

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Колосин
« 29 » 07 20 21 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Пирометры инфракрасные TROTЭС

МП 207-041-2021

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

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

Метрологические и технические характеристики пирометров приведены в Приложении 1.

Поверка пирометров по каналу измерения радиационной температуры проводится методом непосредственного сличения с излучателями в виде модели абсолютно черного тела.

Поверка пирометров по каналу измерения температуры контактным зондом проводится методом непосредственного сличения с эталонным термометром.

Поверка пирометров по каналу измерения температуры при работе с внешними ТП проводится методом непосредственного сличения с калибраторами напряжения постоянного тока.

Поверяемые пирометры должны иметь прослеживаемость к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2010 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»;

- ГЭТ 13-2001 в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

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. Опробование средства измерений	7.2	Да	Да
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да
4.1 Определение показателя визирования	8.1	Да	Нет
4.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры	8.2	Да	Да
4.3 Определение погрешности измерения температуры при измерении контактным зондом (только для моделей ВР2F, ВР5F)	8.3	Да	Да
4.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры термопарного канала (только для модели ТР10)	8.4	Да	Да

Примечания:

- 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;
- 2) при проведении поверки по согласованию с заказчиком допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов, при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (ч. 3)	Диапазон воспроизводимых температур от минус 40 до плюс 1850 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не более: $\delta = 1,0 \text{ } ^\circ\text{C} \dots 9,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ (в диапазоне температуры от минус 40 до плюс 1850 °С)	Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/40/80 (Регистрационный № 69533-17), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500 (Регистрационный № 38818-08), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела М300 (Регистрационный № 56559-14), Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500 (Регистрационный № 38818-08), Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100 (Регистрационный № 26476-10) и др.
	1 разряд, диапазон измеряемых температур от минус 40 до плюс 380 °С	Эталоны 3 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457	Пирометры инфракрасные эталонные
	Калибраторы напряжения постоянного тока	Диапазон воспроизводимых температур от минус	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Рег. № 52489-13) и др.
Термостаты жидкостные		Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (Регистрационный	

		40 до плюс 200 °С, нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	номер в Федеральном информационном фонде № 33744-07), термостат жидкостной «ТЕРМОТЕСТ-300» (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25190-03) и др.
	Тест-объект с холодной маской	-	-
	Измерительная линейка	Длина 500 мм, ц.д. 1 мм	-

Примечания:

1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке, испытательное оборудование должно быть аттестовано.
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.
3. Пирометры инфракрасные эталонные применяется в случае различия коэффициентов излучательной способности применяемого источника излучения в виде модели черного тела и поверяемого пирометра.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные 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 от 24 июля 2013 года № 328н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- 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 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 Подготовка пирометра к поверке

Пирометр перед проведением поверки должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °С не менее 30 минут.

7.2 Опробование средства измерений и проверка работы пирометра в различных режимах

Пирометр и эталонный излучатель – протяженное черное тело (далее – ПЧТ) подготавливают к работе согласно РЭ на них. Пирометр наводят на излучающую поверхность излучателя.

Проверяют работу пирометра во всех режимах, предусмотренных РЭ.

Если хотя бы на одном из режимов работы пирометра не выполняются функции, указанные в РЭ, поверку не проводят.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Определение показателя визирования

8.1.1 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).

8.1.2 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.

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

8.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры

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

Измерение температуры производить на расстоянии, обеспечивающем минимальный диаметр поля зрения пирометра (см. Приложение 1).

Диаметр выходного отверстия АЧТ должен быть больше минимального диаметра поля зрения пирометра.

8.2.2 Включить АЧТ согласно Руководству по эксплуатации и установить требуемую температуру, соответствующую нижней границе диапазона измерений температуры. Включить пирометр, ввести значение излучательной способности АЧТ в соответствии с применяемым АЧТ. В случае отсутствия такой возможности необходимо определить действительное значение температуры АЧТ с помощью пирометра инфракрасного эталонного, установив в меню пирометра значение коэффициента излучательной способности в соответствии с поверяемым пирометром.

8.2.3 Навести пирометр на излучающую поверхность АЧТ и при достижении заданного режима АЧТ измерить температуру поверхности АЧТ согласно Руководству по эксплуатации пирометра. Проводится серия из 5-ти измерений и рассчитывается среднее

значение.

8.2.4 Операции по п.п. 8.2.2-8.2.3 повторяют для остальных контрольных точек.

8.3 Определение погрешности измерения температуры при измерении контактным зондом (только для моделей ВР2F, ВР5F)

8.3.1 Определение погрешности поверяемого пирометра при измерении контактным зондом выполняют методом непосредственного сличения с показаниями эталонного термометра в жидкостном термостате при 5-ти значениях температуры, равномерно распределенных по шкале, включая нижний и верхний пределы измерения.

8.3.2 В соответствии с документацией устанавливают в термостате первую контрольную точку. Далее погружаемые части эталонного термометра и контактного зонда поверяемого пирометра помещают в термостат и выдерживают до установления теплового равновесия между термометрами и термостатирующей средой, но не менее 15 минут. Затем снимают показания эталонного термометра и контактного зонда поверяемого пирометра и заносят их в журнал наблюдений.

8.3.3 Операции по п. 8.3.2 повторяют во всех выбранных температурных точках диапазона измерений при повышении температуры до верхнего предела.

8.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры термопарного канала (только для модели ТР10)

8.4 Определение абсолютной погрешности измерений температур термопарного канала проводят не менее, чем в пяти контрольных точках диапазона измерений температур.

