа-1962» состоит из трех основных изделий: ночного монокуляра (НМ) «Альфа-9022», целеуказателя лазерного (ЦЛ) «Альфа-7115» и ИК-осветителя (ИКО) «Альфа-8111». На рис. 1 представлена блок-схема комплекса «Альфа-1962».

НМ состоит из объектива, сфокусированного на фотокатод электронно-оптического преобразователя (ЭОП) поколения 2⁺ или 3, на экран которого сфокусирован окуляр.

Питание ЭОП осуществляется от источника первичного питания (ИПП). Объектив создает на фотокатоде ЭОП изображение объекта наблюдения и окружающего его фона. ЭОП преобразует изображение в видимое и усиливает его по яркости. Изображение с экрана ЭОП наблюдается через окуляр. ЦЛ состоит из объектива формирования

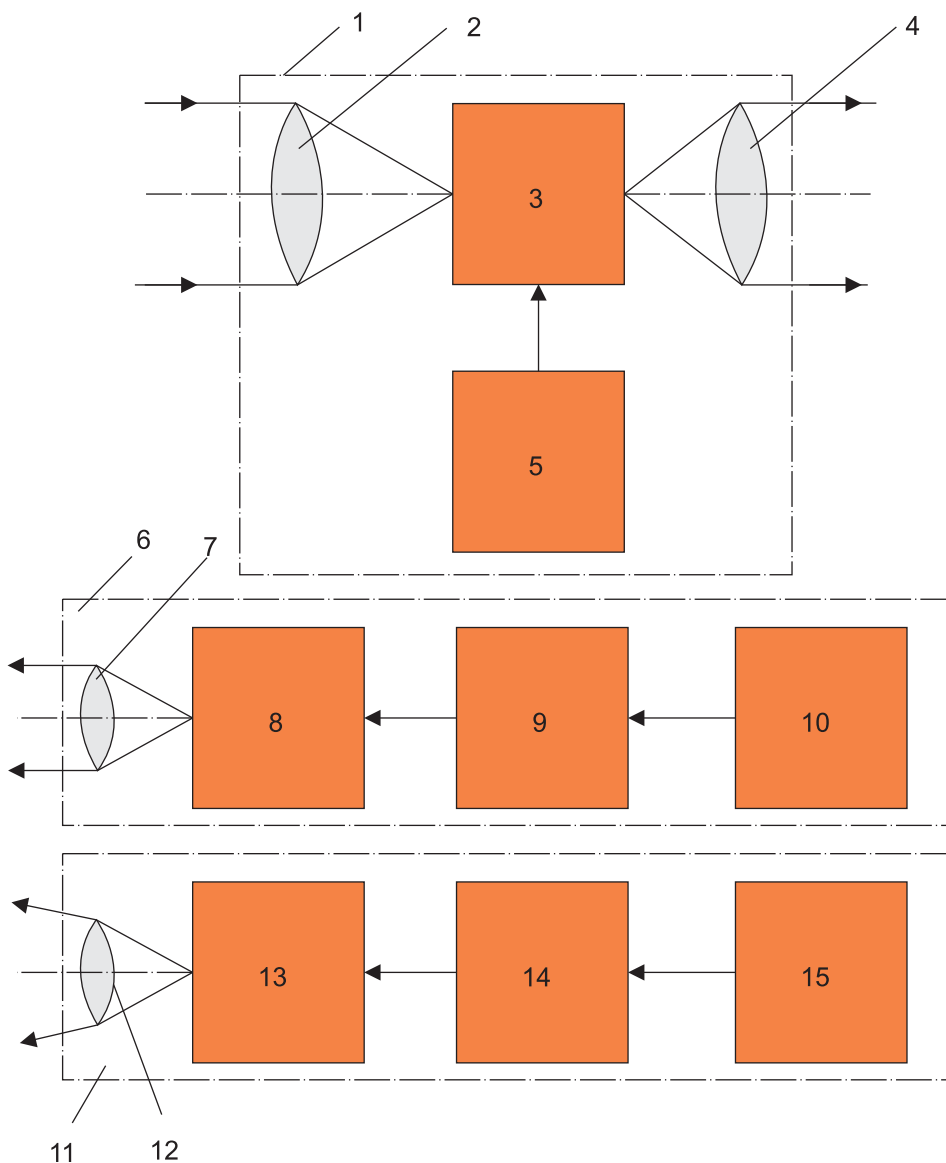
излучения (ОФИ), сфокусированного на лазерный полупроводниковый излучатель (ЛПИ). Он работает от драйвера, питание которого обеспечивается от ИПП (два аккумулятора АА типа с напряжением 2,5 В). ИКО (для обеспечения работы НМ в полной темноте) состоит из ОФИ, сфокусированного на ИК-светодиод. Он работает от драйвера, питание которого обеспечивается от ИПП. НМ может также использоваться для фото- и видеорегистрации с помощью специального кронштейна (фото/видео-

адаптера с комплектом переходных колец). НМ имеет встроенный ИК светодиодный осветитель, предназначенный для подсвета близлежащих объектов на дальности до 10 м при чтении документов и проведения ремонтных работ при освещенности, недостаточной для работы в пассивном режиме (без подсвета) или в полной темноте. НМ крепится на голове наблюдателя перед правым (или левым) глазом с помощью регулируемого под голову ремня или на защитном шлеме-каска с помощью

универсального механизма крепления. НМ может и просто удерживаться в руке. НМ может быть оснащен афокальной оптической насадкой с четырехкратным увеличением для повышения в 2–2,5 раза дальности действия НМ. ЦЛ предназначен для создания на цели малогабаритного ИК пятна подсвета. Оно наблюдается только в НМ и не воспринимается невооруженным глазом. Воспринимаемая яркость пятна подсвета зависит от регулируемой мощности излучения ЦЛ и условий наблюдения. ЦЛ крепится на штатном месте крепления дневного прицела на стрелковом оружии. Положение ЦЛ на оружии выверяется так, чтобы линия прицеливания совпала с центром пятна подсвета. Процесс прицеливания заключается в совмещении наблюдателем изображения лазерного пятна подсвета с изображением цели, наблюдаемым в НМ. Благодаря этому огонь может вестись из любого положения оружия, в том числе при стрельбе с ходу и при десантировании.

В качестве ЛПИ ЦЛ может быть использована представленная на рис. 2 модель ИЛПН LDN-7 фирмы НПЦ «Инжект» [2]. Его рабочая длина волны $\lambda = 0,85\text{--}0,86\text{ мкм}$, полуширина спектра $\Delta\lambda = 4\text{ нм}$, мощность излучения $P = 5\text{ мВт}$, рабочий ток $I = 90\text{ мА}$, напряжение питания $U = 1,5\text{--}2,5\text{ В}$, угол расходимости излучения по полуширине $2\theta_{0,5} = 10 \times 40^\circ$.

В качестве ИК-светодиода ИКО может быть использована представленная на рис. 3 модель У-136 НПЦ «ОПТЭЛ» [3]. Для нее



- | | |
|--|--|
| 1 — НМ | 8 — ИЛПИ |
| 2 — объектив НМ | 9 — драйвер ЦЛ |
| 3 — ЭОП | 10 — ИПП ЦЛ |
| 4 — окуляр | 11 — ИКО |
| 5 — ИПП НМ | 12 — объектив формирования излучения ИКО |
| 6 — ЦЛ | 13 — ИК светодиод |
| 7 — объектив формирования излучения ЦЛ | 14 — драйвер ИКО |
| | 15 — ИПП ИКО. |

Рис. 1. Блок-схема комплекса универсального прицельного комплекса ночного видения «Альфа-1962»



Рис. 2. ИЛПН LDN-7



Рис. 3. ИК светодиод У-136



Рис. 4. ИК-светодиод У-138А

$\lambda = 0,82-0,85$ мкм, $P = 33$ мВт, энергетическая сила света $I_s = 120$ мВт/Ср, $I = 100$ А, $U = 2,2$ В, $2\theta_{0,5} = (25 \pm 5)^\circ$.

В качестве ИК-светодиода встроенного ИК светодиодного осветителя может быть использована представленная на рис. 4 модель У-138А НПЦ «ОПТЭЛ» [3]. Для нее $\lambda = 0,82-0,85$ мкм, $P = 8,5$ мВт, энергетическая сила света $I_s = 25$ мВт/Ср, $I = 50$ А, $U = 2,2$ В, $2\theta_{0,5} = (60 \pm 10)^\circ$.

На рис. 5 показан внешний вид комплекса «Альфа-1962», а в таблице приведены характеристики его компонентов.

Для зарядки аккумуляторов используется устройство зарядно-разрядное универсальное бортовое (УЗР-УБ), которое подключается к бортовой сети транспортного средства напряжением 12 или 27 В.

Конструкция комплекса обеспечивает надежную защиту от климатических и механических нагрузок, от пыли, влаги и соляного тумана. Недостатком комплекса является его неспособность работать в дневных условиях, при пониженной прозрачности атмосферы (дымка, туман, дождь, снегопад, пыльная или песчаная буря, задымление и др.). Кроме того, комплекс не обеспечивает дистанционную передачу изображения для связи с напарником



- 1 — НМ «Альфа-9022»
- 2 — ЦЛ «Альфа-7115»
- 3 — насадка афокально-оптическая с увеличением 4 крат
- 4 — ИКО «Альфа-8111»
- 5 — крепление на шлеме универсальное
- 6 — оголовье с регулируемыми ремнями и закрепленным на нем НМ
- 7 — УЗР-УБ

Рис. 5. Внешний вид комплекса «Альфа-1962»

и (или) командиром подразделения и ввод изображения в персональный компьютер (ПК) или в карманный персональный компьютер (КПК). В связи с этим нами предлагается ряд схем дневно-ночных прицельных комплексов модульной конструкции, свободных от этих недостатков. Представим три блок-

схемы различных вариантов комплексов. Конкретное применение каждого их них определяется требованиями заказчика, а также ограничениями по стоимости.

В качестве первого варианта на рис. 6 представлена блок-схема телевизионного прицельного комплекса.

Таблица. Параметры компонентов комплекса «Альфа-1962»

	ЦЛ	ИКО	НМ	Насадка афокально-оптическая	УЗР-УБ
Дальность прицельной стрельбы ночью, м	200				
Угол поля зрения, град	40 (8*)				
Угол расходимости излучения на выходе	0,5 мрад	6–10°			
Длина волны излучения, мкм	0,85–0,86	0,82–0,85			
Мощность излучения, мВт	5	35			
Увеличение			1 (4*)		
Диапазон фокусировки, м			0,25–∞ (5–∞*)		
Габариты, мм	125×150×44	140×35×40	150×80×50	∅85×110	118×85×87
Масса, г	395	120	350	435	1000
Напряжение питания, В	2,2–3,6				

Примечание: * — при использовании афокально-оптической насадки

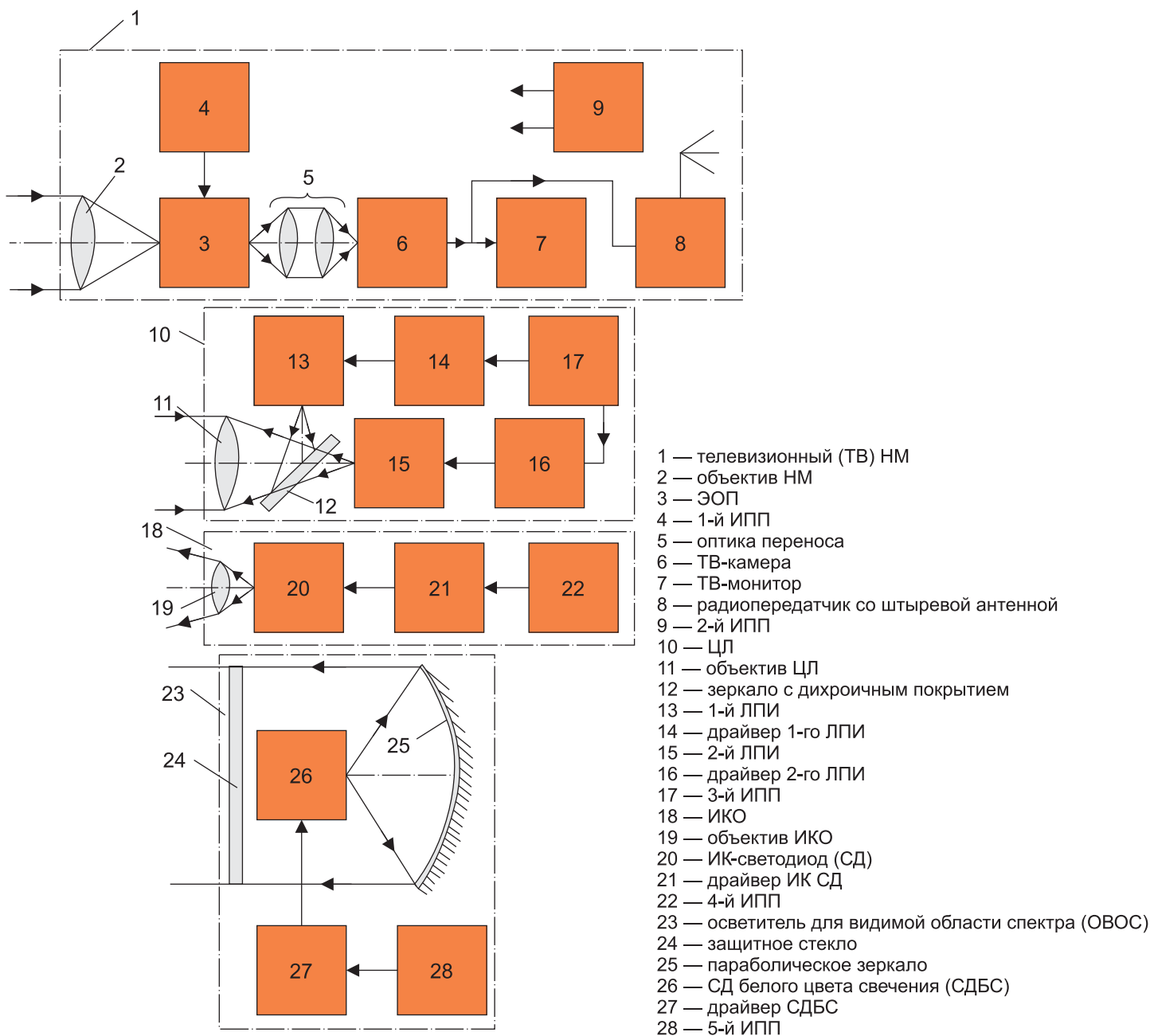


Рис. 6. Блок-схема телевизионного дневно-ночного прицельного комплекса

Изображение с экрана ЭОП 3 с помощью оптики переноса 5 передается на матрицу ПЗС ТВ-камеры 6. Видеосигнал с ее выхода передается в ТВ-монитор 7 со встроенным окуляром, через который наблюдается изображение, создаваемое на OLED-дисплее ТВ-монитора 7. Видеосигнал с выхода ТВ-камеры 6 поступает также в радиопередатчик 8, который обеспечивает дистанционную передачу изображения по радиорелейной линии связи. Видеосигнал может быть также введен в ПК (КПК) для запоминания изображения. В ЦЛ 10 первый ЛПИ 13 излучает на длине волны 0,82–0,86 мкм и служит для обеспечения работы комплекса ночью. Второй ЛПИ 15 излучает

на длине волны 0,53 мкм и служит для прицеливания днем. Дихроичное зеркало 12 отражает излучение на длине волны 0,82–0,86 мкм и пропускает излучение на длине волны 0,53 мкм. ИКО 18 служит для работы комплекса при низких уровнях освещенности или в полной темноте. ОВОС 23 устанавливается на оружии и предназначен для работы в полной темноте без применения НМ 1. Параболическое зеркало 25 коллимирует свет от СДБС 26 и создает угол подсвета 6°. Масса ОВОС 250 г, ЦЛ 10 — 490 г, НМ — 450 г.

В качестве ЛПИ 13 может быть использован ИЛПН LDN-7 (рис. 2) [2], а в качестве ЛПИ 15 — ИЛПН FFGRM (рис. 7) [4]. Он имеет

$\lambda = 0,532$ мкм, $P = 5$ мВт, $U = 5$ В, $2\theta_{0,5} = 0,5 \pm 0,1$ мрад, габариты $\varnothing 15 \times 70$ мм.

Для построения ИКО 18 может быть использован ИК-светодиод 20 — модель У-136 (рис. 3) [3].



Рис. 7. ИЛПН FFGLRM

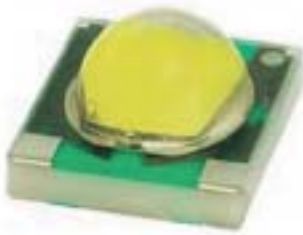


Рис. 8. Светодиод белого цвета свечения Y-130 Бл-1

В качестве СДБС 26 может быть использована представленная на рис. 8 модель светодиода белого цвета свечения Y-130 Бл-1 НПЦ «ОПТЭЛ» [3]. Для нее световой поток $\Phi = 110$ лм, сила света $I_s = 35$ кд, $I = 350$ А, $U = 2,5$ В, $2\theta_{0,5} = 120^\circ$,

светоотдача 125 лм/Вт, габаритные размеры 18×18×4 мм.

На рис. 9 представлена блок-схема тепло-визионного дневно-ночного прицельного комплекса. ИК-объектив 2 ТНМ 1 создает ИК тепловое изображение цели на окружающем его фоне в области спектра 8–12 мкм. Оно преобразуется в ТМ 3 в видимое изображение. При этом матрица 4 МБМ преобразует ИК-изображение в электрический сигнал, который обрабатывается в БЭО 5 (фильтруется на фоне шумов, подвергается цифровой обработке) и передается в ТВ-монитор — OLED-дисплей 6, с экрана которого изображение наблюдается через окуляр 7. В ЦЛ 9 первый ЛПИ 12 (квантово-каскадный лазер — ККЛ [2]) излучает на длине волны 10,6 мкм и служит для обеспечения работы комплекса ночью.

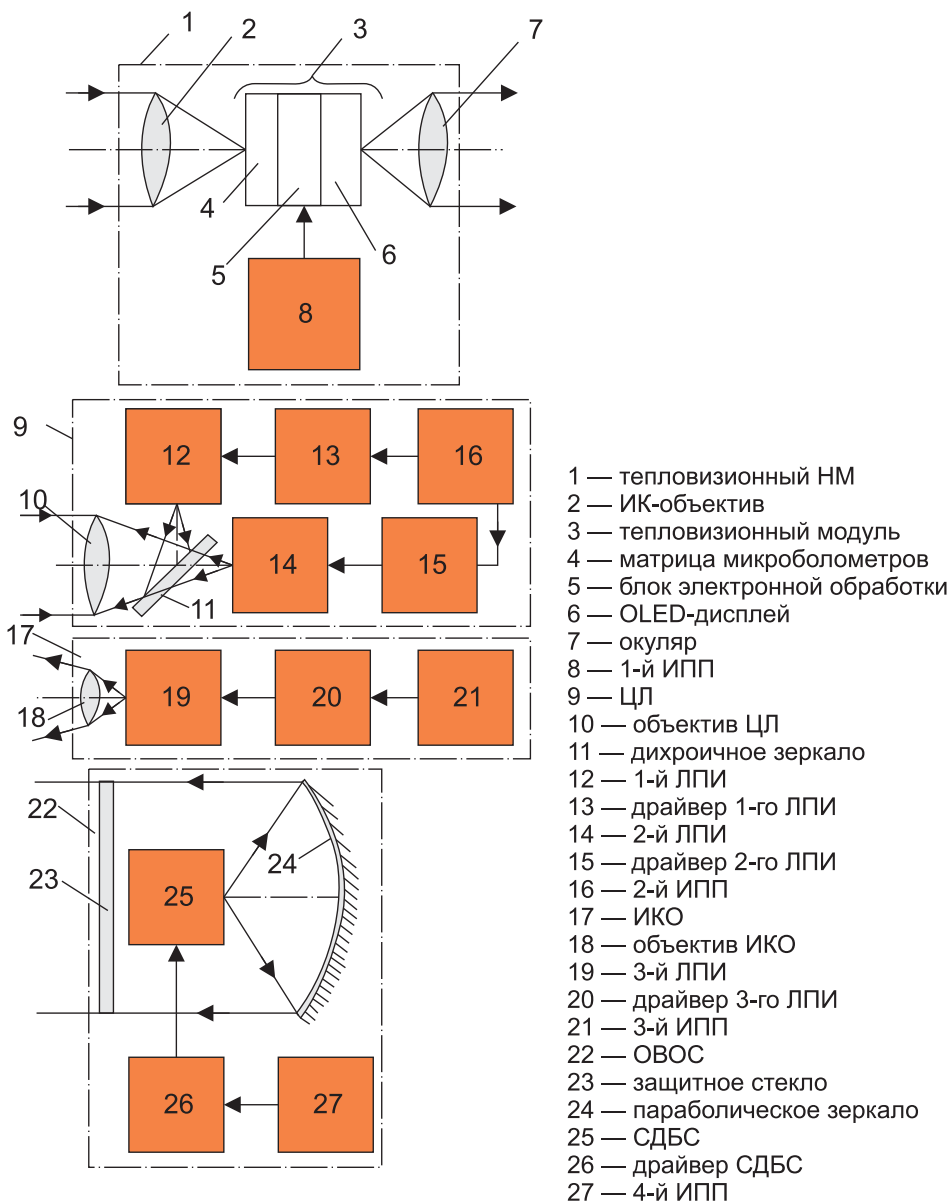


Рис. 9. Блок-схема тепло-визионного дневно-ночного прицельного комплекса

Второй ЛПИ 14 излучает на длине волны 0,53 мкм и служит для прицеливания днем. Дихроичное зеркало 11 отражает излучение на длине волны 10,6 мкм и пропускает излучение на длине волны 0,53 мкм. ИКО 17 служит для работы комплекса при низких уровнях освещенности или в полной темноте. ОВОС 22 предназначен для работы в полной темноте без применения НМ 1. Параметры ИКО 17 и ОВОС 22 те же, что и в схеме по рис. 6. Масса ТНМ составляет 420 г, ЦЛ — 475 г.

В качестве ЛПИ 12 может быть использован ИЛПН — представленная на рис. 10 модель квантово-каскадного лазера (ККЛ) FNPL-3S-10800-DFB фирмы Laser Components GmbH [5]. Он имеет $\lambda = 10,8$ мкм, $P = 100$ мВт, $I = 10$ А, $U = 15$ В, $2\theta_{0,5} = (40 \times 60)^\circ$, габариты $\varnothing 10 \times 15$ мм. В качестве ЛПИ 14 может быть использован ИЛПН FFGRM (рис. 8) [4].

Для построения ИКО 17 в качестве ЛПИ 19 может быть использован ККЛ FNPL-100S-10800-DFB фирмы Laser Components GmbH [5]. Он имеет $\lambda = 10,8$ мкм, $P = 100$ мВт, $I = 10$ А, $U = 15$ В, $2\theta_{0,5} = (40 \times 60)^\circ$, габариты $\varnothing 10 \times 15$ мм. В качестве СДБС 25 может быть использована модель Y-130 Бл-1 (рис. 8) [3].

На рис. 11 представлена блок-схема тепло-телевизионного дневно-ночного прицельного комплекса. ТТМН 1 создает изображение в области спектра 8–12 мкм с помощью блоков 2–7, а также в области спектра 0,4–0,9 мкм с помощью блоков 9–13. Оба эти изображения микшируются в блоке 6 микширования. Здесь с помощью встроенного микропроцессора от каждого изображения берутся его наиболее информативные признаки и формируется интегрированное изображение. Если, например, изображение фона плохо передается с помощью блоков 2–5, а изображение, формируемое с помощью блоков 9–13,



Рис. 10. Квантово-каскадный лазер ККЛ FNPL-3S-10800-DFB (ККЛ FNPL-100S-10800-DFB)

передается хорошо, то в интегрированном изображении будет присутствовать как изображение цели, так и фона. В ЦЛ 15 первый ЛПИ 18 (ККЛ) излучает на длине волны 10,6 мкм и служит для обеспечения работы комплекса ночью. Второй ЛПИ 20 излучает на длине волны 0,53 мкм и служит для прицеливания днем. Дихроичное зеркало 17 отражает излучение на длине волны 10,6 мкм и пропускает излучение на длине волны 0,53 мкм. В ИКО 23 третий ЛПИ 26 (ККЛ) излучает на длине волны 10,6 мкм и служит для обеспечения работы комплекса ночью при функционировании тепловизионного канала в случае низких уровней природных контрастов цели на окружающем ее фоне. ИК СД 28 излучает на длине волны 0,8–0,87 мкм и служит для подсвета цели ночью при работе телевизионного канала в полной темноте. Дихроичное зеркало 25 отра-

жает излучение на длине волны 10,6 мкм и пропускает излучение на длине волны 0,8–0,87 мкм. ОВОС 31 предназначен для работы в полной темноте без применения НМ 1. Параметры ЦЛ 15 и ОВОС 31 те же, что и в схеме по рис. 4. Масса ТНМ составляет 550 г, ИКО 23 — 200 г.

Могут быть использованы следующие устройства фирмы Laser Components GmbH:

- ЛПИ 18 — ККЛ FNPL-3S-10800-DFB (рис. 10) [5];
- ЛПИ 20 — ИЛПН FFGRM (рис. 8) [4];
- ЛПИ 26 — ККЛ FNPL-100S-10800-DFB (рис. 10) [5];
- ИК СД 28 — У-136 (рис. 3) [3];
- СДБС 34 — У-130 Бл-1 (рис. 8) [3].

Таким образом, в существующих и перспективных прицельных комплексах всепогодного и круглосуточного действия

используются как лазерные, так и светодиодные полупроводниковые излучатели, работающие в области спектра от видимой до средней инфракрасной зоны. ●

Литература

1. Комплекс прицельный универсальный ночного видения «Альфа-1962». Проспект ОАО «Швабе-Фотоприбор». М.: 2014.
2. Лазерные полупроводниковые излучатели. Каталог НПП «Инжект». Саратов. 2014.
3. Светодиоды. Каталог фирмы НПП «ОПТЭЛ». М.: 2014.
4. Fixed Focus Green Laser Modules. Edmund Optics. 2012.
5. Квантово-каскадные лазерные диоды фирмы Laser Components GmbH (Германия). Каталог компании «Азимут Фотоник». М.: 2014.

