

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
2017 г.

**Пирометры инфракрасные SPOT моделей M100, M100 FO, M160,
M160 FO, R100, R100 FO, R160, R160 FO, M210, R210, AL EQS**

МП 207.1-005-2017

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2017 г.

1. Введение

Настоящая методика распространяется на пирометры инфракрасные SPOT моделей M100, M100 FO, M160, M160 FO, R100, R100 FO, R160, R160 FO, M210, R210, AL EQS (далее – пирометры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

Метрологические и технические характеристики пирометров в зависимости от модели приведены в Приложении 1.

2. Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта Методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверки	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)	7.2	Да	Да
Определение показателя визирования	7.3	Да	Нет
Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры	7.4	Да	Да

3. Средства поверки

При проведении первичной и периодической поверок должны быть использованы следующие средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта Методики поверки	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
7.3	Источники излучения в виде моделей абсолютно черного тела (АЧТ) 1, 2-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009. Диапазон воспроизведения температуры от плюс 50 до плюс 2500 °С. Тест-объект с холодной маской. Линейка измерительная 0÷500 мм (ц.д. 1 мм) ГОСТ 427-75.
7.4	Источники излучения в виде моделей абсолютно черного тела (АЧТ) 1, 2-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009. Диапазон воспроизведения температуры от плюс 50 до плюс 2500 °С.

Примечания:

1) Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2) Допускается применять другие средства поверки с метрологическими характеристиками, не хуже указанных в таблице, и разрешенных к применению в Российской Федерации.

4. Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации пирометров.

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

5. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

6. Подготовка к поверке

Подготовить пирометр к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

7. Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений корпуса и клавиш управления;
- комплектность пирометра в соответствии с Руководством по эксплуатации;
- наличие маркировки (наименование или товарный знак завода-изготовителя, тип и заводской номер пирометра);
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании.

Пирометры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

7.2 Опробование

7.2.1 Проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО).

Включить пирометр. В разделе меню «Информация о пирометре» должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО ^(*) , не ниже	V9.4XE
Цифровой идентификатор программного обеспечения	по номеру версии

Примечание: ^(*) – и более поздние версии.

Пирометры признаются прошедшими поверку, если номер версии программного обеспечения соответствует V9.4XE или выше.

7.3 Определение показателя визирования

7.3.1 Установить в предметной плоскости пирометра АЧТ с излучающей поверхностью, перекрывающей поле зрения пирометра и имеющее холодную маску, которая формирует систему отверстий с изменяющимся диаметром.

Примечания:

- 1) Размеры маски должны обеспечивать перекрытие излучающей поверхности АЧТ.
- 2) Излучающая способность поверхности маски должна быть не более 0,1.
- 3) Расстояние от переднего среза пирометра до излучающей поверхности АЧТ должно обеспечивать минимальный размер поля зрения (указывается в Руководстве по эксплуатации).

7.3.2 Провести измерения температуры поверхности АЧТ за полностью открытым отверстием маски. Уменьшая отверстие маски, определить его минимальный размер, при котором измеряемое значение температуры начнет изменяться более чем на величину, соответствующую погрешности прибора.

7.3.3 Измерить расстояние от входного зрачка объектива пирометра до излучающей поверхности АЧТ.

7.3.4 Рассчитать показатель визирования пирометра, определяемый отношением расстояния от входного зрачка объектива пирометра до излучающей поверхности к минимальному размеру маски.

Пирометры признаются прошедшими поверку, если рассчитанное значение показателя визирования, соответствует значению, указанному в Приложении 1.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение диапазона измеряемых температур

7.4.1.1 Включить АЧТ в соответствие с Руководством по эксплуатации и установить требуемую температуру.

7.4.1.2 Включить пирометр нажатием кнопки «Вкл/Выкл». Навести пирометр, убедившись, что прицел полностью заполнен излучающей поверхностью АЧТ, и измерить температуру поверхности АЧТ. Провести измерение температуры АЧТ для крайних точек температурного диапазона.

7.4.1.3 Пирометры считаются прошедшими поверку, если диапазон измеряемых температур соответствует приведенному в Приложении 1.

7.4.2 Определение погрешности измерений температуры

7.4.2.1 Определение погрешности измерений температуры проводится в пяти точках температурного диапазона (верхний и нижний пределы, три точки внутри диапазона) проводится серия из 10 измерений для расчета границ погрешности измерений температуры в заданном диапазоне измеряемых температур.

