

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



Государственная система обеспечения единства измерений

Системы бесконтактного температурного контроля

МП 207-042-2024

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2024 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на системы бесконтактного температурного контроля (далее – системы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Проверка приборов проводится методом прямых измерений с излучателями в виде модели абсолютно черного тела.

Прослеживаемость поверяемых систем к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям приказа Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Метрологические характеристики тепловизоров приведены в Приложении 1.

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. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
5. Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
5.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали (только для стационарных тепловизоров ТВД-450)	9.1	Да	Нет
5.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры	9.2	Да	Да
5.3 Определение порога температурной чувствительности (только для стационарных тепловизоров ТВД-450)	9.3	Да	Нет
6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
7. Оформление результатов поверки	11	Да	Да

Примечания:

при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается

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 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; 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, рег.№ 53505-13
	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, рег. № 53431-13
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Излучатели в виде модели абсолютно чёрного тела АЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизводимых температур от минус 40 °C до плюс 1000 °C, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	Излучатели в виде модели абсолютно чёрного тела АЧТ 70/-40/80, рег. № 69533-17, Излучатели ОИ АЧТ 50/1500, рег. № 22249-15), Излучатели – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, рег. № 26476-10 и др.
Вспомогательные средства	Тепловой тест-объект с переменной щелью, излучательная способность не менее 0,96 Тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96 Измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм Поворотный столик, точность задания угла 1° Программное обеспечение «TestSoft»	- - - - -
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 систем 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 системами.

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 N 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 тепловизоров.

5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|--------------------------------------------------|-----------------|
| – температура окружающего воздуха, °C | 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 компонентов систем эксплуатационной документации на нее;
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании компонентов систем;
- отсутствие внешних повреждений компонентов поверяемых систем, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Система, не отвечающая 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 системы в различных режимах

7.2.1 Опробование системы при работе со стационарными тепловизорами ТВД-450

7.2.1.1 В соответствии с Руководством по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) подключить все компоненты системы.

7.2.1.2 Подают напряжение питания на систему. Светодиод индикатора контроля питания должен загореться зеленым цветом, после чего модуль температурного контроля производит последовательный циклический опрос всех подключенных стационарных тепловизоров ТВД-450 (далее по тексту – тепловизоры). Зеленый свет индикатора связи с датчиками сигнализирует о нормальной связи со всеми тепловизорами. На корпусе тепловизора также имеется индикатор, зеленый свет которого сигнализирует об успешной связи.

7.2.1.3 Запустить ПО «TestSoft». В соответствии с РЭ настроить все параметры подключения, после чего на мониторе ПК в соответствующем окне ПО отобразятся все

подключенные тепловизоры.

Системы, не отвечающие требованиям пп. 7.2.1.2-7.2.1.3, дальнейшей поверке не подлежат.

7.2.2 *Опробование системы при работе со стационарными пирометрами ДТП-300*

7.2.2.1 В соответствии с Руководством по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) подключить все компоненты системы.

7.2.1.2 Подают напряжение питания на систему. Светодиод индикатора контроля питания должен загореться зеленым цветом, после чего модуль температурного контроля производит последовательный циклический опрос всех стационарных пирометров ДТП-300 (далее по тексту – пирометры). Зеленый света индикатора связи с датчиками сигнализирует о нормальной связи со всеми пирометрами.

7.2.1.3 Запустить ПО «TestSoft». В соответствии с РЭ настроить все параметры подключения, после чего на мониторе ПК в соответствующем окне ПО отобразятся все подключенные пирометры и текущее измеряемое значение температуры.

Системы, не отвечающие требованиям пп. 7.2.2.2-7.2.2.3, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Проверка программного обеспечения средств измерений

В руководстве по эксплуатации (или паспорте) на систему отображена информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения систем должны соответствовать данным, указанным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО систем бесконтактного температурного контроля «Зной»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V1.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 *Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали (только для стационарных тепловизоров ТВД-450)*

Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали выполняют для каждого тепловизора, входящего в состав системы.

9.1.1 *Выбор рабочего расстояния*

Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °C. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

Режим работы тепловизора системы должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы на мониторе ПК.

В тепловом тест-объекте устанавливают максимальную ширину щели и измеряют максимальную температуру щели в термограмме.

В качестве рабочего расстояния (R) выбирают максимальное расстояние между объективом тепловизора и тепловым тест-объектом с переменной щелью, которое обеспечивает максимальное значение температуры щели в термограмме, при полном раскрытии щели.

9.1.2 *Определение угла поля зрения (вариант 1)*

Тепловизор устанавливают на поворотном столике, обеспечивающем возможность поворота и регистрации угла поворота столика относительно неподвижного основания в двух плоскостях, так, чтобы ось вращения совпадала с вертикальной плоскостью, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы на мониторе ПК. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 9.1.1.

На мониторе ПК наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивая тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совмещают вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика ϑ_{x1} и ϑ_{x2} , град.

