ВНИИМС

Федеральное государственное
бюджетное учреждение
**«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»**

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46
Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru
Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

**СОГЛАСОВАНО**

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»
_____ А.Е. Коломин
«27» 11 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

# Тепловизоры инфракрасные портативные CEM T

# МП 207-064-2023

## МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2023 г.

**Общие положения**

Настоящая методика распространяется на тепловизоры инфракрасные портативные СЕМ Т (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Поверка приборов проводится методом непосредственного сличения с излучателями в виде модели абсолютно черного тела.

Прослеживаемость поверяемых тепловизоров к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям приказа Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Метрологические характеристики тепловизоров приведены в Приложении 1.

**1 Перечень операций поверки**

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

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|---|---|---|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1. Внешний осмотр средства измерений | 6 | Да | Да |
| 2. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | 7.1 | Да | Да |
| 3. Опробование средства измерений (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | 7.2 | Да | Да |
| 4. Проверка программного обеспечения средства измерений | 8 | Да | Да |
| 5. Определение метрологических характеристик средства измерений | 9 | Да | Да |
| 5.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали | 9.1 | Да | Нет |
| 5.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры | 9.2 | Да | Да |
| 5.3 Определение порога температурной чувствительности | 9.3 | Да | Нет |
| 6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 | Да | Да |
| 7. Оформление результатов поверки | 11 | Да | Да |

Примечания:

1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;

2) допускается возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при этом делается соответствующая запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

## 2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2

| Операция поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|---|
| п. 7.1 Контроль условий поверки | Средства измерений температуры окружающей среды от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °С;<br>Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 % | Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег.№ 53505-13 |
| | Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа | Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13 |
| п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений | Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизводимых температур от минус 20 °С до плюс 550 °С, соответствующие требованиям к эталонам 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 | Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80 (Регистрационный № 69533-17), Излучатели ОИ АЧТ 50/1500 (Регистрационный № 22249-15), Излучатели – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100 (Регистрационный № 26476-10) и др. |
| Вспомогательные средства | Тепловой тест-объект с переменной щелью, излучательная способность не менее 0,96 | - |
| | Тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96 | - |
| | Измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм | - |
| | Поворотный столик, точность задания угла 1° | - |

Примечания:

1. Все средства измерений (в том числе применяемые в качестве эталона), применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись об аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений), и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

**3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку**

3.1 Поверка тепловизоров должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с тепловизорами.

**4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);

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

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

**5 Требования к условиям проведения поверки**

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 Внешний осмотр средства измерений**

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки тепловизора эксплуатационной документации на него;
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого тепловизора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Тепловизор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

**7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.1 Контроль условий поверки

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

7.2 Опробование средства измерений и 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. Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С.

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.

**8 Проверка программного обеспечения средств измерений**

В меню информации об устройстве тепловизора отображена информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать, указанным в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО тепловизоров инфракрасных портативных СЕМ Т

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|---|
| Идентификационное наименование ПО | firmware |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже V2.94 |
| Цифровой идентификатор программного обеспечения | отсутствует |

**9 Определение метрологических характеристик средства измерений**

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

9.1.1 *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 на дисплее тепловизора.

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.

9.1.2 *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 на дисплее тепловизора. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 9.1.1.

На дисплее 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 $\vartheta_{x1}$ и $\vartheta_{x2}$, 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 $\vartheta_{y1}$ и $\vartheta_{y2}$, град.

9.1.3 *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 9.1.1.

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.).

9.2 *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 на дисплее тепловизора.

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 $t^t_{ср}$ (°С) с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

9.3 *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 в выбранном положении. Проводят не менее 100 измерений.

## 10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

*10.1 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении угла поля зрения по горизонтали и по вертикали*

*10.1.1 Вариант 1*

Углы поля зрения по горизонтали $\varphi_x$ и по вертикали $\varphi_y$ рассчитывают соответственно по формулам:

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

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

Значения углов поля зрения $\varphi_x$ и $\varphi_y$ должны соответствовать значениям, указанным в Приложении 1.

*10.1.2 Вариант 2*

Мгновенный угол поля зрения $\gamma$ рассчитывают 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, эл.;

R – расстояние, определенное в пункте 9.1.1, мм.

Углы поля зрения по горизонтали $\varphi_x$ и по вертикали $\varphi_y$ рассчитывают 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 $\gamma$ – мгновенный угол поля зрения, рад;

$X$ – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

$Y$ – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения $\varphi_x$ и $\varphi_y$ должны соответствовать значениям, указанным в Приложении 1.

*10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при проверке диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры*

10.2.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 20 до плюс 100 °С включительно рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t^{t}_{ср} - t_{ср}, \text{ °C} \quad (6)$$

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

$t_{ср}$ – среднее значение температуры эталонного излучателя, °С.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры $\delta$ в диапазоне измерений температуры свыше плюс 100 °С рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{t^{'}_{ср} - t_{ср}}{t_{ср}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

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

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

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

Допускается возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при этом делается соответствующая запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

В случае поверки тепловизоров на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры погрешность измерений определяется не менее, чем в четырех контрольных точках этого поддиапазона измерений, соответствующих нижнему и верхнему пределам поддиапазона измерений, а также двух промежуточных точек, лежащим внутри этого поддиапазона.

*10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)*

10.3.1 Порог температурной чувствительности рассчитывают по формуле:

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

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 Приложении 1.

**11 Оформление результатов поверки**

11.1 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.

11.2 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.

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

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

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

Приложение 1

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных портативных СЕМ Т моделей Т-32, Т-33, Т-32Pro, Т-33Pro

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Т-32 | Т-33 | Т-32Pro | Т-33Pro |
| Диапазон измерений температуры(*), °С | от -20 до +150<br>от 0 до +550 | | | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С | ±2,0 | | | |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, % | ±2,0 | | | |
| Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С | ≤ 0,05 | | | |
| Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали | 34,0°×23,0° | | 50,0°×37,0° | |
| Примечание:<br>* – переключается вручную или автоматически | | | | |

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных портативных СЕМ Т модели Т-50F

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Диапазон измерений температуры(*), °С | от -20 до +150<br>от 0 до +550 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С | ±2,0 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, % | ±2,0 |
| Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С | ≤ 0,05 |
| Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали | 50,0°×37,0° |
| Примечание:<br>* – переключается вручную или автоматически | |