

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов
«08» апреля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры АТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-830-2025

г.Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на тепловизоры АТ (далее по тексту – тепловизоры), используемые в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Тепловизоры обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2712 от 19.11.2024 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температур, °С	от -20 до +550
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2
Углы поля зрения, градус по горизонтали×градус по вертикали, для модификаций: - АТ31 (в зависимости от объектива) - АТ61Р (в зависимости от объектива) - АТ1280	47° x 35,6° / 29,6° x 22° / 25,4° x 18,8° / 19,6° x 14,7° 62° x 50,9° / 49,3° x 39,4° / 39,6° x 31,7° / 34,2° x 27,4° / 26,5° x 21,3° 44°×35,8°
Примечание – Конкретный диапазон измерений указан в паспорте на изделие	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень операций поверки.

Наименование операции	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали	Да	Нет	10
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25
- относительная влажность окружающей среды, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

4 Требования к специалистам

4.1 К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый тепловизор и средства измерений, участвующие при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ\text{C}$	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д, рег. № 71394-18
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2\%$	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3\text{ кПа}$	
п. 10 Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали	Средство воспроизведения и поддержания температуры в диапазоне значений от плюс 30 °С до плюс 120 °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,2^\circ\text{C}$	Излучатель протяжённое черное тело ОИ ПЧТ «Атлас», рег. № 71363-18
	Средство измерений длины в диапазоне значений от 1 до 3 см с допускаемым отклонением $\pm 0,08\text{ мм}$	Линейка контрольная рабочая КЛ, рег. № 1514-61
п. 11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам 1 разряд по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденная приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г. (часть 3) в диапазоне значений минус 20 °С до плюс 50°С	Излучатель АЧТ -50/120, мод. АЧТ 60/-50/50, рег. № 61461-15

Окончание таблицы 3

1	2	3
п. 11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам 2 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденная приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г. (часть 3) в диапазоне значений от ($t_{окр. ср.}+5$) до +450 °С	Источник излучения в виде моделей черного тела М310НТ, рег. № 56559-14
	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам 1 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденная приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г. (часть 3) в диапазоне значений от плюс 450 до плюс 550 °С	Источник излучения в виде моделей черного тела М330, рег. № 56559-14
п.10 Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали; п.11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Тепловой тест-объект с метками с излучательной способностью не менее 0,96	
	Тепловой тест-объект с переменной щелью с излучательной способностью не менее 0,96	
	Поворотный столик	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый тепловизор и средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверить:

7.1.1 Соответствие внешнего вида по описанию и изображению, приведенному в описании типа;

7.1.2 Соответствие комплектности тепловизора, представленной в описании типа на тепловизоры;

7.1.3 Отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующих проведению поверки;

7.1.4 Соответствие маркировки тепловизора эксплуатационной документации.

7.2 Результаты считают положительными, если выполняются все подпункты п. 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений, необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

8.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.2.1 Тепловизор включить в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2.2 Проверить функционирование жидкокристаллического дисплея и кнопок управления тепловизора в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.3 Результаты опробования считаются положительными, если тепловизор включается, органы управления откликаются при воздействии на них, все режимы тепловизора исправны.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводить в следующей последовательности:

- 1) включить поверяемый тепловизор в соответствии с эксплуатационной документацией;
- 2) в меню тепловизора согласно эксплуатационной документации подтвердить соответствие номера версии (идентификационного номера ПО), отображаемого тепловизором, с номером, указанным в описании типа.

9.2 Тепловизор допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

10.1 Выбор рабочего расстояния

10.1.1 Температурный режим излучателя протяжённого черного тела ОИ ПЧТ «Атлас» (далее – ПЧТ) установить выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед ПЧТ, на расстоянии от 1 до 3 см, расположить тепловой тест-объект с переменной щелью.

10.1.2 В тепловом тест-объекте установить максимальную ширину щели и измерить максимальную температуру щели в термограмме тепловизора.

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

10.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

10.2.1 Тепловизор установить 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, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

10.2.2 Температурный режим ПЧТ установить выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед ПЧТ, на расстоянии от 1 до 3 см, расположить тепловой тест-объект с метками.

10.2.3 На видеоискателе (дисплей тепловизора) наблюдать тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивая тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совместить вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и зарегистрировать соответствующие углы столика (ϑ_{x1} и ϑ_{x2}), град.

10.2.4 Изображение центра теплового тест-объекта вернуть в центральную область термограммы. Поворачивая тепловизор в вертикальной плоскости, совместить горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и зарегистрировать соответствующие углы на шкале столика (ϑ_{y1} и ϑ_{y2}).

10.2.5 Углы поля зрения по горизонтали φ_x , и по вертикали φ_y , рассчитать соответственно по формулам:

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

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

где ϑ_{y1} и ϑ_{y2} - углы на шкале столика, градус.

10.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

10.3.1 Температурный режим ПЧТ установить выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см расположить тепловой тест-объект с метками.

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

10.3.3 Рассчитать мгновенный уровень, по формуле:

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

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

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

R – расстояние, определенное в пункте 10.1.

10.3.4 Углы поля зрения по горизонтали φ_x , и по вертикали φ_y , рассчитать соответственно по формулам:

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

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

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

11.1.1 Погрешность измерений температуры определить при помощи источников излучения в виде модели черного тела АЧТ 60/-50/50, М310-НТ, М330 (далее – излучатель).

11.1.2 Измерения проводить на расстоянии между АЧТ 60/-50/50 и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертурой излучения не менее 20 % угла поля зрения тепловизора. Излучающую поверхность АЧТ 60/-50/50 совместить с центральной областью термограммы.

11.1.3 Определение абсолютной погрешности тепловизора проводить не менее чем в пяти точках диапазона рабочих температур тепловизора (в значениях 0-5 %; 20-30 %; 45-55 %; 70-80; 95-100 %). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измерить температуру излучателя. Определить среднее значение температуры эталонного излучателя по термограмме $t_{\text{ср изм}}$ (°С) с учетом его излучательной способности и температуры фона.

11.1.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры в диапазоне измерений от минус 20 до плюс 100 °С по формуле:

$$\Delta t = t_{\text{ср изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (6)$$

где

$t_{\text{ср изм}}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °С;

$t_{\text{эт}}$ – значение температуры эталонного излучателя, °С.

Примечание:

За начало стабилизации принимать момент появления колебаний температуры вместо непрерывного нарастания или снижения температуры.

11.1.5 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанная по формуле (6) абсолютная погрешность измерений температуры не превышает значений, представленных в таблице 1.

11.1.6 Рассчитать относительную погрешность измерений температуры в диапазоне измерений свыше плюс 100 °С по формуле:

$$\delta = \frac{t_{\text{ср изм}} - t_{\text{эт}}}{t_{\text{эт}}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $t_{\text{ср изм}}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °С;

$t_{\text{эт}}$ – значение температуры эталонного излучателя, °С.

11.1.7 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанная по формуле (7) относительная погрешность измерений температуры не превышает значений, представленных в таблице 1.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки тепловизоров в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 Тепловизоры, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Н.М. Юстус