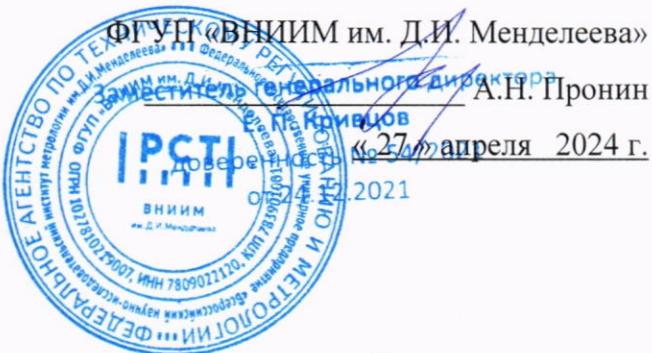


**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор



Государственная система обеспечения единства измерений

Пирометры Термоскоп

Методика поверки

МП 2412-0057-2024

**Руководитель лаборатории эталонов в области
инфракрасной радиометрии и прикладной пирометрии**

Ю.А. Сильд

**Научный сотрудник лаборатории эталонов
в области инфракрасной радиометрии
и прикладной пирометрии**

E.B. Визулайнен

2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на пиromетры Термоскоп модификации Термоскоп-200, Термоскоп-600, Термоскоп-800 (далее – пирометры) и устанавливает объем и порядок их первичной и периодической поверок.

Изготовители: ООО «Инфратест-оптические технологии» и ООО «Инфратест», г. Екатеринбург.

1.2 Выполнение всех требований настоящей методики поверки обеспечивает прослеживаемость пирометров к:

- ГЭТ 34 – 2020 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C, в соответствии с частью 3 Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253;

- ГЭТ 35 – 2021 Государственный первичный эталон единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К, в соответствии Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в приложении Б настоящей методики.

1.4 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений.

1.5 Проведение поверки в сокращенном объеме настоящей методикой не предусмотрено.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки пиromетров должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Опробование средства измерений	Да	Да	8
Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Нет	9
Определение метрологических характеристик: - определение показателя визирования - определение погрешности измерений температуры	Да Да	Нет Да	10.1 10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 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 20 до 80
 - атмосферное давление, кПа от 97,3 до 105,3

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на пиromетры и средства поверки, имеющие необходимую квалификацию в области теплофизических измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 –Средства поверки и вспомогательное оборудование

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 90 до 106,0 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № в ФИФ ОЕИ 53505-13, диапазон измерений температуры воздуха от минус 10 °C до плюс 60 °C, пределы допускаемой погрешности измерений ±0,4 °C; Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 % до 95 %, пределы допускаемой погрешности измерений ±3 %; Диапазон измерений абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой погрешности измерений ±5 гПа
п.10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы температуры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне значений температуры от -20 °C до +3000 °C по ГПС для СИ температуры, часть 3, приказ Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253; средства измерений 2-го разряда по ГПС для СИ силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 100 А, приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, в диапазоне от 4 до 20 мА; средства измерений 4-го разряда по ГПС для СИ длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, приказ Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840, в диапазоне измерений от 0 до 20000 мм	Государственный вторичный эталон единицы энергетической яркости в диапазоне от 40 до $61 \cdot 10^3$ Вт/(ср·м ²), рабочий эталон 0 разряда единицы температуры в диапазоне значений от 220 до 1373,15 К, рег. ном. 2.1.ZZB.0441.2023; Государственный рабочий эталон 1 разряда единицы температуры в диапазоне от минус 50 до 3000 °C, рег. № в ФИФ ОЕИ 3.1.ZZB.0109.2014; Калибратор многофункциональный TRX-II, рег. № в ФИФ ОЕИ 18087-04 диапазон измерения силы тока от 0 до 52 мА, ПГ ±(0,01% ИВ+0,01% ВПИ); Дальномер лазерный Leica DISTO D410, рег. № в ФИФ ОЕИ 60792-15, диапазон измерений (0,05-150) м, СКО ±1,0 мм до 10 м, штангенциркуль «SHAN», рег. № в ФИФ ОЕИ 62052-15, диапазон измерений от 0 до 300 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,04 мм; Набор диафрагм от 3 мм до 50 мм

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – допускается использовать при проверке другие утвержденные или аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, и обеспечивающие передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям Государственной поверочной схемы.		

