

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по управлению качеством
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Сатановский
« 06 » 08 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Пирометры инфракрасные СЕМ

МП 207-046-2024

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

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

Поверка пирометров по каналу измерений радиационной температуры проводится методом прямых измерений с излучателями в виде модели абсолютно черного тела и (или) непосредственного сличения с эталонными пирометрами при помощи компаратора.

Поверка пирометров по каналу измерений температуры контактным зондом проводится методом непосредственного сличения с эталонными термометрами в жидкостных термостатах (криостатах).

Поверяемые пирометры должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

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. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да
4.1 Определение погрешности измерения радиационной температуры	8.1	Да	Да
4.2 Определение погрешности измерения температуры контактным зондом	8.2	Да	Да
5. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
6. Оформление результатов поверки	10	Да	Да

Примечание:

- 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;
- 2) п.4.2 выполняется только для модели IR-95;
- 3) допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов, 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 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; 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, пер. 53505-13 и др.
	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, пер. № 53431-13 и др.

<p>п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ, диапазон воспроизводимых температур от -50 до +550 °С, соответствующие требованиям к эталонам 2 разряда (и более) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253.</p> <p>Эталонные пирометры полного и частичного излучения с диапазоном измерений от -50 до +550 °С и соответствующие требованиям к эталонам 1-2 разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022г. № 3253</p> <p>Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда (или выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253</p> <p>Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456</p> <p>Термостаты жидкостные или криостаты, диапазон воспроизводимых температур от минус 40 °С до плюс 70 °С, нестабильность поддержания заданной температуры не более 1/5 допускаемой осн. погрешности</p>	<p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ - 50/120 мод. АЧТ 60/-50/50, АЧТ 70/-40/80, АЧТ 80/-35/80, рег. № 61461-15, излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80, рег. № 69533-17, Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600, рег. № 89564-23,</p> <p>Пирометры TRT пр-ва компании «HEITRONICS Infrarot Messtechnik GmbH», Германия и др.</p> <p>Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10; Термометр лабораторный электронный LTA мод. LTA-K, рег. № 69551-17; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2, рег. № 57690-14 и др.</p> <p>Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ, рег. № 19736-11 и др.</p> <p>Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ, рег. № 39300-08 и др.</p>
--	---	---

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 других 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 пирометров 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 пирометрами.

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 № 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 пирометров.

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

Пирометр, 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 пирометра

Поверяемые пирометры и средства поверки должны быть размещены и подключены в соответствии с требованиями, указанными в руководствах эксплуатации на них.

7.2.1 Включить пирометр и проверить его функционирование в различных режимах работы.

7.2.2 Проверить возможность изменения излучательной способности объекта (только для моделей, в которых предусмотрена данная функция).

Пирометры, не отвечающие требованиям п. 7.2, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 *Определение погрешности измерения радиационной температуры*

Определение погрешности измерения радиационной температуры допускается проводить одним из методов, описанных ниже (п. 8.1.1 или п. 8.1.2).

8.1.1 Определение погрешности измерения радиационной температуры методом прямых измерений с излучателями в виде модели абсолютно черного тела.

8.1.1.1 Определение погрешности проводят не менее, чем в пяти точках диапазона измерений температур поверяемого пирометра (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона измерений температур).

8.1.1.2 Включить АЧТ согласно Руководству по эксплуатации и установить требуемую температуру, соответствующую нижней границе диапазона измерений температуры. Включить пирометр, ввести значение излучательной способности АЧТ. Оптическую ось поверяемого пирометра совместить с центром излучательной поверхности эталонного излучателя и зафиксировать. Расстояние от поверяемого пирометра до эталонного излучателя выбирается исходя из значения показателя визирования, указанного в Руководстве по эксплуатации.

8.1.1.3 После установления стационарного режима эталонного излучателя измерить температуру поверхности АЧТ согласно Руководству по эксплуатации пирометра. Для расчета погрешности измерений температуры проводится серия из 5-ти измерений и рассчитывается среднее значение.

8.1.1.4 Операции по п.п. 8.1.1.1-8.1.1.3 повторяют для остальных контрольных точек.

8.1.1.5 В случае различия значений излучательной способности излучателя и поверяемого пирометра действительное значение излучателя определяют с помощью пирометра инфракрасного эталонного, установив в меню пирометра значение коэффициента излучательной способности равным 0,95.

8.1.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры методом непосредственного сличения с эталонными пирометрами.

8.1.2.1 Повторить операции согласно п.п. 8.1.1.1-8.1.1.3.

8.1.2.2 Вместо поверяемого пирометра установить эталонный пирометр, на расстоянии согласно Руководству по эксплуатации на эталонный пирометр. Совместить оптическую ось эталонного пирометра с центром излучательной поверхности эталонного излучателя и зафиксировать.

8.1.2.3 Произвести не менее пяти отсчетов показаний эталонного пирометра температуры эталонного излучателя. Рассчитывается среднее значение.

8.1.2.4 Операции по п.п. 8.1.2.1-8.1.2.3 повторяют для остальных контрольных точек.

8.2 *Определение погрешности измерения температуры контактным зондом*

Определение абсолютной погрешности измерений температуры контактным зондом выполняют методом непосредственного сличения с эталонным термометром в рабочем объеме жидкостных термостатов.