Изображение центра теплового тест-объекта возвращают в центральную область термограммы. Поворачивая тепловизор в вертикальной плоскости, совмещают горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и регистрируют соответствующие углы на шкале столика ϑ_{y1} и ϑ_{y2} , град.

9.1.3 *Определение угла поля зрения (вариант 2)*

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 1 до 3 см, располагают тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизора должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы. Измерения проводятся на рабочем расстоянии, определенном в 9.1.1.

На полученной термограмме отмечают крайние метки, регистрируемые по вертикали или по горизонтали. Измеряют расстояние между крайними метками теплового тест-объекта (мм) и расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме в элементах разложения термограммы (эл.).

9.2 *Определение погрешности измерений радиационной температуры*

Определение погрешности измерений радиационной температуры проводят для каждого тепловизора или пиromетра, входящего в состав системы.

9.2.1 *Определение погрешности измерения радиационной температуры стационарных тепловизоров ТВД-450*

9.2.1.1 Измерения проводятся на расстоянии между источником излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ) и тепловизором, обеспечивающим перекрытие апертурой излучателя не менее 20 % угла поля зрения тепловизора, но не более 40 см. Излучающую поверхность эталонного излучателя совмещают с центральной областью термограммы на мониторе ПК.

9.2.1.2 Определение погрешности тепловизора проводят не менее чем в пяти точках диапазона измерений температур поверяемой системы (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). Ввести значение излучательной способности в соответствии с эталонным АЧТ с помощью ПО «TestSoft». После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измеряют радиационную температуру излучателя. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя по термограмме t_{cp}^t (°С).

9.2.1.3 Операции по п.п. 9.2.1.1-9.2.1.2 повторяют для остальных контрольных точек.

9.2.2 *Определение погрешности измерения радиационной температуры стационарных пиromетров ДТП-300*

9.2.2.1 Определение погрешности проводят не менее, чем в пяти точках диапазона измерений температур поверяемой системы (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона

измерений температур).

9.2.2.2 Включить АЧТ согласно Руководству по эксплуатации и установить требуемую температуру, соответствующую нижней границе диапазона измерений температуры. Ввести значение излучательной способности в соответствии с эталонным АЧТ с помощью ПО «TestSoft». 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.

9.2.2.3 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.

9.2.2.4 Операции по п.п. 9.2.2.1-9.2.2.3 повторяют для остальных контрольных точек.

9.3 Определение порога температурной чувствительности (только для стационарных тепловизоров ТВД-450)

ПЧТ и тепловизор подготавливают к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру ПЧТ равной 30 °С. Измерения проводятся на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют в выбранном положении. Проводят не менее 100 измерений.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении угла поля зрения по горизонтали и по вертикали (только для стационарных тепловизоров ТВД-450)

10.1.1 Вариант 1

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = |\vartheta_{x1} - \vartheta_{x2}|, \text{ градус} \quad (1)$$

$$\varphi_y = |\vartheta_{y1} - \vartheta_{y2}|, \text{ градус} \quad (2)$$

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать значениям, указанным в Приложении 1.

10.1.2 Вариант 2

Мгновенный угол поля зрения γ рассчитывают по формуле:

$$\gamma = \frac{2}{a} \operatorname{arctg} \frac{A}{2R}, \text{ рад.} \quad (3)$$

где A – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта, мм;

a – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме, эл.;

R – расстояние, определенное в пункте 9.1.1, мм.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно по формулам:

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (4)$$

$$\varphi_y = \gamma \cdot Y \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (5)$$

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать значениям, указанным в Приложении 1.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при проверке диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры

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

$$\Delta t = t_{cp}^l - t_{cp}, \text{ °C} \quad (6)$$

где t_{cp}^l – среднее значение измеренной температуры ТВД-450 (ДТП-300), °C;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного излучателя, °C.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне измерений температуры выше плюс 100 °C рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{t_{cp}^l - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где t_{cp}^l – среднее значение измеренной температуры ТВД-450 (ДТП-300), °C;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного излучателя, °C

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (6) или (7), не превышает значений, приведенных в Приложении 1.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении порога температурной чувствительности (только для стационарных тепловизоров ТВД-450)

10.3.1 Порог температурной чувствительности рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{nop} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n}}, \text{ °C} \quad (8)$$

где t_i – i -ое измеренное значение температуры, °C;

\bar{t} – среднее значение температур, °C;

n – количество измерений.

Значение Δt_{nop} не должно превышать указанного в Приложении 1.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Системы, 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.

11.3 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

Приложение 1

Метрологические характеристики систем бесконтактного температурного контроля

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C: - для ТВД-450	от -20 до +600; от -20 до +1000 (*)
- для ДТП-300	от -40 до +300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -40 °C до +100 °C включ., °C: - для ТВД-450 - для ДТП-300	±3,0 ±4,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C до +600 °C, %	±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +600 °C	±3,0
Порог температурной чувствительности для ТВД-450 (при температуре объекта +30 °C), °C	≤ 0,14
Углы поля зрения (для ТВД-450), градус по горизонтали × градус по вертикали	45,0°×45,0°
Примечание: * - по специальному заказу	