Р 50.2.012—2001

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИБОРЫ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ

Методика поверки

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии (ВНИИМ) им. Д.И. Менделеева» Госстандарта России и Государственным унитарным предприятием Всероссийским научным центром «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» и доработаны Подкомитетом 6 «Эталоны и поверочные схемы в области температурных, теплофизических и дилатометрических измерений» Технического комитета по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

ВНЕСЕНЫ Управлением метрологии Госстандарта России

2 ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 21 ноября 2001 г. № 473-ст

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2002

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 1
4 Операции и средства поверки 2
5 Условия поверки и подготовка к ней 2
6 Требования безопасности 3
7 Внешний осмотр 3
8 Проверка электрической прочности изоляции 3
9 Проверка сопротивления изоляции 3
10 Опробование 3
11 Проверка диапазона и определение погрешности 3
12 Определение разрешения в горизонтальном направлении 5
13 Определение угла поля зрения 5
14 Оформление результатов поверки 6
Приложение А Эскиз тепловой миры с метками 6
Приложение Б Протокол поверки тепловизионного прибора 7
Приложение В Библиография 7

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИБОРЫ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ

Методика поверки

Дата введения 2002—07—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на тепловизионные измерительные приборы общего назначения (далее — тепловизоры) и содержат методику их первичной и периодической поверок.

Периодическую поверку тепловизоров проводят не реже одного раза в год.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.558—93 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

ГОСТ 12.2.007.9—93 (МЭК 519-1—84) Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования

ПР 50.2.006—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

ПР 50.2.012—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аттестации поверителей средств измерений

3 Определения

В настоящих рекомендациях применяют следующие термины с соответствующими определениями:

тепловизионный прибор (тепловизор): Оптико-электронный прибор, предназначенный для измерения температуры и формирования видимых изображений объектов по их тепловому излучению в инфракрасной области спектра с возможностью отображения движения объектов в результате смены близких по содержанию кадров.

эталонный (образцовый) протяженный излучатель: Излучатель в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ), угловые размеры которого более чем в десять раз превышают элементарное поле зрения тепловизионного прибора.

элементарное поле зрения: Пространственный угол, в пределах которого инфракрасное излучение воспринимается одним фоточувствительным элементом фотоприемного устройства.

тепловая мира: Тепловой объект, имеющий хотя бы в одном направлении регулярную пространственную структуру.

угол поля зрения: Пространственный угол, в пределах которого возможно измерение с помощью тепловизионного прибора при фиксированном положении в пространстве всех элементов его оптической системы.

Издание официальное

4 Операции и средства поверки

При поверке тепловизоров используют эталонные средства измерений (средства поверки), указанные в таблице 1.

Таблица 1 — Операции и средства поверки тепловизоров

Наименование операции	Номер раздела настоящих рекомендаций	Средства поверки и их метрологические характеристики	Обязательность проведения операций			
			при выпуске из производства		после ремонта	при периодической поверке
			как типа	единичного экземпляра		
1 Внешний осмотр	7	—	Да	Да	Да	Да
2 Проверка электрической прочности изоляции	8	Пробойная установка УПУ-1М. Напряжение 500 В, частота 50 Гц, мощность 0,25 кВ·А	Да	Да	Да	Нет
3 Проверка сопротивления изоляции	9	Мегомметр М1101М. Класс 2,5	Да	Да	Да	Нет
4 Опробование	10	—	Да	Да	Да	Да
5 Проверка диапазона и определение погрешности	11	Эталонный (образцовый) протяженный излучатель для диапазона температур от минус 50 до плюс 80 °С. Доверительная погрешность излучателя 0,6 °С при доверительной вероятности 0,95. Для диапазона от 0 до 2500 °С доверительная погрешность излучателя 0,5 °С при температуре 0 °С и 7,5 °С при температуре 2500 °С при доверительной вероятности 0,95. Излучательная способность не менее 0,95. По ГОСТ 8.558	Да	Да	Да	Да
6 Определение разрешения в горизонтальном направлении	12	Тепловая мира с переменной щелью. Диапазон изменения размера щели от 0 до 50 мм, шаг 0,1 мм. Высота щели 140 мм	Да	Да	Да	Нет
7 Определение угла поля зрения	13	Тепловая мира с метками. Эскиз миры — по приложению А. Измерительная линейка длиной 500 мм с ценой деления 1 мм	Да	Да	Да	Нет

Примечание — Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие требуемую точность измерений.

