ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»

_____ Н.В. Иванникова

«17» ____06____ 2020 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Тепловизоры инфракрасные компактные RGK модели TL-60

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-028-2020

г. Москва
2020 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на тепловизоры инфракрасные компактные RGK модели TL-60 (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

Метрологические характеристики тепловизоров приведены в приложении 1.

2 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)	6.2	Да	Да
3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	6.3	Да	Нет
4 Проверка диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры	6.4	Да	Да
5 Определение порога температурной чувствительности	6.5	Да	Нет

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки (или регистрационный №)
6.3	Рабочий эталон 2-го разряда в диапазоне воспроизводимых температур от плюс 30 до плюс 95 °С по ГОСТ 8.558-2009, Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100 (Регистрационный № 52489-13); Тепловой тест-объект с переменной щелью с излучательной способностью не менее 0,96; Тепловой тест-объект с метками с излучательной способностью не менее 0,96; Измерительная линейка с диапазоном измерений 500 мм и ценой деления 1 мм; Поворотный столик с точностью задания угла 1°.
6.4	Рабочий эталон 2-го разряда в диапазоне воспроизводимых температур в диапазоне воспроизводимых температур от минус 20 до плюс 400 °С по ГОСТ 8.558-2009, Источники излучения в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ);
6.5	Рабочий эталон 2-го разряда в диапазоне воспроизводимых температур от плюс 30 до плюс 95 °С по ГОСТ 8.558-2009, Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100 (Регистрационный № 52489-13);
Примечание – Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.	

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

– требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ (2014));

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;

– указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации тепловизоров.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации тепловизоров и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Условия поверки и подготовка к ней

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С	от + 15 до + 25;
– относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80;
– атмосферное давление, кПа	от 86 до 106,7.

6 Проведение поверки

6.1 ***Внешний осмотр***

При внешнем осмотре проверяется:

- наличие заводского номера;
- соответствие внешнего вида, комплектности тепловизора описанию типа, технической и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность тепловизора.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

6.2 ***Опробование***

6.2.1 Проверка версии программного обеспечения

Включить тепловизор. В разделе подменю «Информация» в строчке «Версия ПО» должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения.

Значащей частью в идентификационном номере являются все цифры. Если значащая часть идентификационного номера не совпадает с данными, указанными в таблице 3, дальнейшую поверку не проводят.

Таблица 3 - Идентификационные данные встроенной части ПО тепловизоров TL-60

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.1
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

6.2.2 Проверка работы тепловизора в различных режимах

Тепловизор и эталонный излучатель – протяженное черное тело (далее – ПЧТ) подготавливают к работе согласно РЭ на них. Тепловизор наводят на излучающую поверхность излучателя.

Проверяют работу тепловизора во всех режимах, предусмотренных РЭ.

Если хотя бы на одном из режимов работы тепловизора не выполняются функции, указанные в РЭ, поверку не проводят.

6.3 ***Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали***

6.3.1 *Выбор рабочего расстояния*

Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы.

В тепловом тест-объекте устанавливают максимальную ширину щели и измеряют максимальную температуру щели в термограмме.

В качестве рабочего расстояния (R) выбирают максимальное расстояние между объективом тепловизора и тепловым тест-объектом с переменной щелью, которое обеспечивает максимальное значение температуры щели в термограмме, при полном раскрытии щели.

6.3.2 *Определение угла поля зрения (вариант 1)*

Тепловизор устанавливают на поворотном столике, обеспечивающем возможность поворота и регистрации угла поворота столика относительно неподвижного основания в двух плоскостях, так, чтобы ось вращения совпадала с вертикальной плоскостью, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 6.3.1.

На видоискателе (экране дисплея) тепловизора наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивая тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совмещают вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика ϑ_{x1} и ϑ_{x2}, град.

Изображение центра теплового тест-объекта возвращают в центральную область термограммы. Поворачивая тепловизор в вертикальной плоскости, совмещают горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика ϑ_{y1} и ϑ_{y2}, град.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = \left|\vartheta_{x1} - \vartheta_{x2}\right|, \text{ градус} \qquad (1)$$

$$\varphi_y = \left|\vartheta_{y1} - \vartheta_{y2}\right|, \text{ градус} \qquad (2)$$

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать указанным в таблице 1.

6.3.3 *Определение угла поля зрения (вариант 2)*

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью

термограммы. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 6.3.1.

На полученной термограмме отмечают крайние метки, регистрируемые по вертикали или по горизонтали. Измеряют расстояние между крайними метками теплового тест-объекта (мм) и расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме в элементах разложения термограммы (эл.).

Мгновенный угол поля зрения γ рассчитывают по формуле:

$$\gamma = \frac{2}{a} arctg \frac{A}{2R}, \text{ рад.} \qquad (3)$$

где A – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта, мм;

a – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме, эл.;

R – расстояние, определенное в пункте 6.3.1, мм.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \qquad (4)$$

$$\varphi_y = \gamma \cdot Y \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \qquad (5)$$

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать указанным в таблице 1.

6.4 ***Проверка диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры***

Измерения проводятся на расстоянии между источником излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ) и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертурой излучателя не менее 20 % угла поля зрения тепловизора. Излучающую поверхность эталонного излучателя совмещают с центральной областью термограммы.

Определение погрешности тепловизора проводят не менее чем в пяти точках диапазона рабочих температур тепловизора (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измеряют радиационную температуру излучателя. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя по термограмме $t^t_{ср}$ (°C) с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 10 до плюс 100 °C включительно рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t^t_{cp} - t_{cp}, \text{ °C} \qquad (6)$$

где $t^t_{ср}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °C;

$t_{ср}$ – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °C.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне измерений температуры свыше плюс 100 °C рассчитать по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \qquad (7)$$

где $t^t_{ср}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры

излучателя на термограмме, °С;

$t_{ср}$ – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (6) или (7), не превышает значений, приведенных в Приложении 1 (в зависимости от диапазона).

6.5 ***Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)***

ПЧТ и тепловизор подготавливают к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру ПЧТ равной 30 °С. Измерения проводятся на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении.

Проводят не менее 100 измерений. Порог температурной чувствительности рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{пор} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(t_i - \overline{t}\right)^2}{n}}, \ °C \qquad (8)$$

где t_i – i-ое измеренное значение температуры, °С;

$\overline{t}$ – среднее значение температур, °С;

n – количество измерений.

Значение $\Delta t_{пор}$ не должно превышать указанного в таблице 1.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

7.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

7.3 Не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений температуры.

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС» А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС» М.В. Константинов

Приложение 1

Метрологические характеристики тепловизоров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -10 до +400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С - в диапазоне от -10 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до 100 °С включ .	 ±3,0 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С	≤0,015
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали	51°×38°
Минимальное фокусное расстояние, м	0,23
Пространственное разрешение, мрад	11,1
Количество пикселей матрицы детектора, пиксели×пиксели	80×60
Коэффициент излучения	от 0,01 до 1,00
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда) дисплея тепловизора, °С	0,1