

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ПРИБОРЫ

Александр Александрович Жук

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, обучающийся в группе ОМВ-17 по профилю «Военная оптика и оптоэлектроника» 12.04.02. Опотехника. Тел +7(999)451-65-03, e-mail: sanek09090@gmail.com

Представлен обзор тепловизионных приборов. Приведена сравнительная характеристика современных тепловизоров Российского производства и зарубежных. Каждый тепловизионный прибор имеет свое предназначение в той или иной сфере деятельности.

Ключевые слова: оптика, прибор, изображение, прибор ночного видения, наблюдение.

THERMAL DEVICES

Alexandr A. Zhuk

Siberian state University of geosystems and technologies, 10 plakhotnogo str., Novosibirsk, 630108, Russia, studying in the group OMV-17 on the profile "Military optics and optoelectronics" 12.04.02. Optical engineering. Tel +7(999)451-65-03, e-mail: sanek09090@gmail.com

The review of thermal imaging devices is presented. The comparative characteristics of modern thermal imagers of Russian production and foreign are given. Each thermal imaging device has its own purpose in one or another field of activity.

Key words: optics, device, image, thermal imaging device, surveillance.

Тепловизор - устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отображается на дисплее как цветная картинка, где разным температурам соответствуют разные цвета. Изучение тепловых изображений называется термографией.

Принцип действия современных тепловизоров основан на способности некоторых материалов фиксировать излучение в инфракрасном диапазоне. Посредством оптического прибора, в состав которого входят линзы, изготовленные с применением редких материалов, прозрачных для инфракрасного излучения (таких как германий), тепловое излучение объектов проецируется на матрицу датчиков, чувствительных к инфракрасному излучению. Далее сложные микросхемы считывают информацию с этих датчиков, и генерируют видеосигнал, где разной температуре наблюдаемого объекта соответствует разный цвет изображения. Шкала соответствия цвета точки на изображении к абсолютной температуре наблюдаемого объекта может быть выведена поверх кадра. Также возможно указание температур наиболее горячей и наиболее холодной точки на изображении. В зависимости от модели тепловизоры различаются по величине шага измеряемой температуры. Современные технологии позволяют различать температуру объектов с точностью до 0,05-0,1 К.

На сегодняшний день на рынке представлены наиболее распространенные тепловизионные приборы: Тепловизор Рубин; Агема 661; тепловизора ТВ-03.

Сравнительные технические характеристики данных приборов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование прибора	Угол поля зрения – $\omega_{зр}$	Частота кадров – f_k	Число строк – N_c	Число элементов строк – $N_{эс}$	Температурная чувствительность на уровне $T=20^\circ\text{C}$ – $\Delta T_{пор}$
Рубин	$10^\circ \times 20^\circ$	0,016 Гц	200	200	0,1 $^\circ\text{C}$
Агема 661	$5 \times 5^\circ$	16 Гц	100	100	0,2 $^\circ\text{C}$
ТВ-03	$4,5^\circ \times 4,5^\circ$	16 Гц	100	100	0,2 $^\circ\text{C}$

Принцип работы тепловизионных приборов данных представителей схожие. Схемы данных приборов представлены на рисунках 1,2,3.