8.4.1 Подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX МС6 (-R) к соответствующему разъему термопарного измерительного канала поверяемого пирометра.

8.4.2 С калибратора многофункционального и коммуникатора BEAMEX МС6 (-R) воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке с номинальной статической характеристикой типа «К» (по ГОСТ Р 8.585-2001/ МЭК 60584-1:2013) в температурном эквиваленте.

8.4.3 После стабилизации показаний поверяемого пирометра, снимают их с дисплея.

8.4.4 Операции по п.п. 8.4.1-8.4.3 повторяют во всех выбранных точках диапазона измерений температуры.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Подтверждение соответствия при определении показателя визирования

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

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

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

10.2.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 40 до плюс 100 °С включительно рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_{cp}^t - t_{cp}, \text{ °С} \quad (1)$$

где t_{cp}^t – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне

измерений температуры свыше плюс 100 °С рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где t'_{cp} – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (1) или (2), не превышает значений, приведенных в Приложении 1 (в зависимости от диапазона).

9.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении погрешности измерения температуры при измерении контактным зондом (только для моделей ВР2F, ВР5F)

9.3.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 40 до плюс 100 °С включительно рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t'_{cp} - t_{cp}, \text{ °С} \quad (3)$$

где t'_{cp} – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного термометра, °С.

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

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где t'_{cp} – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного термометра, °С.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (3) или (4), не превышает значений, приведенных в Приложении 1 (в зависимости от диапазона).

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении абсолютной погрешности измерений температуры термопарного канала (только для модели ТР10)

9.4.1 Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 50 до плюс 200 °С включительно рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t'_{cp} - t_{cp}, \text{ °С} \quad (5)$$

где t'_{cp} – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры воспроизведенного с помощью калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R), °С.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне измерений температуры свыше плюс 200 °С рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где t'_{cp} – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры воспроизведенного с помощью калибратора

где t_{cp}^t – среднее значение измеренной температуры, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры воспроизведенного с помощью калибратора многофункционального и коммуникатора ВЕАМЕХ МС6 (-R), °С.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (5) или (6, не превышает значений, приведенных в Приложении 1 (в зависимости от диапазона).

В случае поверки пирометров в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений пирометров (канал измерения радиационной температуры) погрешность измерений определяется не менее, чем в трех контрольных точках этого диапазона измерений, соответствующих нижнему и верхнему пределам поддиапазона измерений, а также одной промежуточной точке, лежащим внутри этого диапазона.

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
ФГУП «ВНИИМС



А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»



М.В. Константинов

Приложение 1

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели BP17

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +380
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С: - в диапазоне от -40 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±3,0 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0
Время установления показаний, с, не более	0,5
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	10:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	0,95 (фиксированный)

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели BP21

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -20 до +800
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С: - в диапазоне от -20 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±5,0 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0
Время установления показаний, с, не более	1,0
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	12:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	от 0,10 до 1,00 (настраиваемый)

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели BP25

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -20 до +260
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С: - в диапазоне от -20 до -10 °С включ. - в диапазоне св. -10 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±5,0 ±3,5 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0
Время установления показаний, с, не более	0,5
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	20:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	0,95 (фиксированный)

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели TP7

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -30 до +1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С: - в диапазоне от -30 до -20 °С включ. - в диапазоне св. -20 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±5,0 ±2,5 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0
Время установления показаний, с, не более	0,5
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	40:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	от 0,10 до 1,00 (настраиваемый)

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели TP10

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -30 до +1850
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С: - в диапазоне от -30 до -20 °С включ. - в диапазоне св. -20 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±5,0 ±2,5 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0
Диапазон измерений температуры при работе с внешними ТП, °С	от -50 до +1370
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры при работе с внешними ТП в диапазоне от -50 до +200 °С, °С	±3,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры при работе с внешними ТП в диапазоне св. +200 до +1370 °С, %	±1,5
Время установления показаний, с, не более	0,5
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	75:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	от 0,10 до 1,00 (настраиваемый)

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели BP2F

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры (ИК-канал), °С	от -40 до +280
Диапазон измерений температуры (контактный зонд), °С	от -40 до +200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (ИК-канал), °С: - в диапазоне от -40 до -30 °С включ. - в диапазоне св. -30 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±5,0 ±2,5 ±2,0

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С (ИК-канал), %	±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (контактный зонд), °С: - в диапазоне от -40 до -30 °С включ. - в диапазоне св. -30 до +100 °С включ.	±1,5 ±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С (контактный зонд), %	±1,0
Время установления показаний, с, не более	0,5
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	4:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	0,95 (фиксированный)

Метрологические характеристики пирометров инфракрасных TROTEC модели BP5F

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры (ИК-канал), °С	от -40 до +280
Диапазон измерений температуры (контактный зонд), °С	от -40 до +200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (ИК-канал), °С: - в диапазоне от -40 до -30 °С включ. - в диапазоне св. -30 до 0 °С включ. - в диапазоне св. 0 до +100 °С включ.	±5,0 ±2,5 ±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С (ИК-канал), %	±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (контактный зонд), °С: - в диапазоне от -40 до -30 °С включ. - в диапазоне св. -30 до +100 °С включ.	±1,5 ±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С (контактный зонд), %	±1,0
Время установления показаний, с, не более	0,5
Разрешающая способность (цена единицы младшего разряда), °С	0,1
Показатель визирования	20:1
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Коэффициент излучения	0,95 (фиксированный)