

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

02 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры Seviral

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-714-2025

Москва
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на тепловизоры Seviral (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 Приложении А к настоящей методике поверки.

1.2. При определении метрологических характеристик тепловизоров в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712 (часть 3), подтверждающей прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020.

1.3 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	п. 7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	п. 8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	п. 9
Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали	Да	Нет	п. 10
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	п. 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, участвующих при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±1 °C</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 95 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±5 %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±5 кПа</p>	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (рег. № 71394-18)
п.11 Определение метрологических характеристик	<p>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 19.11.24 г. (часть 3) в диапазоне значений от -20 до +50 °C;</p> <p>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 19.11.24 г. (часть 3) в диапазоне значений от ($t_{окр. сп.} + 5$) до +450 °C</p> <p>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 19.11.24 г. (часть 3) в диапазоне значений от +450 до +600 °C;</p> <p>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 19.11.24 г. (часть 3) в диапазоне значений от +600 до +2000 °C</p>	<p>Излучатель АЧТ -50/120, мод. АЧТ 60/-50/50 (рег. № 61461-15)</p> <p>Источник излучения в виде моделей черного тела М310 (рег. № 56559-14)</p> <p>Источник излучения в виде моделей черного тела М330 (рег. № 56559-14)</p> <p>Эталон единицы температуры 2 разряда 3.7.А3Т.0004.2023</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9 Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали	Средство воспроизведения и поддержания температуры в диапазоне значений от +30 °C до +120 °C	Излучатель протяжённое черное тело ОИ ПЧТ «Атлас» (рег. № 71363-18)
	Средство измерений длины в диапазоне значений от 1 до 3 см	Линейка контрольная с отсчетными лупами КЛ-1000 (рег. № 1514-61)
п.9 Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали п.10 Определение метрологических характеристик	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 поверке тепловизоров выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие тепловизора следующим требованиям:

- комплектность тепловизора соответствует комплектности, представленной в описании типа на тепловизоры;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;
- информация на шильдике тепловизора соответствует требованиям эксплуатационной документации;

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Тепловизор включить в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2 При помощи органов управления в меню устанавливают значение чувствительности 0,99, и не менять в период проведения поверки.

8.3 Результаты опробования считают положительными, если тепловизор включается, органы управления откликаются на воздействие на них, а все режимы тепловизора исправны.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом при включенном приборе. Проверить состав ПО.

9.2 После запуска приложения выбрать вкладку «О программе» и считать с экрана идентификационное название и версию ПО.

9.3 Проверка идентификационных данных ПО считается выполненной успешной, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям из таблицы 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.X.XXX
*- где «х» принимает значения от 0 до 9, и не относится к метрологическому значению ПО.	

9.4 Идентификационные данные ПО должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 3, в противном случае – тепловизор бракуется.

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) устанавливают выше температуры окружающей среды ~10 °C. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

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

10.1.3 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.

10.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

10.2.1 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, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

10.2.2 Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на ~10 °C. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с метками.

10.2.3 На видеокамере (дисплей 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 столика (ϑ_{x1} и ϑ_{x2}), град.

10.2.4 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.

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

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

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

10.2.6 Результаты поверки заносят в протокол

10.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

10.3.1 Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на $\sim 10^{\circ}\text{C}$. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с метками.

10.3.2 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.).

10.3.3 Рассчитывают мгновенный уровень, по формуле:

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

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

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

R – расстояние, определенное в пункте 9.1.

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

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

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

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

10.3.5 Результаты поверки заносят в протокол.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений радиационной температуры

11.1.1 Погрешность измерений радиационной температуры определяют при помощи источников излучения в виде модели черного тела АЧТ 60/-50/50, FASTCal 3000, M310-НТ, M330 (далее – излучатель).

11.1.2 Измерения проводят на расстоянии между АЧТ и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертуры излучения не менее 20 % угла поля зрения тепловизора. Излучающую поверхность АЧТ совмещают с центральной областью термограммы.