5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха (65±15) %;
- атмосферное давление (101,325±3,000) кПа;
- напряжение питающей сети (220±4,4) В;
- частота питания переменного тока (50±0,5) Гц, —

если в технических условиях (далее — ТУ) на тепловизор не указаны другие условия.

На тепловизор не должны воздействовать:

- удары, вибрации, внешние электромагнитные поля, посторонние источники излучений, влияющие на показания средств измерений;
- пары кислот, щелочей, а также газы, вызывающие коррозию.

5.2 Все указанные в таблице 1 средства измерений (средства поверки) должны иметь свидетельства о поверке.

5.3 Средства измерений (средства поверки) должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационными документами (далее — ЭД).

6 Требования безопасности

6.1 К поверке допускают операторов, имеющих квалификацию госповерителя в области пирометрии и радиометрии инфракрасного излучения и аттестованных в соответствии с ПР 50.2.012.

6.2 При поверке соблюдают требования безопасности, указанные в ТУ на тепловизор, а также в ГОСТ 12.2.007.9 и [1].

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности и маркировки тепловизора ЭД на него;
- соответствие тепловизора требованиям безопасности, изложенным в ТУ на тепловизор;
- отсутствие внешних повреждений комплекта поверяемого тепловизора, влияющих на его метрологические характеристики.

7.2 Тепловизор, не отвечающий требованиям 7.1, поверке не подлежит.

8 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводят на пробойной установке УПУ-1М, которую подключают к закороченным клеммам питания и корпусу тепловизора. Изоляцию выдерживают под испытательным напряжением в течение 1 мин, после чего плавно снижают значение напряжения до нуля. Результаты испытаний считают удовлетворительными, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

9 Проверка сопротивления изоляции

Проверку сопротивления изоляции проводят мегомметром М1101М путем подключения его к закороченным клеммам питания и корпусу тепловизора. Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

10 Опробование

10.1 Тепловизор включают в сеть и проверяют его работоспособность в соответствии с ЭД.

10.2 Тепловизор, у которого при опробовании в соответствии с ЭД обнаружена неисправность, поверке не подлежит.

11 Проверка диапазона и определение погрешности

11.1 Тепловизор и эталонный (образцовый) протяженный излучатель подготавливают к работе согласно ЭД указанных приборов. Тепловизор наводят на центр излучающей поверхности излучателя.

11.2 Устанавливают температурный режим излучателя, соответствующий нижней границе диапазона измерений тепловизора.

11.3 Измеряют температуру излучателя с учетом его излучательной способности.

11.4 Аналогичные операции выполняют при температуре излучателя, соответствующей средней точке диапазона измерений тепловизора и верхней границе диапазона.

11.5 Для определения погрешности при каждом температурном режиме излучателя (в нижней, средней и верхней точках диапазона тепловизора) выполняют не менее 10 измерений.

11.6 За погрешность тепловизора принимают границы суммарной погрешности Δ, выраженной в градусах Цельсия, оцениваемой для каждого температурного режима излучателя следующим образом.

11.6.1 По полученным результатам измерений для каждого температурного режима рассчитывают среднее арифметическое значение температуры $\overline{T}$, °С, по формуле

$$\overline{T} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n}, \qquad (1)$$

где T_i — i-й результат измерений температуры, °С;

n — число измерений.