7.4.2.2 Рассчитать среднее арифметическое значений результатов измерений температуры по 10 значениям, полученным в п.п. 7.4.2.1 для нижней границы диапазона измерений температур пирометра по формуле 1:

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \quad (1)$$

где n - число измерений, $n=10$;

T_i - i -й результат измерения температуры.

7.4.2.3 Определить среднее квадратическое отклонение результата измерений температуры по формуле 2:

$$S(\bar{T}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

7.4.2.4 Определить границы неисключенной систематической погрешности θ_Σ результата измерений путем суммирования неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей θ_i , вызванных другими источниками. Эти границы вычисляются по формуле 3:

$$\theta_\Sigma = \pm k \sqrt{\theta_1 + \theta_2} \quad (3)$$

где k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью. При доверительной вероятности $P=0,95$ k принимают равным 1,1.

θ_1 – неисключенная систематическая погрешность, определяемая отклонением среднего арифметического значения результатов измерений \bar{T} от действительного значения температуры АЧТ $T_{эп}$ по формуле 4:

$$\theta_1 = \frac{|\bar{T} - T_{эп}|}{T_{эп}} \cdot 100 \quad (4)$$

θ_2 – неисключенная систематическая погрешность значения температуры АЧТ (берется из свидетельства о поверке на АЧТ).

Определить доверительные границы ε случайной погрешности результата измерений по формуле 5:

$$\varepsilon = t \cdot S(\bar{T}) \quad (5)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который при $n=10$ и доверительной вероятности $P = 0,95$ составляет 2,262;

В соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 в случае $\frac{\theta_\Sigma}{S(\bar{T})} < 0,8$, то неисключенными систематическими погрешностями по сравнению со случайными пренебрегают и принимают, что пределы допускаемой относительной погрешности результата измерений температуры $\Delta(\bar{T}) = \varepsilon$.

Если $\frac{\theta_\Sigma}{S(\bar{T})} > 8$, то случайной погрешностью по сравнению с систематической пренебрегают и принимают, что пределы допускаемой относительной погрешности результата $\Delta(\bar{T}) = \theta_\Sigma$.

В случае если эти неравенства не выполняются, пределы допускаемой относительной погрешности результата измерений температуры определяют по формуле 6:

$$\Delta(\bar{T}) = K \cdot S_{\Sigma T} \quad (6)$$

где $S_{\Sigma T}$ – среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей результатов измерений температуры, определяемое по формуле 7:

$$S_{\Sigma T} = \sqrt{\frac{\theta_1^2 + \theta_2^2}{3} + S^2(\bar{T})} \quad (7)$$

K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей результатов измерений температуры, рассчитываемый по формуле 8:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S(\bar{T}) + \sqrt{\frac{\theta_1^2 + \theta_2^2}{3}}} \quad (8)$$

7.4.2.5 Повторить измерения и расчеты по п.п. 7.4.2.1 – 7.4.2.3 для верхней границы диапазона измерения температур пирометра.

7.4.2.6 За результат измерений пределов допускаемой относительной погрешности измерения температуры принимается максимальное значение во всем температурном диапазоне.

7.4.2.7 Пирометры считаются прошедшими поверку, если пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры не превышает значений, приведенных в руководстве по эксплуатации во всех точках.

7.4.2.8 Если хотя бы в одной проверяемой точке погрешность превышает допустимое значение, указанное в Приложении 1 при одном значении, то поверку при этой температуре производится повторно.

7.4.2.9 Если при повторной поверке погрешность превышает допустимое значение, то пирометр считается не выдержавшим данного испытания.

По согласованию с заказчиком допускается исключать часть диапазона измерений, в котором в процессе поверки установлено несоответствие нормируемым значениям метрологических характеристик, приведенных в Приложении 1.

По требованию заказчика допускается сокращать часть нормируемого диапазона измерений исходя из конкретных условий применения пирометров инфракрасных SPOT моделей M100, M100 FO, M160, M160 FO, R100, R100 FO, R160, R160 FO, M210, R210, AL EQS.

8. Оформление результатов поверки

Пирометры, 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.

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

Начальник НИО МО термометрии и давления
ФГУП «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Инженер НИО МО термометрии и давления
ФГУП «ВНИИМС»

М.В. Константинов

Приложение 1

Метрологические и технические характеристики пирометров инфракрасных SPOT моделей M100, M100 FO, M160, M160 FO, R100, R100 FO, R160, R160 FO, M210, R210, AL EQS.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение характеристики (в зависимости от модели пирометра)				
	M100	M100 FO	M160	M160 FO	M210
Диапазон измерений температуры, °С	от +500 до +1800 ⁽¹⁾		от +250 до +1600		от +50 до +1100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ⁽²⁾ , °С	±(0,25 % (от измеряемой величины)+2,0) (Для режимов «МОНО» и «ДУО») ±(0,5 % (от измеряемой величины)+5,0) (Для режимов «ОТНОШЕНИЕ» и «МУЛЬТИ»)				
Повторяемость результатов измерений, °С	±1,0				
Время отклика, мс	от 1 до 1000 (настраиваемое)				от 10 до 1000 (настраиваемое)
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1				
Показатель визирования	200:1	100:1	200:1	100:1	60:1
Спектральный диапазон, мкм	1		1,6		2,3
Коэффициент излучения	от 0,10 до 1,00				
Напряжение питания, В	12 (через Ethernet-кабель), 24				
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, %, не более	от +5 до +60 95 (без конденсации)				
Габаритные размеры (Длина × Ширина × Высота), мм: - корпуса пирометра - объектива (при использовании оптоволоконного соединительного кабеля)	180×65×70 40×20				
Длина оптоволоконного соединительного кабеля, мм	3000; 6000; 10000				
Масса, г, не более	600				

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики (в зависимости от модификации пирометра)				
	R100	R100 FO	R160	R160 FO	R210
Диапазон измерений температуры, °С	от +400 до +1800 ^(Моно) от +550 до +1800 ^(Отношение)		от +250 до +1600 ^(Моно) от +550 до +1600 ^(Отношение)		от +125 до +1100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ⁽²⁾ , °С	±(0,25 % (от измеряемой величины)+2,0) (Для режимов «МОНО» и «ДУО») ±(0,5 % (от измеряемой величины)+5,0) (Для режимов «ОТНОШЕНИЕ» и «МУЛЬТИ»)				
Повторяемость результатов измерений, °С	±1,0				
Время отклика, мс	от 1 до 1000 (настраиваемое)				от 15 до 1000 (настраиваемое)
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1				
Показатель визирования	200:1	100:1	200:1	100:1	60:1
Спектральный диапазон, мкм	1 и 1,2		1 и 1,5		2,1 и 2,4
Коэффициент излучения	от 0,10 до 1,00				
Напряжение питания, В	12 (через Ethernet-кабель), 24				
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, %, не более	от +5 до +60 95 (без конденсации)				
Габаритные размеры (Длина × Ширина × Высота), мм: - корпуса пирометра - объектива (при использовании оптоволоконного соединительного кабеля)	180×65×70 40×20				
Длина оптоволоконного соединительного кабеля, мм	3000; 6000; 10000				
Масса, г, не более	600				

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики (в зависимости от модели пирометра)
	AL EQS
Диапазон измерений температуры, °С	от +200 до +700
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ⁽²⁾ , °С	±5,0 (в диапазоне от +200 до +250 °С включ.) ±3,0 (в диапазоне св. +250 до +300 °С включ.) ±(0,25 % (от измеряемой величины)+2,0) (св. +300 °С)
Повторяемость результатов измерений, °С	±3,0 (в диапазоне от +200 до +250 °С включ.) ±2,0 (в диапазоне св. +250 до +300 °С включ.) ±1,0 (св. +300 °С)
Время отклика, мс	от 15 до 1000 (настраиваемое)
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	60:1
Спектральный диапазон, мкм	от 2,1 до 2,4
Коэффициент излучения	от 0,10 до 1,00 (отображаемая величина для данной модели, без возможности ручной корректировки)
Напряжение питания, В	12 (через Ethernet-кабель), 24
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, %, не более	от +5 до +60 95 (без конденсации)
Габаритные размеры (Длина × Ширина × Высота), мм:	180×65×70
Масса, г, не более:	600

Примечания к таблицам 1-3:

(Моно) - диапазон измерений температуры в режиме «Моно»

(Отношение) - диапазон измерений температуры в режиме «Отношение»

(1) - диапазон измерений температуры от +500 до +2500 °С доступен для M100 и от +500 до +2300 °С для M100 FO по специальному заказу

(2) - в диапазоне от 5 до 95% от указанного диапазона измерений температуры