5.2 Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

5.3 Указанные средства поверки должны иметь актуальные сведения о положительных результатах поверки или аттестации в ФИФ ОЕИ.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 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 поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве эксплуатации поверяемых СИ.

6.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в их эксплуатационной документации.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида и маркировки, описанию типа, отсутствие видимых повреждений, трещин или вмятин на корпусе пирометра и других дефектов, которые могут повлиять на метрологические характеристики. Объектив пирометра не должен иметь загрязнений, царапин и сколов.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования. Пирометры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 В соответствии с эксплуатационной документацией подготовить средства поверки для проведения измерений, проверить соблюдение требований п.3.

8.2 Поверяемый пирометр должен быть подготовлен к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3 При опробовании включить пирометр и проверить его работоспособность.

Результат опробования считают положительным, если при последовательном переключении во все режимы согласно руководству по эксплуатации выполняются соответствующие в этих режимах функции.

9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Проводится проверка номера версии автономного ПО TS_S.exe, который указан в разделе «О программе» в выпадающем меню (только для модификаций Термоскоп-600 и Термоскоп-800).

Результат проверки считается положительным, если версия автономного ПО совпадает с версией, указанной в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TS_S.exe
Номер версии (идентификационный номер)	2.0.6.X*
Цифровой идентификатор ПО	-
*- цифры от 0 до 9	

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение показателя визирования.

Проверку показателя визирования следует проводить только при первичной поверке по методике, изложенной в МИ 1200-86.

Результат проверки считается положительным, если показатель визирования соответствует значению, указанному в приложении Б настоящей методики поверки.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.2.1 Измерения проводят в пяти точках температурного диапазона (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона).

10.2.2 Для измерений в каждой точке используется соответствующий данной температуре эталонный излучатель. При достижении заданного температурного режима излучателя поверяемый пиromетр визируется на отверстие излучающей полости. Измеряют температуру излучателя; данные о действительной температуре излучателя и измеренной пиromетром заносят в протокол. Аналогичные операции выполняют во всех точках температурного диапазона.

10.2.3 Абсолютную погрешность измерений температуры (ΔT) °C вычисляют по формуле (1):

$$\Delta T = T_{\text{ПИР}} - T_{\text{Эт}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{Эт}}$ – значение температуры эталонного излучателя, °C.

$T_{\text{ПИР}}$ – значение температуры измеренной пиromетром, которая определяется по выходному аналоговому сигналу и вычисляется по формуле (2):

$$T_{\text{ПИР}} = \frac{(I_{\text{изм}} - 4) \cdot (T_B - T_H)}{16} + T_H \quad (2)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение выходного сигнала силы постоянного тока в проверяемой точке диапазона измерений температуры, мА;

T_B – значение температуры верхнего предела диапазона измерений, °C;

T_H – значение температуры нижнего предела диапазона измерений, °C.

Для модификаций Термоскоп-600 и Термоскоп-800 дополнительно регистрируют значение температуры на дисплее пиromетра и определяют абсолютную погрешность измерений температуры по формуле 1.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность пиromетра не превышает значений, указанных в приложении Б настоящей методики поверки.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Для подтверждения соответствия метрологических характеристик пиromетров Термоскоп метрологическим требованиям используют значения абсолютной погрешности,

определенные в соответствии с п. 10.2 настоящей методики.

11.2 Критерием подтверждения соответствия считают выполнение требований к метрологическим характеристикам пиromетров Термоскоп, установленным в Приложении Б.

11.3 Если значения абсолютной погрешности измерений во всех контрольных точках, определенные в соответствии с п. 10.2, удовлетворяют требованию пунктов 11.1 и 11.2, выполнены требования разделов 4, 7, 8, 9 и п. 10.1 настоящей методики, то принимают решение о соответствии пиromетров Термоскоп метрологическим требованиям.

11.4 Если хотя бы одно из значений абсолютной погрешности измерений, полученные в соответствии с разделом 10, не удовлетворяют требованиям пунктов 11.1 и 11.2 и/или требованиям разделов 4, 7, 8, 9 и п. 10.1 настоящей методики не выполнены, то принимают решение о несоответствии пиromетров Термоскоп метрологическим требованиям. Выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки по заявлению владельца или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления).

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А).

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
№ _____ от _____

Наименование средства измерения (эталона), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Заказчик	

Вид поверки Периодическая (первичная)

Методика поверки: МП 2412-0057- 2024 «ГСИ. Пирометры Термоскоп. Методика поверки».

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО, в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °C	от 15 до 25	
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 20 до 80	
Атмосферное давление, кПа	от 97,3 до 105,3	

Результаты поверки

Результаты внешнего осмотра: _____

Подтверждение соответствия ПО, версия: _____

Показатель визирования _____

Таблица 1 - Результаты измерений

Температура, воспроизведенная эталоном, °C	Показания пирометра, °C	Погрешность пирометра, °C

Выводы: СИ соответствует / не соответствует предъявляемым требованиям и признано годным к применению / не годным к применению.

(в случае непригодности к применению указать причину)

Поверку провел _____
ФИО _____ подпись _____ Дата _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Обязательное

Метрологические характеристики пирометров приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1- Метрологические характеристики пирометров Термоскоп модификации Термоскоп-200

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C ¹⁾	от -20 до +2000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C, в диапазоне температуры: - от -20 °C до 0 °C включ. - св. 0 °C до 100 °C включ. - св. 100 °C до 2000 °C	±2,0 ±1,0 ±0,01·T _{изм} ²⁾
Показатель визирования	1:30; 1:50; 1:75

1) в таблице указан полный диапазон измерений температуры пирометров. Для конкретного пирометра, диапазон измерений температуры лежит внутри полного диапазона и, приведен на маркировке пирометра и в руководстве по эксплуатации.
2) T_{изм} - показания пирометра, °C

Таблица 2 - Метрологические характеристики пирометров Термоскоп модификации Термоскоп-600

Наименование характеристики	Исполнение	
	1С	2С
Диапазон измерений температуры, °C ¹⁾	от +300 до +2300	от +700 до +2500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C, в диапазоне температуры: - св. 300 °C до 400 °C включ. - св. 400 °C до 2300 °C - св. 400 °C до 2500 °C	±3,0 ±0,005·T _{изм} ²⁾	±(0,0065·T _{изм} ² +1)
Показатель визирования	1:150; 1:280	1:100

1) В таблице указан полный диапазон измерений температуры пирометров. Для конкретного пирометра, диапазон измерений температуры лежит внутри полного диапазона и, приведен на маркировке пирометра и в руководстве по эксплуатации.
2) T_{изм} - показания пирометра, °C

Таблица 3 - Метрологические характеристики пирометров Термоскоп модификации Термоскоп-800

Наименование характеристики	Исполнение	
	1С	2С
Диапазон измерений температуры, °C ¹⁾	от +300 до +2500	от +600 до +3000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C, в диапазоне температуры: - св. 300 °C до 400 °C включ. - св. 400 °C до 2500 °C - св. 400 °C до 3000 °C	±3,0 ±0,005·T _{изм} ²⁾	±(0,0065·T _{изм} ² +1)
Показатель визирования	1:240	

1) В таблице указан полный диапазон измерений температуры пирометров. Для конкретного пирометра, диапазон измерений температуры лежит внутри полного диапазона и, приведен на маркировке пирометра и в руководстве по эксплуатации.
2) T_{изм} - показания пирометра, °C