11.6.2 Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результатов измерений S, °С, вычисляют по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (T_i - \overline{T})^2}{n(n-1)}}. \qquad (2)$$

11.6.3 Доверительные границы случайной погрешности ε, °С, оценивают по формуле

$$\varepsilon = t S, \qquad (3)$$

где t — коэффициент Стьюдента (при $n = 10$ и доверительной вероятности 0,95 $t = 2{,}262$).

11.6.4 Разность полученного в соответствии с 11.6.1 среднего арифметического значения температуры $\overline{T}$ и значения температуры эталонного (образцового) протяженного излучателя $T_{э(о)}$, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta T = \overline{T} - T_{э(о)}. \qquad (4)$$

11.6.5 Границу неисключенной систематической погрешности тепловизора Θ, °С, оценивают по формуле

$$\Theta = k \sqrt{\Delta T^2 + \Delta^2_{э(о)}}, \qquad (5)$$

где k — коэффициент, зависящий от выбранной доверительной вероятности; при доверительной вероятности 0,95 $k = 1{,}1$;

$\Delta_{э(о)}$ — граница погрешности эталонного (образцового) излучателя.

11.6.6 Границу суммарной погрешности тепловизора Δ для каждого температурного режима вычисляют по формуле

$$\Delta = K \sqrt{S^2 + 1/3 (\Delta T^2 + \Delta^2_{э(о)})}, \qquad (6)$$

где K — коэффициент, отн. ед., вычисляют по формуле

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta}{S + \sqrt{1/3 (\Delta T^2 + \Delta^2_{э(о)})}}. \qquad (7)$$

11.7 Граница суммарной погрешности Δ, определенная при каждом температурном режиме, не должна превышать предела допустимой погрешности, указанной в ТУ на тепловизор.

12 Определение разрешения в горизонтальном направлении

12.1 Перед тепловизором на расстоянии R = 1 м от входного окна устанавливают тепловую миру с переменной щелью в вертикальном положении. За ней, вплотную, располагают эталонный (образцовый) протяженный излучатель. Тепловизор подготавливают к работе в соответствии с ЭД, устанавливают режим работы, соответствующий максимальной чувствительности, и наводят на центр щели.

12.2 Устанавливают температурный режим эталонного (образцового) протяженного излучателя, превышающий температуру окружающей среды на 10—12 °С.

12.3 Устанавливают максимальную ширину щели и измеряют температуру с помощью тепловизора.

12.4 Уменьшают ширину щели до тех пор, пока показания тепловизора не уменьшатся в два раза. Фиксируют ширину щели a_0, выраженную в миллиметрах. Угловой размер щели α_0, рад, определяют по формуле

$$\alpha_0 = 2\text{arctg}\frac{a_0}{2(R+r)}, \tag{8}$$

где R — расстояние от входного окна тепловизора до миры, мм;

r — расстояние от входного окна тепловизора до входного зрачка оптической системы, мм.

12.5 Разрешение в горизонтальном направлении, равное угловому размеру щели α_0, должно соответствовать указанному в ТУ на тепловизор.

13 Определение угла поля зрения

13.1 Перед тепловизором на расстоянии R = 1 м от входного окна устанавливают тепловую миру с метками. За ней, вплотную, располагают эталонный (образцовый) протяженный излучатель. Тепловизор подготавливают к работе в соответствии с ЭД, устанавливают режим работы, соответствующий максимальной чувствительности, и наводят на центр миры.

13.2 Устанавливают температурный режим эталонного (образцового) протяженного излучателя, превышающий температуру окружающей среды на 10—12 °С.

13.3 На изображении тепловой миры отмечают крайние метки, регистрируемые по вертикали и горизонтали.

13.4 Измеряют расстояние между крайними метками миры по горизонтали (A) и вертикали (B).

