

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

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин  
МП « 26 » февраля 2021 г.




Государственная система обеспечения единства измерений

Пирометр TRT II


Методика поверки

МП 2412-0055-2021

Руководитель лаборатории госэталонов в области  
радиометрии и прикладной радиометрии

 Ю.А. Сильд

Научный сотрудник

 М.А. Иванова

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на пирометр TRT II (далее - пирометр) и устанавливает методы и средства его первичной и периодических поверок.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого пирометра к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к:

- ГЭТ 35-2010, Государственный первичный эталон единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К;

- ГЭТ 34-2020, Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С.

1.3 Средства измерений, используемые при поверке пирометра должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку. Используемые эталоны единиц величин, должны иметь свидетельство об аттестации эталона единицы величины, действующее на момент поверки.

1.4 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений без использования компаратора (прибор сравнения) т.е. непосредственным сличением поверяемого средства измерений с эталоном той же единицы величины.

1.5 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр пирометра	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование пирометра	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Нет
Определение метрологических характеристик пирометра	10		
Определение показателя визирования	10.1	Да	Нет
Определение доверительной погрешности измерений температуры при доверительной вероятности 0,95	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия пирометра метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 97,3 до 105,3.

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- ознакомленные с руководством по эксплуатации на пирометр TRT II, имеющие необходимую квалификацию в области теплофизических измерений;

– прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

## 5 Метрологические и технические требования средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

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
3	Термогигрометр Ива-6Н-Д, диапазон измерений относительной влажности, от 0 до 98 %, температуры от -20 до +60 °С, атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; погрешность измерений относительной влажности при (+23,0)°С, от 0 до 90 % $\pm 2$ %, св. 90 до 98 % $\pm 3$ %, температуры $\pm 0,3$ °С, атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 46434-11
10.1	Рабочий эталон 0 разряда единицы температуры - эталонные излучатели «черное тело» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009; Рулетка измерительная металлическая Geobox РК2-8, предел измерений 8 м, 2 класс точности по ГОСТ 7502-9, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 36016-07; Штангенциркуль торговой марки "SHAN", диапазон измерений от 0 до 300 мм, погрешность $\pm 0,04$ мм, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 62052-15; Диафрагма 5,6 мм; 7,5 мм; 8,4 мм; 11,3 мм
10.2	Рабочий эталон 0 разряда единицы температуры - эталонные излучатели «черное тело» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям:

- Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры ГОСТ 8.558-2009.

5.3 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734.

5.4 Средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа.

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 года зарегистрирован в МИ №61957 от 30.12.2020;

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

– указания по технике безопасности, приведенные в РЭ «Пирометр TRT II. Руководство по эксплуатации».

## 7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре пирометра проверяется:

-соответствие внешнего вида и маркировки Описанию типа и эксплуатационной документации на пирометр;

- целостность пирометра (отсутствие трещин или вмятин на корпусе);

- объектив пирометра не должен иметь загрязнений, царапин, трещин и сколов.

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

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Пирометр перед поверкой должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3, не менее одного часа.

8.2 Поверяемый пирометр и средства поверки должны быть размещены и подключены в соответствии с требованиями, указанными в руководствах по эксплуатации на них.

8.3 Опробование пирометра проводить следующим образом:

8.3.1 Включить пирометр, проверить функционирование в различных режимах в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.2 Пирометр, не отвечающий требованию п. 8.3.1, дальнейшей поверке не подлежит.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Определение идентификационного наименования встроенного ПО СИ проводится в соответствующем разделе меню Info, в котором приведены сведения о приборе, его зав. номере и версии ПО.

9.2 Определение номера версии автономного ПО EasyTRT - в меню Info/About this program отображается версия ПО.

9.3 Определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения EasyTRT проводят с помощью алгоритма MD5 программы «Free Commander» по исполняемому файлу EasyTRT.exe, который является метрологически значимой частью ПО.

Результат проверки считается положительным, если отображаемые на дисплее пирометра и мониторе ПК символы и номера не ниже, указанных в описании типа.

## 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 п. 3.4.1.

10.2 Определение доверительной погрешности измерения температуры при доверительной вероятности 0,95.

10.2.1. Определение доверительной погрешности измерения температуры проводится в пяти точках температурного диапазона (минус 50°C, 100°C, 300°C, 600°C, 1000°C).

10.2.2. Перед определением доверительной погрешности поверяемого пирометра определяются поправки к показаниям. Поправки к показаниям пирометра определяют методом прямых измерений.

10.2.3. Пирометр и рабочий эталон единицы температуры - излучатель АЧТ (эталонный излучатель) подготавливают к работе согласно руководству по эксплуатации пирометра и технической документации указанных приборов.

10.2.4. Устанавливают температурный режим эталонного излучателя, соответствующий нижней границе диапазона измерений.

10.2.5. После выхода на заданный температурный стационарный режим, проводят измерение температуры дна полости излучателя.

10.2.6. Аналогичные операции выполняют во всех точках температурного диапазона. На каждом температурном режиме излучателя выполняют не менее 10 измерений.

10.2.7 По полученным результатам измерений для каждого температурного режима рассчитывают среднее арифметическое значение температуры  $\bar{T}_{nup}$  по формуле (1)

$$\bar{T}_{nup} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{nup_i}}{n} \quad (1)$$

где  $T_{nup_i}$   $i$ -й результат измерений температуры, °C;

$n$  - число измерений.

10.2.8 Среднее квадратическое отклонение результата измерений  $S$  вычисляют по формуле (2)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{\text{нир}} - \bar{T}_{\text{нир}})^2}{n \cdot (n - 1)}} \quad (2)$$

10.2.9 По результатам измерений определяют поправки к показаниям пирометра и вычисляют систематическую составляющую погрешности.

Поправки к показаниям пирометра ( $\overline{\Delta T}$ ), определяют, как разность показаний пирометра (среднего арифметического значения температуры пирометра) и показаний эталонного излучателя (среднего арифметического значения температуры эталонного излучателя) и вычисляют по формуле (3) - (5)

$$\Delta T_i = T_{\text{эм}i} - T_{\text{нир}i} \quad (3)$$

где  $T_{\text{эм}i}$   $i$ -й результат измерений температуры, °C;  $i = 1 \dots n$

$$\overline{\Delta T} = \overline{T}_{\text{эм}} - \overline{T}_{\text{нир}} \quad (4)$$

$$\overline{T}_{\text{эм}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_{\text{эм}i} \quad (5)$$

Прибор считается пригодным, если максимальные из полученных значений поправки к показаниям пирометра не превышают удвоенного значения доверительной погрешности, указанной в технической документации на прибор.

Систематическую составляющую погрешности, определяют как максимальное по модулю значение разницы между поправками текущих показаний, рассчитываемой по (3) и поправкой к показаниям пирометра (4,5) и вычисляют по формуле (6)

$$\Delta T_c = \text{MAX}_{i=1}^n (|\Delta T_i - \overline{\Delta T}|) \quad (6)$$

10.2.10 Границу неисключенной систематической погрешности рассчитывают по формуле (7)

$$\theta_{\text{нир}} = k \sqrt{\Delta T_c^2 + \Delta T_{\text{эм}}^2 + \Delta T_{\text{м}}^2} \quad (7)$$

где  $k$  - коэффициент, зависящий от выбранной доверительной вероятности; при доверительной вероятности 0.95,  $k = 1.1$

$\Delta T_{\text{эм}}$  - погрешность эталонного средства измерения, которая задана своими границами в ТД на используемое исходное средство поверки.

$\Delta T_{\text{м}}$  - погрешность метода прямых измерений, обусловленная несовершенством применяемого метода. Значение ее приведено в ГОСТ 8.558-2009.

10.2.11 Доверительные границы случайной погрешности  $\Delta_{\text{сл}}$  определяют по формуле (8)

$$\Delta_{\text{сл}} = t \cdot S \quad (8)$$

где  $t$  - коэффициент Стьюдента, равный 2.26 .

10.2.12 Доверительную погрешность измеряемой температуры  $\Delta_{\Sigma \text{нир}}$  для каждого температурного режима вычисляют по формуле (9)

$$\Delta_{\Sigma \text{нир}} = t_{\Sigma \text{нир}} \sqrt{S^2 + \frac{1}{3} (\Delta T_c^2 + \Delta T_{\text{эм}}^2 + \Delta T_{\text{м}}^2)} \quad (9)$$

где

$$t_{\Sigma \text{нир}} = \frac{\Delta_{\text{сл}} + \theta_{\text{нир}}}{S + \sqrt{\frac{1}{3} (\Delta T_c^2 + \Delta T_{\text{эм}}^2 + \Delta T_{\text{м}}^2)}} \quad (10)$$

10.2.13 Прибор считается пригодным, если значение рассчитанной доверительной погрешности измерения температуры при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне

температуры от -50 до 0 °С включительно, не превышает значение  $\pm 0,5$ , в диапазоне температуры св. 0 °С до 1000 °С значение, определяемое по формуле  $\pm (0,0028 \cdot T_{\text{изм}} + 0,5)$ .

## **11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

11.1 Оценка соответствия средства измерений метрологическим требованиям, указанным в описании типа.

11.1.1 Оценку соответствия средства измерений метрологическим требованиям проводить в контрольных точках температурного диапазона, выполненных в соответствии с п. 10.2.

11.1.2 Результат поверки пирометра TRT II считать положительным, если:

- значение рассчитанной доверительной погрешности измерения температуры при доверительной вероятности 0,95 по п.п. 10.2.7- 10.2.12 для контрольных точек не превышает пределов допускаемой погрешности, указанной в описании типа.

11.2 Оценка соответствия средства измерений метрологическим требованиям, предъявляемым к эталонам.

11.2.1 Пирометр TRT II считается соответствующим требованиям, предъявляемым к рабочему эталону единицы температуры 1-го разряда, если значение рассчитанной доверительной погрешности измерения температуры при доверительной вероятности 0,95, рассчитанная по формуле (9) для всех контрольных точек измерения температуры, соответствует требованиям ГОСТ Р 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры».

## **12 Оформление результатов поверки**

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

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

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

12.4 Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**  
№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Наименование средства измерения (эталоны), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки Периодическая (первичная)

Методика поверки: МП 2412-0055-2021 «ГСИ. Пирометр TRT II. 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, °С	от 15 до 25	
Относительная влажность воздуха, %	от 50 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 воспроизводимая эталоном, °С	Показания пирометра, °С	Поправка к показаниям, °С	Доверительные границы при доверительной вероятности 0.95, °С

Выводы: соответствует/ не соответствует требованиям, установленным в описании типа

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата проведения поверки «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.