



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»



Государственная система обеспечения единства измерений

Камеры тепловизионные Tianbo H

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-678-207-2025

г. Москва
2025 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на камеры тепловизионные Tianbo H (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

Прослеживаемость поверяемых тепловизоров к государственным первичным эталонам (ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021) обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям приказа Росстандарта от 19.11.2024 № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении 1 настоящей методики.

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 (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
6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
7. Оформление результатов поверки	11	Да	Да

Примечания:

- 1) При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;
- 2) Допускается возможность проведения поверки на меньшем числе диапазонов измерений температуры, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при этом делается соответствующая запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа</p>	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег.№ 53505-13; Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13
п.7.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Излучатели протяженные в виде модели абсолютно черного тела ПЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизведения температуры от +30 °C и выше, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712	Излучатели – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, рег.№ 26476-10 и др.
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизведения температуры от -40 °C до +2000 °C, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712</p> <p>Тепловой тест-объект с переменной щелью, излучательная способность не менее 0,96</p>	<p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80, рег. 69533-17;</p> <p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела М300, рег. № 56559-14;</p> <p>Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500, рег. № 38818-08;</p> <p>Излучатели ОИ АЧТ 50/1500, рег.№ 22249-15.</p> <p>Излучатели – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, рег.№ 26476-10 и др.</p> <p>-</p>

	Тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96	-
	Измерительная линейка с длиной 500 мм, ц.д. 1 мм	-
	Поворотный столик с точностью задания угла 1°	-

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Проверка тепловизоров 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 тепловизорами.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 г. № 811;
 - требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), утвержденные приказом Министерства труда России от 15.12.2020 г. № 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, °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 тепловизора эксплуатационной документации на него;
 - отсутствие посторонних шумов при встрихивании;
 - отсутствие внешних повреждений поверяемого тепловизора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Тепловизор, не отвечающий 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

Тепловизор и эталонный излучатель – протяженное черное тело (далее – ПЧТ) подготавливают к работе согласно РЭ на них. Тепловизор наводят на излучающую поверхность излучателя. Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °C.

Проверяют работу тепловизора во всех режимах, предусмотренных РЭ.

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

8 Проверка программного обеспечения средств измерений

В меню настроек внутреннего ПО тепловизора отображена информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать, указанным в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО камер тепловизионных Tianbo H

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже Н1.1.10_0.3.13_1.5.2
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

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 должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совмещают с центральной областью термограммы на мониторе персонального компьютера (далее по тексту – 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 °C. 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 дисплее монитора компьютера. 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 °C. 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 измерения радиационной температуры

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

Определение погрешности тепловизора проводят не менее чем в пяти точках диапазона измерений температуры (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона).

После установления стационарного режима эталонного излучателя проводят поверяемым тепловизором не менее 5-ти измерений радиационной температуры излучателя по области, ограничивающей изображение его апертуры на термограмме (с учетом его излучательной способности и радиационной температуры, и определяют среднее значение t_{cp}^t (°C)).

9.3 Определение порога температурной чувствительности

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

Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении. Записывают в память тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

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

10.1.1 Вариант 1

Углы поля зрения по горизонтали φ_x (градус) и по вертикали φ_y (градус) рассчитывают соответственно по формулам 1, 2:

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

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

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 (рад) рассчитывают по формуле 3:

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

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 (градус) и по вертикали φ_y (градус) рассчитывают соответственно по формулам 4, 5:

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

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

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 Абсолютную погрешность измерений температуры Δt ($^{\circ}$ C) в диапазоне измерений температуры от минус 40 $^{\circ}$ C до плюс 100 $^{\circ}$ C включительно рассчитывают по формуле 6:

$$\Delta t = t_{cp}^t - t_{cp} \quad (6)$$

где: t_{cp}^t – среднее значение температуры по показаниям поверяемого тепловизора, $^{\circ}$ C;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, $^{\circ}$ C.

Относительную погрешность измерений температуры δ (%) в диапазоне измерений температуры свыше плюс 100 $^{\circ}$ C рассчитывают по формуле 7:

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

где: t_{cp}^t – среднее значение температуры по показаниям поверяемого тепловизора, $^{\circ}$ C;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, $^{\circ}$ 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 (разность температур, эквивалентная шуму)

10.3.1 Произвести экспорт полученных термограмм в матрицу элементов значений температуры с помощью ПО «TBSmartIRImage», поставляемого в комплекте с тепловизором.

10.3.2 Определяют разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью ПО «TBSmartIRImage» и рассчитывают по формуле 8:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)} \quad (8)$$

где: $t_{ij}^{(1)}$ – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i;j), °C;
 $t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i;j), °C.

Матрицу разностей температуры Δt_{ij} представляют в виде числового ряда Δt_i . Порог температурной чувствительности Δt_{nop} рассчитывают по формуле 9:

$$\Delta t_{nop} = 0,707 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - \bar{\Delta t})^2}{n}} \quad (9)$$

где Δt_i – разность температуры i -го элемента разложения термограмм, °C;

$\bar{\Delta t}$ – средняя разность температуры, °C;

n – количество элементов разложения в термограмме.

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

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Тепловизоры, 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. Ведение протокола осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

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.

Разработал:
Ведущий инженер отдела 207
ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»

М.В. Константинов

Начальник отдела 207
ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»

А.А. Игнатов

Таблица П1 - Метрологические характеристики камер тепловизионных Tianbo H

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений температуры *, °C	от -40 до +150 от 0 до +410 от +300 до +2000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -40 °C до +100 °C включ., °C	±2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C до +2000 °C, %	±2,0
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C, не более	0,03
Углы поля зрения (в зависимости от типа объектива), градус по горизонтали × градус по вертикали:	24,0°×18,0° (стандартный) 48°×37° 12°×9° 7°×5°
Примечание:	

* – указанные диапазоны измерений температуры выбираются вручную (в меню тепловизора) или переключаются автоматически.