11.1.3 Определение абсолютной погрешности тепловизора проводят 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 измеряют радиационную температуру излучателя. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя по термограмме $t_{\text{ср изм}}$ ($^{\circ}\text{C}$) с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

11.1.4 Рассчитывают абсолютную погрешность измерений температуры в диапазоне измерений от минус 40 до плюс 100°C по формуле:

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

где: $t_{\text{ср изм}}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, $^{\circ}\text{C}$;

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

Примечание:

За начало стабилизации принимают 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 Приложении А.

11.1.6 Рассчитывают относительную погрешность измерений температуры в диапазоне измерений выше плюс 100 °C по формуле:

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

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

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

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

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

11.2.1 Устанавливают температуру излучателя 30 или иную, соответствующую технической документации для данной характеристики. Измерения проводят на расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поворота зеркала тепловизора.

11.2.2 Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении. Записывают в запоминающее устройство тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

11.2.3 Определяют разность температур Δt_{ij} , для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемому к тепловизору, или рассчитывают по формуле

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \quad (8)$$

где: $t_{ij}^{(1)}$ – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i; j), °C;

$t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i; j), °C

11.2.4 Матрицу разностей температур Δt_{ij} представляем в виде числового ряда Δt_i . Порог температурной чувствительности $\Delta t_{\text{пор}}$, °C, в этом случае рассчитывают по формуле

$$\Delta t_{\text{пор}} = 0,707 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - t_{\text{ср}})^2}{n}}, \quad (9)$$

где: Δt_i – разность температур i-го элемента разложения термограмм, °C;

X – средняя разность температур, °C;

n – количество элементов разложения в термограмме.

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.

Разработчик

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Г.С. Володарская

Приложение А

Таблица А.1 – Метрологические характеристики тепловизоров Seviral

Наименование характеристики	Значение		
Модификация	Seviral: A10, A20, A30	Seviral: H300, H600, AT300, AT300-B, AT600, AT600-B, T380, T640, T1020	Seviral GS300-CH
Диапазоны измерений температуры (*), °C	от -20 до +150 от 0 до +410 от 0 до +650**	от -20 до +150 от 0 до +410 от +300 до +1600 от +300 до +2000**	от -40 до +60 от -20 до +60** от 0 до +410 от +300 до +2000**
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -40 °C до +100 °C включ., °C	±2,0	±2,0	±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C до +2000 °C, %	±2,0	±2,0	±2,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C	≤0,05	≤0,04	≤0,012
Углы поля зрения, градус по горизонтали×градус по вертикали (для модификаций Seviral): - A10, A20, A30 - H300 - H600 - AT300, AT300-B, AT600, AT600-B, T380, T640, T1020 - GS300-CH		56,0°×42,2° 24°×18° 24°×18° 24,6°×18,5° (объектив 24°) 48,5°×35,5° (объектив 48°) 12,3°×8,5° (объектив 12°) 6,5°×5,5° (объектив 6°) 15°×11°	
Спектральный диапазон, мкм	от 7,5 до 14		от 3,2 до 3,4
Пространственное разрешение, мрад (для модификаций Seviral): - A10, A20, A30 - H300 - H600 - AT300, AT300-B, T380: - объектив 24° - объектив 48° - объектив 12° - объектив 6° - AT600, AT600-B: - объектив 24° - объектив 48° - объектив 12° - объектив 6°	1,6 1,31 0,67 1,31 2,26 0,68 0,34 0,67 1,39 0,33 0,17		

Продолжение таблицы А.1

Наименование характеристики	Значение
- T640	
- объектив 24°	0,68
- объектив 48°	1,31
- объектив 12°	0,34
- объектив 6°	0,17
- T1020	
- объектив 24°	0,92
- объектив 48°	1,48
- объектив 12°	0,24
- объектив 6°	0,12
- GS300-CH	0,82
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00
Примечания:	
* – переключается вручную или автоматически	
** – optionalno	