13.5 Угол поля зрения в горизонтальном φ_x и в вертикальном направлении φ_y, рад, определяют соответственно по формулам:

$$\varphi_x = 2\text{arctg}\frac{A}{2(R+r)}, \tag{9}$$

$$\varphi_y = 2\text{arctg}\frac{B}{2(R+r)}, \tag{10}$$

где φ_x, φ_y — углы поля зрения в горизонтальном и вертикальном направлениях, рад, соответственно;

A и B — линейные размеры поля зрения по горизонтали и вертикали, соответственно, мм;

R — расстояние от входного окна тепловизора до миры, мм;

r — расстояние от входного окна тепловизора до входного зрачка оптической системы, мм.

13.6 Углы поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать указанным в ТУ на тепловизор. В противном случае на тепловизор выдают извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

14 Оформление результатов поверки

14.1 Результаты поверки вносят в протокол по форме в соответствии с приложением Б.
14.2 При положительных результатах поверки выдают свидетельство о поверке.
14.3 В свидетельстве о поверке указывают следующие данные:
- диапазон измерения температур;
- погрешность измерения температур;
- разрешение в горизонтальном направлении;
- угол поля зрения в горизонтальном и вертикальном направлениях.

14.4 При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности тепловизора в соответствии с требованиями ПР 50.2.006 с указанием причин непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Эскиз тепловой миры с метками

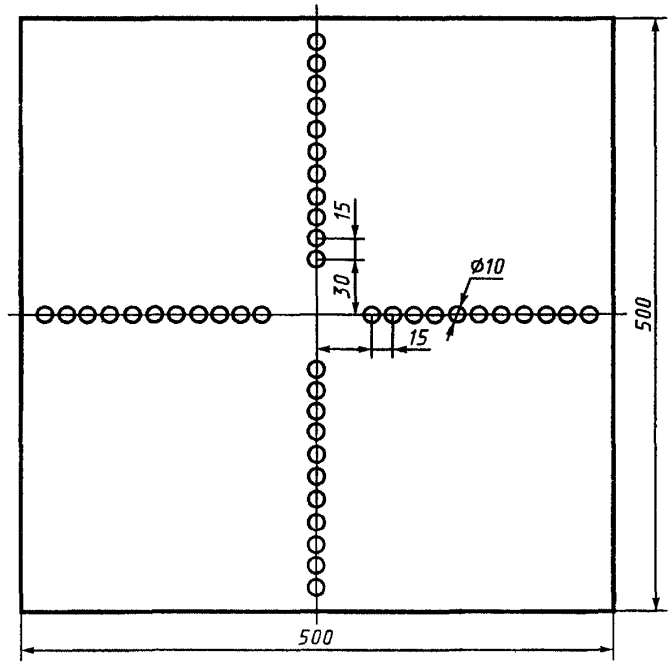


Рисунок А.1

Материал — медь, толщина 1 мм.
Одна сторона полированная, другая подлежит чернению.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки тепловизионного прибора

Заводской номер тепловизора _____

Измерения проведены в период с _____ по _____

Перечень использованных средств измерений

Условия поверки

Результаты поверки:

Диапазон измерения температур, °С от _____ до _____

Погрешность измерения температур, °С _____

Разрешение в горизонтальном направлении, рад _____ _____

Угол поля зрения в горизонтальном и вертикальном направлениях, рад _____ _____

Выводы: соответствие полученных результатов паспортным данным тепловизора или ТУ на него; возможность выдачи свидетельства о поверке тепловизора.

Поверитель (должность, фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Библиография

[1] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. — Днепропетровск: Изд-во Промінь, 1972

УДК 536.5.089.535.211 ОКС 17.200.20 Т88.6 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: поверка, погрешность, тепловизор, эталон, температура, тепловая мира, эталонный протяженный излучатель

Р 50.2.012—2001

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИБОРЫ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ

Методика поверки

БЗ 1—2001/31

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *О.В. Арсеевой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 18.12.2001. Подписано в печать 28.12.2001. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд.л. 0,80.
Тираж 421 экз. Зак. 6. Изд. № 2823/4. С 3259.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 103062, Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru