



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»

С.А. Денисенко

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Камеры тепловизионные стационарные Pergam Spectr UC

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-330-207-2025

г. Москва
2025 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на камеры тепловизионные стационарные Pergam Spectr UC (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 средства измерений и проверка работы тепловизора в различных режимах | 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 | 9.1 | Да | Нет |
| 5.2 Определение погрешности измерения радиационной температуры | 9.2 | Да | Да |
| 5.3 Определение порога температурной чувствительности | 9.3 | Да | Нет |
| 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 поддиапазонов 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 | <p>Средства измерений температуры окружающей среды от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С;</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 средства измерений и проверка работы тепловизора в различных режимах | Излучатели протяженные в виде модели абсолютно черного тела ПЧТ, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизводимых температур от плюс 30 °С и выше, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда 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 воспроизводимых температур от минус 20 °С до плюс 2000 °С, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда 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> | Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80, рег. 69533-17. Излучатели в виде модели абсолютно черного тела М300, рег. № 56559-14. Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-30/900/2500, рег. № 38818-08. Излучатели ОИ АЧТ 50/1500, рег.№ 22249-15. Излучатели – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, рег.№ 26476-10 и др. - |

| | | |
|--|---|---|
| | 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° | - |

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 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:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)»;
- 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 встряхивании;
- 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 средства измерений и проверка работы тепловизора в различных режимах

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 управляющего 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 стационарных Pergam Spectr UC

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|-----------------|
| Идентификационное наименование ПО | Research |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже V1.2.11 |
| 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 рабочих температур тепловизора (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 температуры радиационного фона) и определяют среднее значение t_{cp}^i (°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 ($^{\circ}\text{C}$) в диапазоне измерений температуры от минус 20 $^{\circ}\text{C}$ до плюс 100 $^{\circ}\text{C}$ 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, $^{\circ}\text{C}$;

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

Относительную погрешность измерений температуры δ (%) в диапазоне измерений температуры выше плюс 100 $^{\circ}\text{C}$ 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, $^{\circ}\text{C}$;

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

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 Research, прилагаемого к тепловизору.

10.3.2 Определяют разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью ПО Research 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 температур 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 температур i -го элемента разложения термограмм, °C;

$\bar{\Delta t}$ – средняя разность температур, °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.

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 стационарных Pergam Spectr UC

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели) | | |
|---|------------------------------------|--|-----------------------|
| | Pergam Spectr 384 UC | Pergam Spectr 640 UC | Pergam Spectr 1280 UC |
| Диапазон измерений температуры (стандартный), °C | от -20 до +550 от -20 до +800 | от -20 до +550 ^(*) от -20 до +800 ^(**) | от -20 до +400 |
| Диапазон измерений температуры (опциональный), °C | от -20 до +1600 от -20 до +2000 | от -20 до +1600 ^(**) от -20 до +2000 ^(**) | - |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 °C до +100 °C включ., °C | | ±2,0 | |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C включ., % | | ±2,0 | |
| Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C, не более | | 0,05 | |
| Углы поля зрения (в зависимости от типа объектива), градус по горизонтали × градус по вертикали | | См. таблицу П1.1 | |
| Примечания: | | | |
| (*) - только для модели с разрешением детектора 640×512; | | | |
| (**) - только для модели с разрешением детектора 640×480. | | | |
| При использовании объектива 4,8 мм с углами поля зрения 114°×88° верхний предел диапазона измерений температуры - не более +650 °C. | | | |

Таблица П1.1

| Наименование характеристики | Значение (в зависимости от модели) | | | |
|--|------------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------|
| | Pergam Spectr 384 UC | Pergam Spectr 640 UC | | Pergam Spectr 1280 UC |
| | | 640×480 | 640×512 | |
| Углы поля зрения (в зависимости от типа объектива), градус по горизонтали × градус по вертикали: | | | | |
| 4,1 мм | - | - | 89°×75° | - |
| 4,8 мм | 68°×52° | 114°×88° | - | - |
| 7,5 мм | - | - | - | 91,4°×78,6° |
| 8 мм | 41°×32° | 68,4°×54° | - | - |
| 9,1 мм | - | - | 48°×38° | - |
| 9,6 мм | 35,4°×27,6° | 59,1°×46,1° | - | - |
| 13 мм | 27,2°×20,8° | 45,4°×34,8° | 33°×29° | - |
| 19 мм | 19,2°×14,5° | 32°×24,2° | 22°×18° | 44°×35,8° |
| 25 мм | 14,7°×11° | 24,6°×18,5° | 17°×14° | 34,2°×27,6° |
| 35 мм | 10,6°×7,9° | 17,7°×13,3° | 12,5°×10° | - |
| 50 мм | 7,4°×5,6° | 12,4°×9,3° | - | 17,5°×14° |
| 55 мм | - | - | 8°×6,4° | - |
| 100 мм | - | - | - | 8,8°×7° |