



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«13» марта 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КАМЕРЫ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ АТ

Методика поверки

РТ-МП-1286-442-2022

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на камеры тепловизионные портативные АТ (далее – тепловизоры), устанавливает методы и средства их первичной и периодической проверок.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых тепловизоров к государственному первичному эталону единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

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

ГЭТ 34-2020 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до плюс 3000 °С;

ГЭТ 35-2021 Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К

1.3 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений по эталонным черным телам.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробование средства измерений)	8.1	Да	Да
Опробование (при подготовке к поверке и опробование средства измерений)	8.3	Да	Да
Определение угла поля зрения по горизонтали	9	Да	Нет
Определение метрологических характеристик средств измерений	10	-	-
Определение диапазона и погрешности измерений температуры	10.1	Да	Да
Определение температурной чувствительности	10.2	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

2.2 Периодическую поверку тепловизора допускается проводить на любом поддиапазоне на основании письменного заявления владельца тепловизора. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

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, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на средства поверки и поверяемые тепловизоры.

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробование средства измерений)	Средство измерений термометры окружающего воздуха в диапазоне измерений температуры от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью измерений температуры ± 1 °С; Средство измерений относительной влажности воздуха с диапазоном измерений относительной влажности от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью измерений относительной влажности ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
п. 9 Определение угла поля зрения по горизонтали	Рабочий эталон 2-го разряда, соответствующий требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253, в диапазоне значений от +30 °С до +95 °С; тепловой тест-объект с переменной целью и тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96; Рулетка измерительная металлическая Р5УЗД 3-й класс точности по ГОСТ 7502-98	Излучатель – протяженное черное тело ПЧТ-540/40/100, рег.№ 26476-10; Излучатель протяженное черное тело ОИ ПЧТ «Атлас», рег.№ 71363-18; Рулетки измерительные металлические Р1УЗД вид 1, Р1УЗД вид 2, Р1УЗД вид 3, Р2УЗД вид 1, Р2УЗД вид 2, Р3УЗД, Р5УЗД, Р10УЗК, Р20УЗК, Р30УЗК, Р50УЗК, Р100УЗК, рег. № 11505-92

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение погрешности измерений температуры	Рабочий эталон 2-го разряда, соответствующий требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253, в диапазоне от -20 °С до +2000 °С	Излучатели ОИ АЧТ 50/1500, рег.№ 22249-15 Источники излучения в виде модели черного тела серии М300, рег. № 56559-14
10.2 Определение температурной чувствительности	Рабочий эталон 2-го разряда, соответствующий требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253, в диапазоне от +30 °С до +95 °С; Рулетка измерительная металлическая Р5УЗД ГОСТ 7502-98, 3-й класс точности	Излучатель – протяженное черное тело ПЧТ-540/40/100, рег. № 26476-10; Излучатель протяженное черное тело ОИ ПЧТ «Атлас» рег. № 71363-18; Рулетки измерительные металлические Р1УЗД вид 1, Р1УЗД вид 2, Р1УЗД вид 3, Р2УЗД вид 1, Р2УЗД вид 2, Р3УЗД, Р5УЗД, Р10УЗК, Р20УЗК, Р30УЗК, Р50УЗК, Р100УЗК, рег. № 11505-92
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на тепловизоры.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре тепловизоров проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа и руководству по эксплуатации на тепловизоры;
- отсутствие видимых повреждений корпуса тепловизоров, которые могут повлиять на метрологические характеристики или безопасность проведения поверки;
- отсутствие посторонних шумов при наклонах корпуса.

Тепловизоры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены условия, приведенные п.3.

8.2 Подготовка к поверке

Поверяемые тепловизоры и средства поверки должны быть размещены и подключены в соответствии с требованиями, указанными в руководствах по эксплуатации на них.

8.3 Опробование

Опробование тепловизоров проводить следующим образом:

- включить тепловизоры;
- проверить функционирование тепловизоров в различных режимах;
- проверить возможность изменения излучательной способности объекта.

8.4 Проверка идентификации программного обеспечения

Включить тепловизор, зайти во вкладку «Information». В открывшемся окне отобразится номер версии (идентификационный номер) встроенного ПО.

Номер версий (идентификационный номер) ПО должен соответствовать значению, указанному в описании типа.

Тепловизоры, не отвечающие требованиям п.п. 8.2-8.4, дальнейшей поверке не подлежат.

9 Определение угла поля зрения по горизонтали

9.1 Выбор рабочего расстояния

Установить температурный режим эталонного протяженного излучателя выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположить тепловой тест-объект с переменной щелью.

Режим работы тепловизоров должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Совместить изображение центра теплового тест-объекта с центральной областью термограммы.

Установить в тепловом тест-объекте максимальную ширину щели и измерить максимальную температуру щели в термограмме.

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

9.2 Определение угла поля зрения

Температурный режим эталонного протяженного излучателя установить выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположить тепловой тест-объект с метками.

Режим работы тепловизоров должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместить с центральной областью термограммы.

Провести измерения на рабочем расстоянии.

На полученной термограмме отметить крайние метки, регистрируемые по горизонтали. Измерить расстояние между крайними метками теплового тест-объекта (мм) и расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме в элементах разложения термограммы (далее – эл.).

Мгновенный угол поля зрения γ , рад рассчитать по формуле

$$\gamma = \frac{2}{a} \arctg \frac{A}{2R}, \quad (1)$$

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

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

R – рабочее расстояние, мм.

Угол поля зрения по горизонтали φ_x , градус рассчитать соответственно по формуле:

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \quad (2)$$

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Угол поля зрения φ_x должен соответствовать значениям, приведенным в описании типа средства измерений.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение погрешности измерений температуры

Измерения проводить на расстоянии между эталонным источником излучения в виде модели черного тела (далее – эталонный излучатель) и тепловизором, обеспечивающим перекрытие апертурой эталонного излучателя не менее 20 % угла поля зрения тепловизоров, но не менее 0,3 м. Излучающую поверхность эталонного излучателя совместить с центральной областью термограммы.

Определить погрешность тепловизоров в пяти точках диапазона измерений температуры (нижняя, верхняя и двух точках внутри диапазона). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, произвести не менее пяти отсчетов показаний тепловизоров температуры эталонного излучателя. Определить среднее значение температуры эталонного излучателя по термограмме t'_{cp} , °С с учетом его излучательной способности и температуры фона.

Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt , °С в диапазоне измерений температуры от минус 20 °С до плюс 100 °С включительно рассчитать по формуле:

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

где t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры эталонного источника излучения в виде модели черного тела на термограмме, °С

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного источника излучения в виде модели черного тела, °С

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ , % в диапазоне измерений температуры свыше плюс 100 °С до плюс 2000 °С рассчитать по формуле:

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

где t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры эталонного источника излучения в виде модели черного тела на термограмме, °С;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного источника излучения в виде модели черного тела, °С.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формулам (3) и (4) не превышает значений, приведенных в описании типа средства измерений.

10.2 Определение температурной чувствительности

Подготовить эталонный протяженный излучатель и тепловизор к работе согласно руководству по эксплуатации. Установить температуру эталонного протяженного излучателя, равной плюс 30 °С. Провести измерения на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизоров.

Навести тепловизор на центральную область апертуры эталонного протяженного излучателя и зафиксировать тепловизор в выбранном положении. Записать в запоминающее устройство тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

Определить разность температур Δt_{ij} , °С для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, или рассчитать по формуле

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)} \quad (5)$$

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

Матрицу разностей температур Δt_{ij} , °С представить в виде числового ряда Δt_i , °С
Рассчитать порог температурной чувствительности $\Delta t_{\text{пор}}$, °С по формуле

$$\Delta t_{\text{пор}} = 0,707 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n}} \quad (6)$$

где $\Delta t_{\text{пор}}$ – порог температурной чувствительности

Δt_i – разность температуры i -го элемента разложения термограмм, °С

$\overline{\Delta t}$ – средняя разность температуры, °С

n – количество элементов разложения в термограмме

Порог температурной чувствительности $\Delta t_{\text{пор}}$, °С не должен превышать значения, приведенного в описании типа средства измерений.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Оценку соответствия средства измерений метрологическим требованиям проводить для всех контрольных значений в соответствии с п. 10.

11.2 Результат поверки тепловизоров считать положительным, если абсолютная погрешность измерений температуры, рассчитанная по формуле (3) и относительная погрешность измерений температуры, рассчитанная по формуле (4) для всех контрольных точек не превышает пределов допускаемой погрешности измерений температуры, указанной в описании типа, в противном случае результат поверки считать отрицательным.

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 в поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

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

12.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

И.о. начальника лаборатории № 442

И.Н. Свистунов

Главный специалист
по метрологии лаборатории № 442

В.А. Калущих