



Р 50.2.012-2001

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

ПРИБОРЫ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ГОССТАНДАРТ РОССИИ

Москва

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

СОДЕРЖАНИЕ

[1 Область применения](#)

[2 Нормативные ссылки](#)

[3 Определения](#)



[4 Операции и средства поверки](#)

[5 Условия поверки и подготовка к ней](#)

[6 Требования безопасности](#)

[7 Внешний осмотр](#)

[8 Проверка электрической прочности изоляции](#)

[9 Проверка сопротивления изоляции](#)

[10 Опробование](#)

[11 Проверка диапазона и определение погрешности](#)

[12 Определение разрешения в горизонтальном направлении](#)

[13 Определение угла поля зрения](#)

[14 Оформление результатов поверки](#)

[Приложение А Эскиз тепловой миры с метками](#)

[Приложение Б Протокол поверки тепловизионного прибора](#)

[Приложение В Библиография](#)

Р 50.2.012-2001

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.

4 Операции и средства проверки

При проверке тепловизоров используют эталонные средства измерений (средства проверки), указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции и средства проверки тепловизоров

Наименование операции	Номер раздела настоящих рекомендаций	Средства проверки и их метрологические характеристики	Обязательность проведения о			
			при выпуске из производства		после ремонта	период
			как типа	единичного экземпляра		
1 Внешний осмотр	7	-	Да	Да	Да	
2 Проверка электрической	8	Пробойная установка УПУ-1М.	Да	Да	Да	



Наименование операции	Номер раздела настоящих рекомендаций	Средства поверки и их метрологические характеристики	Обязательность проведения о			
			при выпуске из производства		после ремонта	период
			как типа	единичного экземпляра		
прочности изоляции		Напряжение 500 В, частота 50 Гц, мощность 0,25 кВ·А				
3 Проверка сопротивления изоляции	9	Мегомметр М1101М. Класс 2,5	Да	Да	Да	
4 Опробование	10	-	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	Да	Да	Да	



Наименование операции	Номер раздела настоящих рекомендаций	Средства поверки и их метрологические характеристики	Обязательность проведения о			
			при выпуске из производства		после ремонта	период
			как типа	единичного экземпляра		
		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				
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	
7 Определение угла поля зрения	13	Тепловая мира с метками. Эскиз миры - по приложению А.	Да	Да	Да	



Наименование операции	Номер раздела настоящих рекомендаций	Средства поверки и их метрологические характеристики	Обязательность проведения о			
			при выпуске из производства		после ремонта	периодичность
			как типа	единичного экземпляра		
		Измерительная линейка длиной 500 мм с ценой деления 1 мм				

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 $(101,325 \pm 3,000)$ кПа;
- напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4)$ В;
- частота питания переменного тока $(50 \pm 0,5)$ 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 готовят 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

\bar{T} , °С, по формуле

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

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

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

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



$$\varepsilon = tS, \quad (3)$$

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 \bar{T} и значения температуры эталонного (образцового) протяженного излучателя $T_{\Delta(0)}$, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta T = \bar{T} - T_{\Delta(0)}. \quad (4)$$

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

$$\Theta = k \sqrt{\Delta T^2 + \Delta_{\Delta(0)}^2}, \quad (5)$$

где k - коэффициент, зависящий от выбранной доверительной вероятности; при доверительной вероятности 0,95 $k = 1,1$; $\Delta_{\Delta(0)}$ - граница погрешности эталонного (образцового) излучателя.

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

$$\Delta = K \sqrt{S^2 + \frac{1}{3}(\Delta T^2 + \Delta_{\Delta(0)}^2)}, \quad (6)$$



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

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta}{S + \sqrt{\frac{1}{3}(\Delta T^2 + \Delta_{\alpha(0)}^2)}} \quad (7)$$

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 мишу 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



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

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:

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



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

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

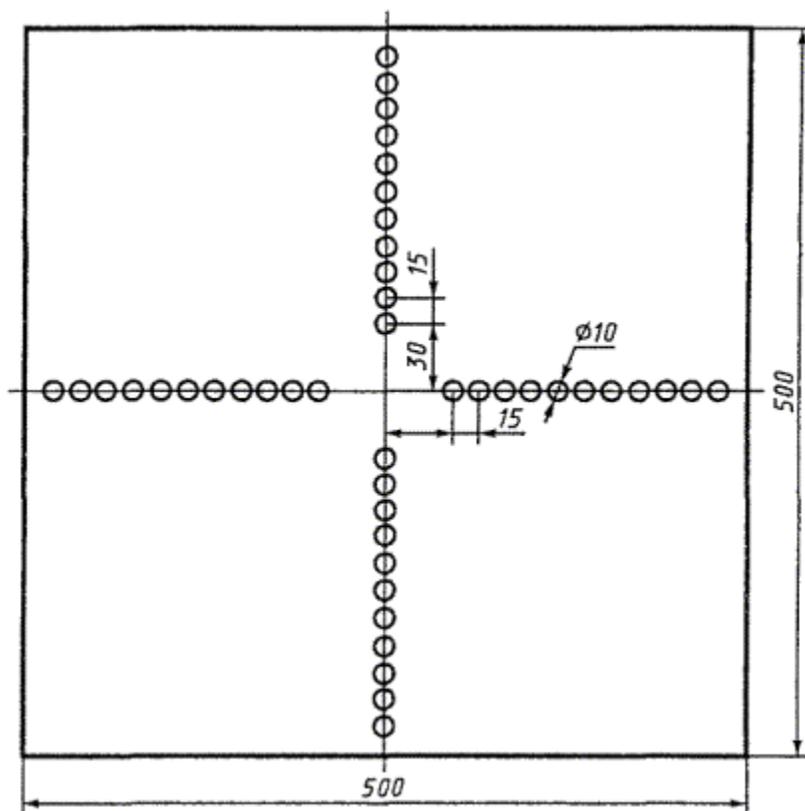


Рисунок А. 1

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



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