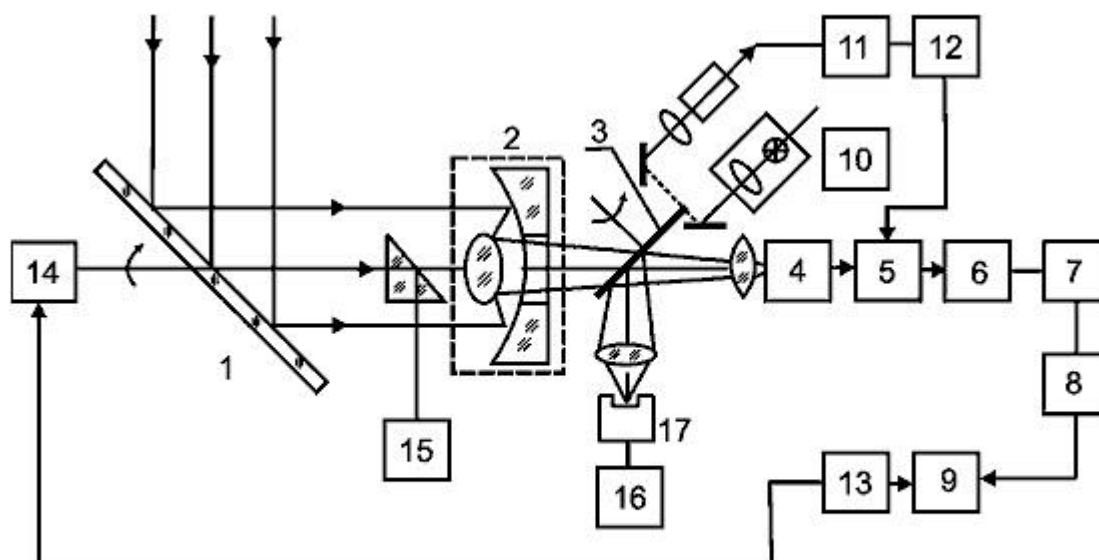


Рисунок 1– Функциональная схема тепловизора «Рубин»:

- 1 – сканирующее зеркало; 2 – зеркальный объектив; 3 – модулятор;
 4 – приемник излучения; 5 – предусилитель; 6 – усилитель;
 7 – синхронный детектор; 8 – усилитель мощности; 9 – механизм записи;
 10 – световой датчик; 11 – фотодиод; 12 – усилитель опорного сигнала;
 13 – блок управления сканированием; 14 – механизм сканирования;
 15 – визир; 16 – блок управления температурой; 17 – эталонный излучатель

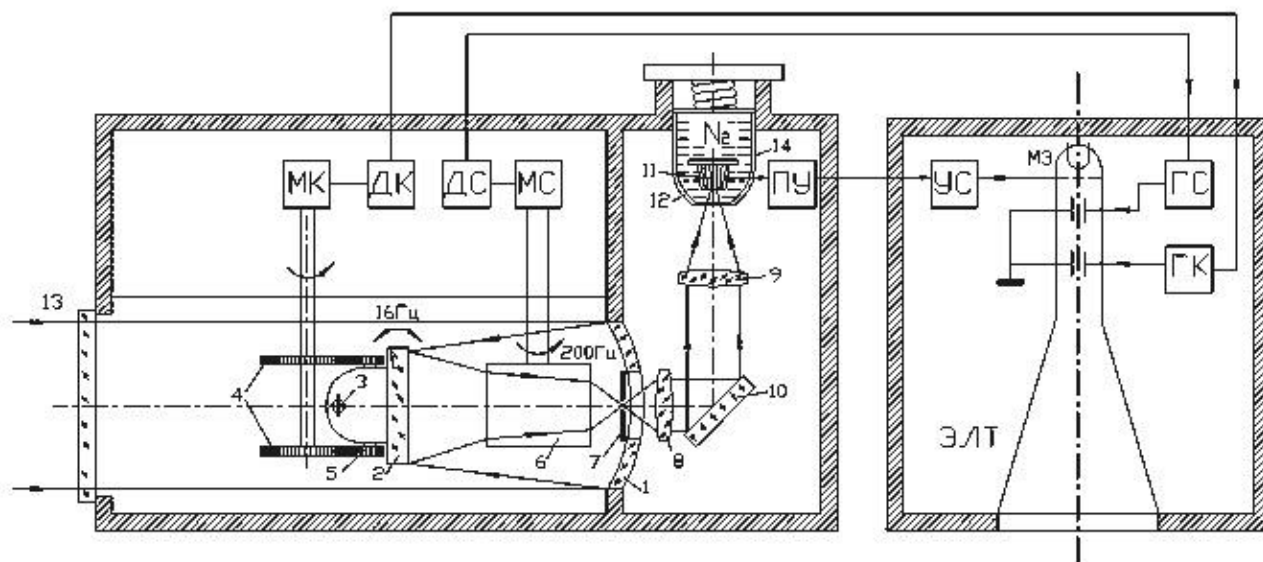


Рисунок 2– Структурная схема тепловизора фирмы «АГЕМА»:

1 – большое сферическое зеркало – $\varnothing 195$ мм; $f = 350$ мм; 2 – малое плоское зеркало $\varnothing 71,4$ мм;
 3 – горизонтальная ось колебания зеркала 2; 4 – соосные кулачки; 5 – круглые роликовые подшипники; 6 – многогранная (4-х гр.) призма сканирования (по строкам); 7 – диафрагма; 8, 9 – линзы; 10 – плоское зеркало; 11 – приемник излучения (InSb), $R \approx 50$ кОм. 12 – охлаждаемая диафрагма; 13 – защитное окно; 14 – сосуд Дюара; МК – мотор кадровой развертки; МС – мотор строчной развертки; ПУ – предусилитель; УС – усилитель; МЭ – модулирующий электрод ЭЛТ; ГС – генератор строчной развертки; ГК – генератор кадровой развертки; ДС – ДК – датчики сигналов синхронизации строк и кадров.

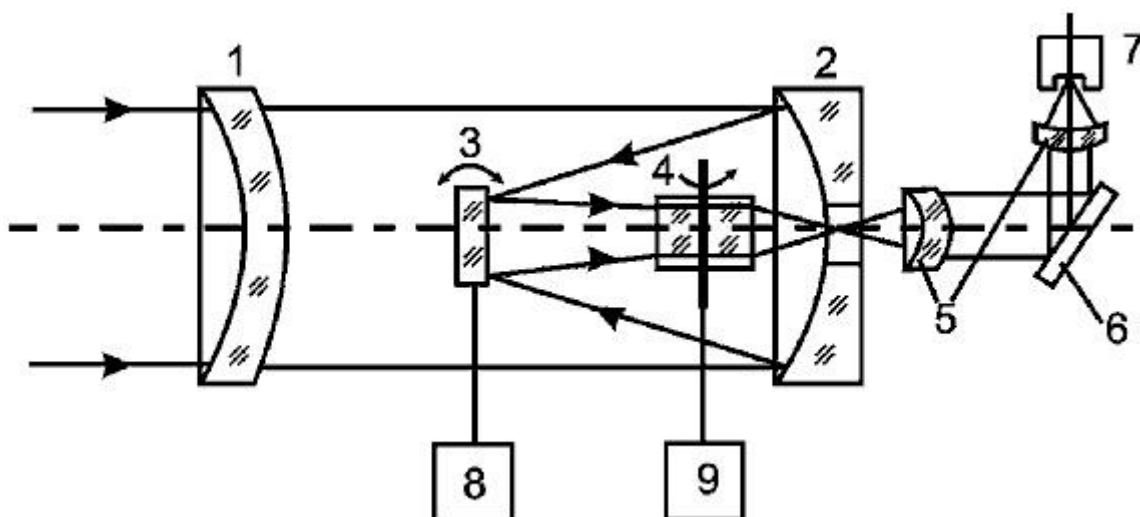


Рисунок 3– Оптическая схема тепловизора ТВ-03:

1 – насадочная сменная линза; 2 – зеркало сферическое;
 3 – плоское зеркало; 4 – восьмигранная призма; 5 – линзовый коллектив;
 6 – зеркало; 7 – приемник излучения; 8, 9 – механизмы кадровой и строчного сканирования

На рынке так же существуют тепловизионные прицелы. Тепловизионный прицел «Шахин» обеспечивает круглосуточное обнаружение, распознавание целей, ввод исходных данных для стрельбы и прицеливание из различных видов стрелкового оружия и ручных гранатометов.



Рисунок 4 – Тепловизионный прицел Шахина

Прицел «Шахин» является неохлаждаемым пассивным тепловизионным прибором, не требующим для работы дополнительных искусственных источников подсветки цели. Он работает в спектральном диапазоне 8-14 мкм, что обеспечивает возможность ведения прицельной стрельбы из оружия в условиях пыледымовых помех» возникающих на поле боя.

На данном рисунке представлены тактико технические характеристики тепловизионного прицела «Шахин».

Модификация	Легкий	Средний	Тяжелый
Фотоприемное устройство	Микроболометр	Микроболометр	Микроболометр
Формат, пикселей	160x120	384x288	384x288 / 640x480
Поле зрения (Г x В), град.	5,2x3,9	6,1x4,5	3,7x2,7 / 6,1x4,6
Увеличение, крат	3,1	6,5	10,9
Диапазон фокусировки, град.	от 15 м до ?	от 15 м до ?	от 15 м до ?
Рабочая температура, °С	-40 — +50	-40 — +50	-40 — +50
Время непрерывной работы (4 CR123) от одного источника питания, не менее, ч	6	6	6
Дальность распознавания человека, м	600	1300	2200
Габаритные размеры, мм	280x110x100	280x110x100	290x130x130
Масса, кг	1,3	1,7	2,2

Рисунок 5 – Тактико технические характеристики тепловизионного прицела «Шахин»

Он может устанавливаться на все модификации автоматов Калашникова, автомат Никонова АН-94, снайперскую винтовку СВД, единые пулеметы ПКМ и «Печенег», а также — крупнокалиберный пулемет «Корд». Установка прицела на оружие производится с помощью специального кронштейна. В памяти прицела может храниться баллистика для четырех видов оружия (патронов) одновременно. Разработчик и производитель прицела: ОАО «ЦНИИ «Циклон», г. Москва. Главный конструктор: Сдобников А. Е.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волкова К. Д., Хацевич Т. Н. Оптические системы с переменными характеристиками // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2014» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8-18 апреля 2014 г.). Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. – С. 13–20.
2. Волкова К. Д., Хацевич Т. Н., Дружкин Е.В. Особенности оптического проектирования приборов с дискретной сменой увеличения с учетом технологических возможностей отечественных производителей
3. Пат. 2532605 Российская Федерация, МПК⁷ F41G 1/38, G02B 7/02. Оптический прицел [Текст] / Дейснер А.А., Комбаров М.С.; патентообладатели ОАО "Швабе – Оборона и Защита" – № 2013129085/28; заявл. 25.06.2013; опубл. 10.11.2014 Бюл. № 31.
4. Пат. 2547044 Российская Федерация, МПК⁷ F41G 1/14. Оптический прицел с дискретной сменой увеличения / Хацевич Т. Н., Дружкин Е. А.; патентообладатели ООО «Оптическое Расчетное Бюро» – № 2014120776/12; заявл. 22.05.2014 (находится в процессе публикации).
5. Запрягаева, Л. А., Свешникова И. С. Расчет и проектирование оптических систем / Л. А. Запрягаева, – М.: Логос, 2000 - 584 с.
6. Пат. 2528121 Российская Федерация, МПК⁷ F41G 1/38, G02B 7/02. Оптический прицел / Благоев П.А., Цивилев Е.В.; Патентообладатель ООО «РусОптикСистем» - №2013126080/28, заявл. 06.06.2013; опубл. 10.09.2014 Бюл. №25.
7. Specter TR 1-3-9x 3FOV WeaponSight [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elcan.com>, свободный. – Загл. с экрана.
8. EE 1.5/6×24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rusopticalsystems.com/index.php/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Мирошников, М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов [Текст] / М.М. Мирошников. – Л.: Машиностроение, 1983. – 696 с.
10. Raytheon ELCAN Optical Technologies Specter DR Dual Role 1 – 4x Combat Sight. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elcan.com>, свободный. – Загл. с экрана.
11. Проспект Raytheon ELCAN Optical Technologies Specter DR Dual Role 1,5 – 6x Combat Sight. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elcan.com>, свободный. – Загл. с экрана.
12. Жуков, А.Г. Тепловизионные приборы и их применение [Текст] / А.Г. Жуков, А.Н. Горюнова, А.А. Кальфа. – М.: Радио и связь, 1983. – 168 с.