

## ТЕПЛОВИЗОРЫ НА ОСНОВЕ НЕОХЛАЖДАЕМОЙ БОЛОМЕТРИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ

© 2009 г. А. С. Хитрик; М. П. Быков; Б. И. Утенков, доктор техн. наук

ОАО “ЛОМО”, Санкт-Петербург

E-mail: bmp86@mail.ru

Описана гамма тепловизионных приборов на основе неохлаждаемой микроболометрической матрицы ( $\lambda = 8-14$  мкм). Приведены результаты натурных испытаний.

**Ключевые слова:** тепловизор, болометрическая матрица.

Коды OCIS: 220.4830, 110.6820.

Поступила в редакцию 15.06.2009.

Достижения в области создания неохлаждаемых микроболометрических матричных фото-приемников, чувствительных в инфракрасном диапазоне спектра (8–14 мкм) позволили создать новый класс тепловизоров с улучшенными характеристиками.

Создание оптических систем с использованием болометрических приемников потребовало применения новых объективов, удовлетворяющих таким требованиям, как

- повышенное качество изображения, соответствующее качеству используемой матрицы;
- предельно возможное относительное отверстие,

– минимальная фоновая засветка матрицы.

Проблемы создания светосильных объективов для тепловизионных приборов и рекомендации по их проектированию рассмотрены в [1].

Одним из основных критериев качества объектива является функция передачи модуляции. Размер пятна рассеивания объектива, в котором заключен определенный процент полной энергии излучения, необходимо сопоставить с размерами чувствительной площадки матрицы.

При проектировании объектива необходимо учитывать фоновые засветки. Для избежания фоновых засветок на механические детали наносят покрытие, обладающее наибольшим поглощением в области спектра 8–14 мкм.

В процессе эксплуатации систем в температурном режиме от минус 40 °C до плюс 55 °C внутри замкнутого объема, где находится болометрический блок, при резком изменении температуры на матрице могут образовываться криоосадки, что резко снижает чувствительность приемника.

Чтобы избежать данного эффекта, весь внутренний объем системы, а также объем между линзами заполнены сухим азотом. Для этого во внутреннем корпусе объектива сделаны отверстия, а на внутренних линзах – фаски.

Особенностью микроканальных систем, работающих в области спектра 8–14 мкм, являются высокие перепады яркости одновременно наблюдаемых фрагментов изображения. Например, радиационный контраст кучевого облака на фоне чистого неба как днем, так и ночью может достигать 100 К. Аналогичная ситуация возникает при визировании цели вблизи линии горизонта, когда в угловом поле системы наблюдаются часть небесной полусферы и наземный ландшафт, который обычно “теплее” небесного.

При чувствительности приемника меньше 0,1 К и наличии ограничения в выходном сигнале (уровнем белого) в электронном узле болометрического блока осуществляется компрессия сигналов с матрицы. Это в свою очередь приводит к уменьшению сигнала на экране монитора. Для обеспечения устойчивого наблюдения изображения цели в этих условиях на мониторе введена оперативная регулировка яркости и контраста изображения наблюдаемого сюжета.

По разработанной методике на “ЛОМО” создана целая гамма тепловизионных приборов различного назначения, в том числе [2–4]

- прицел для обнаружения воздушных целей (рис. 1),
- переносные приборы для обнаружения и распознавания различных целей “Маугли-3” (рис. 2), “Маугли-4” (рис. 3).

Характеристики приборов представлены в таблице.

Натурные испытания приборов проводились в осенний период 2008 года в следующих условиях:

- температура воздуха 6–11 °C,
- метеорологическая дальность видимости – 10 км,
- влажность воздуха 80–95%.

Качество тепловизионного изображения иллюстрируется на рис. 4.

Дальность обнаружения неподвижной ростовой фигуры составила 2,5 км, малоразмерной цели (катер с размерами 3,5×2,5×1 м) – 7 км.



Рис. 1. Прицел для обнаружения воздушных целей.



Рис. 2. “Маугли-3”.



Рис. 3. “Маугли-4”.



Рис. 4. Качество тепловизионного изображения.

#### Характеристики приборов

Характеристика	Маугли-4			Маугли-3
Угловое поле, град	12×8	8×6	4×3	12×9
Увеличение, крат	1,5	2	4,5	1,5
Формат матрицы, пиксел	320×240			30×240
Размер пикселя, мкм	25			25
Пороговая чувствительность	$4,5 \times 10^{-10}$ Вт/см <sup>2</sup> 0,05 °C			$4,5 \times 10^{-10}$ Вт/см <sup>2</sup> 0,05 °C
Система наблюдения	псевдобинокуляр			моноокуляр
Масса прибора, кг	1,8	1,8	2,3	1,5
Диапазон рабочих температур, °C	– 30...+ 55			– 20...+ 40

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лапо Л.М., Совз И.Е., Сокольский М.Н. Свето-сильные объективы для тепловизионных приборов // Оптический журнал. 2009. Т. 76. № 10. С. 5–10.
  2. Совз И.Е., Сокольский М.Н., Хитрик А.С., Чупраков А.М. Тепловизионный прицел на основе матричного болометрического приемника // Сборник статей ЦНИИ “Циклон”. “Оптико-электронные системы визуализации и обработки оптических изображений”. 2007. С. 60–71.
  3. Чупраков А.М., Хитрик А.С., Стырикович Т.В., Борисов В.М., Шустов Н.Ю., Трукин А.К. Тепловизионный прицел // Патент РФ № 62761. 2006.
  4. Хитрик А.С., Стырикович Т.В., Калашникова Н.А., Азаркевич М.С., Быстров В.А., Цирш Е.В. Тепловизионный прицел // Патент РФ № 56752. 2006.
-