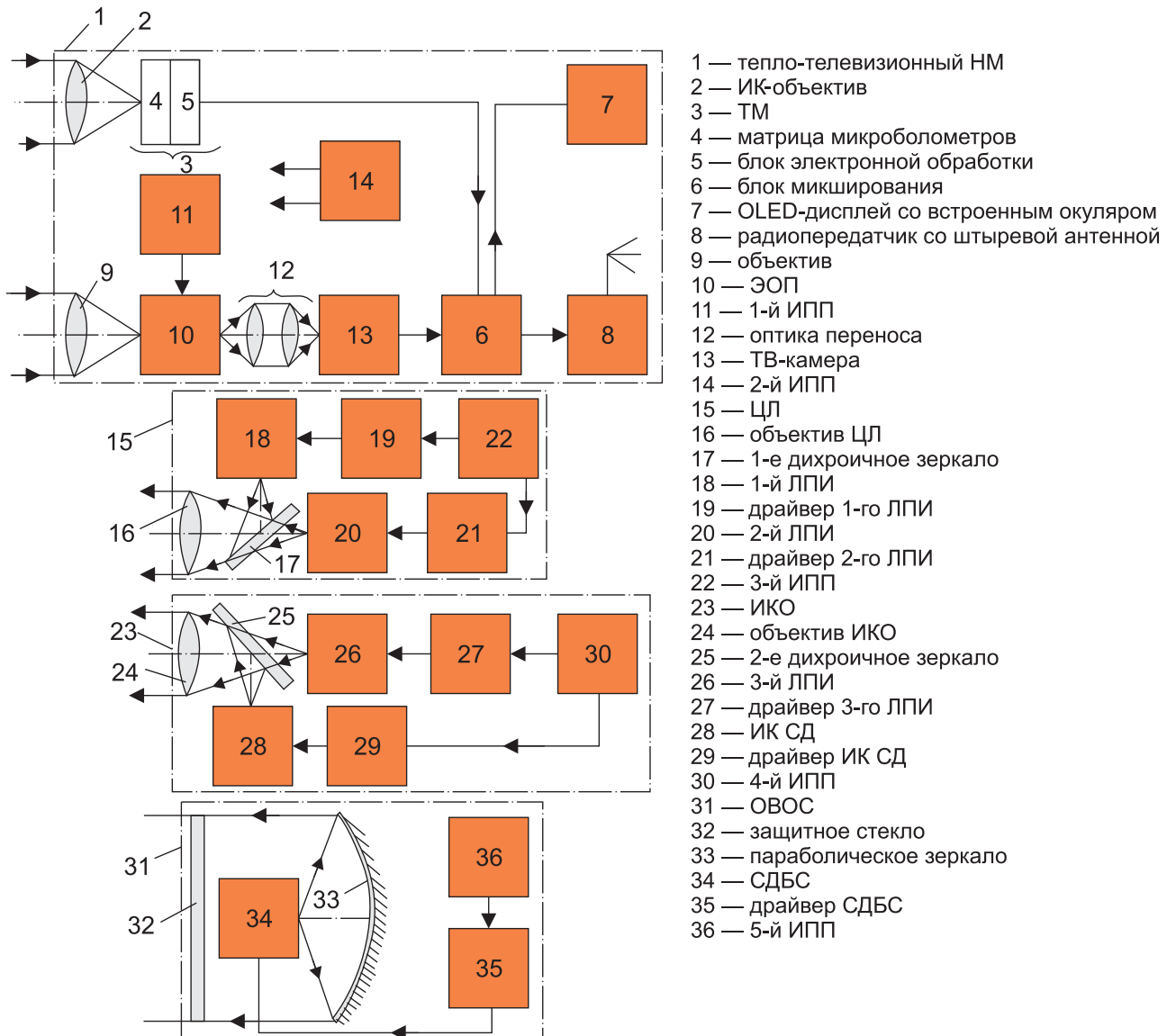


Рис. 11. Блок-схема тепло-телевизионного дневно-ночного прицельного комплекса