Погрешность измерений определяют не менее, чем в четырех точках диапазона измерений температур поверяемого пирометра (нижняя, верхняя и две точки внутри диапазона измерений температур).

8.2.1. Контактный зонд поверяемого пирометра и эталонный термометр помещают в рабочий объем термостата.

8.2.2 Устанавливают в рабочем объеме термостата требуемую температуру, соответствующую нижней границе диапазона измерений температуры поверяемого пирометра.

8.2.3 Через 30 минут после выхода термостата на заданный режим выполняют не менее десяти отсчетов (в течение 10-ти минут) показаний эталонного термометра, при этом, фиксируют время регистрации отсчетов.

8.2.4 Операции по п.п. 9.3.1-9.3.3 повторяют во всех выбранных точках диапазона измерений температуры.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 *Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении погрешности измерения радиационной температуры*

9.1.1 Допускаемую абсолютную или относительную погрешность измерений температуры Δt (в зависимости от диапазона) рассчитывают по формулам 1 и 2:

$$\Delta = T_{\text{изм}} - T_{\text{АЧТ}}(T_{\text{пир}}), ^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$\delta = \frac{T_{\text{изм}} - T_{\text{АЧТ}}(T_{\text{пир}})}{T_{\text{АЧТ}}(T_{\text{пир}})} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где $T_{\text{изм}}$ – среднее значение измеренной температуры, $^\circ\text{C}$;

$T_{\text{АЧТ}}$ – значение температуры АЧТ (или пирометра эталонного в случае его применения при различии значений коэффициентов излучательной способности), $^\circ\text{C}$;

$T_{\text{пир}}$ – значение температуры эталонного пирометра (при определении погрешности методом, описанным в п. 8.1.2)

9.1.2 Полученные значения погрешности в каждой контролируемой точке не должны превышать предельно допустимые значения, приведенные в Приложении 1 к настоящей методике.

9.2 *Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении погрешности измерений температуры контактным зондом*

9.2.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt рассчитывают по формуле 3:

$$\Delta = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, ^\circ\text{C} \quad (3)$$

где $T_{\text{изм}}$ – среднее значение измеренной температуры, $^\circ\text{C}$;

$T_{\text{эт}}$ – значение температуры эталонного термометра.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 Пирометры, 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.

10.3 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

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ

Таблица 1 – Метрологические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ модели DT-820

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C	от -40 до +380
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C: - в диапазоне от -40 до -30 °C включ. - в диапазоне св. -30 до 0 °C включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °C включ. - в диапазоне св. +100 до +380 °C	$\pm 5,0$ $\pm 4,0$ $\pm 3,0$ $\pm(0,03 \cdot t + 1)$, где (t – значение измеряемой температуры)
Коэффициент излучательной способности (фиксированный)	0,95

Таблица 2 – Метрологические технические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ модели DT-8663

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C	от -40 до +380
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C: - в диапазоне от -40 до -30 °C включ. - в диапазоне св. -30 до 0 °C включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °C включ. - в диапазоне св. +100 до +380 °C	$\pm 5,0$ $\pm 4,0$ $\pm 3,0$ $\pm(0,03 \cdot t + 1)$, где (t – значение измеряемой температуры)
Коэффициент излучательной способности (фиксированный)	0,95

Таблица 3 – Метрологические технические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ модели DT-8661

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C	от -50 до +550
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C: - в диапазоне от -50 до -30 °C включ. - в диапазоне св. -30 до 0 °C включ. и св. +100 до +200 °C включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °C включ. - в диапазоне св. +200 до +550 °C	$\pm 5,0$ $\pm 4,0$ $\pm 3,0$ $\pm(0,03 \cdot t + 1)$, где (t – значение измеряемой температуры)
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00

Таблица 4 – Метрологические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ модели DT-8870

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C	от -50 до +500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C: - в диапазоне от -50 до 0 °C включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °C включ.	$\pm 5,0$ $\pm 3,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры, %: - в диапазоне св. +100 до +400 °C включ. - в диапазоне св. +400 до +500 °C	$\pm 2,0$ $\pm 3,0$
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00

Таблица 5 – Метрологические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ модели DT-8860B

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C	от -50 до +450
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C: - в диапазоне от -50 °C до -30 °C включ. - в диапазоне св. -30 °C до +100 °C включ.	$\pm 5,0$ $\pm 3,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C, %	$\pm 2,0$
Коэффициент излучательной способности (фиксированный)	0,95

Таблица 6 – Метрологические характеристики пирометров инфракрасных СЕМ модели IR-95

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C: - ИК-датчик - внешний зонд	от -40 до +280 от -40 до +200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры при измерении ИК-датчиком, °C: - в диапазоне от -40 до +20 °C включ. - в диапазоне св. +20 до +100 °C включ. - в диапазоне св. +100 до +280 °C	$\pm 5,0$ $\pm 3,0$ $\pm(0,03 \cdot t + 1)$, где (t – значение измеряемой температуры)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры при измерении внешним зондом, °C: - в диапазоне от -40 до 0 включ. - в диапазоне св. 0 до +200 °C	$\pm 2,0$ $\pm(0,01 \cdot t + 1)$, где (t – значение измеряемой температуры)
Коэффициент излучательной способности (фиксированный)	0,95