

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



Е.В. Морин

«08» июня 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ИНФРАКРАСНЫЕ КАМЕРЫ FLIR T1020, FLIR T1030sc

Методика поверки

РТ-МП-3464-442-2017

г. Москва
2017 г.

Настоящая методика распространяется на инфракрасные камеры FLIR T1020, FLIR T1030sc (далее – инфракрасные камеры), изготавливаемые фирмой «FLIR Systems AB», Швеция, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Данная методика поверки разработана на основе ГОСТ Р 8.619-2006 «Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки»

Интервал между поверками 1 год.

Метрологические характеристики инфракрасных камер приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

	FLIR T1020	FLIR 1030sc
Наименование характеристики	Значение	
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1: от -40 до +150 Диапазон 2: от 0 до +650 Диапазон 3: от +300 до +2000	
Дискретность отображения температуры, °С:	0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С, для Диапазона 1:		
- от минус 40 до плюс 5 °С включ.	±2	
- св. плюс 5 до плюс 100 °С включ.	±1	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры, %, для Диапазона 1 св. плюс 100 до плюс 150 °С	±1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С, для Диапазона 2 от 0 до плюс 100 °С включ.	±2	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры, %, для Диапазона 2 и Диапазона 3 св. плюс 100 °С	±2	
Порог температурной чувствительности (при 30 °С), °С, не более	0,02	
Угол поля зрения, не менее, ... °	12×9, 28×21, 45×34	

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	5.3	Да	Нет
3 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры	5.4	Да	Да
4 Определение порога температурной чувствительности	5.5	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта методики поверки	Средства поверки и их основные метрологические и технические характеристики
5.1	Средства поверки не применяются
5.2	Средства поверки не применяются
5.3	эталонный излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, в диапазоне от плюс 30 до плюс 95 °С; тепловой тест-объект с переменной щелью и тепловой тест-объект с метками, излучательная способность не менее 0,96; поворотный столик, точность задания угла 1°; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм
5.4	эталонные источники излучения в виде моделей черного тела 1 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, в диапазоне от плюс 5 до плюс 150 °С, эталонный пирометр полного и частичного излучения 1 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009 в диапазоне от плюс 5 до плюс 150 °С, эталонные источники излучения в виде моделей черного тела 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, в диапазоне от минус 40 до плюс 2000 °С.
5.5	эталонный излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, в диапазоне от плюс 30 до плюс 95 °С; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм

Примечания:

- 1 Все применяемые средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.
- 2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых инфракрасных камер с требуемой точностью.
- 3 Периодическую поверку инфракрасных камер допускается проводить на меньшем числе поддиапазонов на основании письменного заявления владельца инфракрасной камеры. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на средства измерений, применяемые при поверке инфракрасных камер;
- ГОСТ 31581-2012 «Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий»;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве пользователя инфракрасных камер.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководством по эксплуатации на средства поверки и руководством пользователя на инфракрасные камеры.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

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;

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие внешнего вида инфракрасной камеры описанию типа;
- отсутствие посторонних шумов при наклонах корпуса;
- отсутствие внешних повреждений поверяемой инфракрасной камеры, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Инфракрасная камера, не отвечающая перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

5.2 Опробование

Проверка работы инфракрасной камеры в различных режимах

Подготовьте инфракрасную камеру к работе согласно руководства пользователя (РП).

Проверьте возможность изменения диапазона измерения температуры и излучательной способности объекта, запись термограммы.

Если хотя бы на одном из режимов работы инфракрасной камеры не выполняются функции, указанные в РП, поверку не проводят.

5.3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

5.3.1 Выбор рабочего расстояния

Установите температурный режим ПЧТ выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположите тепловой тест-объект с переменной щелью.

Режим работы инфракрасной камеры должен обеспечивать максимальную его чувствительность. Совместите изображение центра теплового тест-объекта с центральной областью термограммы.

Установите в тепловом тест-объекте максимальную ширину щели и измерьте максимальную температуру щели в термограмме.

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

5.3.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

Установите инфракрасную камеру 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 инфракрасной камеры.

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

Режим работы инфракрасной камеры должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместите с центральной областью термограммы. Проведите измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

На видеодисплее (экране дисплея) инфракрасной камеры наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивайте инфракрасную камеру с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совместите вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и зарегистрируйте соответствующие углы на шкале столика ϑ_{x1} и ϑ_{x2} , градус.

Изображение центра теплового тест-объекта верните в центральную область термограммы. Поверните инфракрасную камеру в вертикальной плоскости, совместите горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и зарегистрируйте соответствующие углы на шкале столика ϑ_{y1} и ϑ_{y2} , градус.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитайте 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 указанным в таблице 1.

5.3.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

Установите температурный режим протяженного излучателя выше температуры окружающей среды на 10 °С. Перед протяженным излучателем, на расстоянии от 10 до 30 мм, расположите тепловой тест-объект с метками.

Режим работы инфракрасной камеры должен обеспечивать максимальную чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместите с центральной областью термограммы. Проведите измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

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

Рассчитайте мгновенный угол поля зрения γ по формуле:

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

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 5.3.1, мм.

Рассчитайте углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y 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

таблице 1.

5.4 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры.

5.4.1 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры методом прямых измерений с помощью эталонного источника излучения в виде модели черного тела.

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

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

Допускаемую абсолютную погрешность Δt температуры инфракрасной камеры рассчитайте по формуле:

$$\Delta t = t'_{cp} - t_{cp}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

где, t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °C;

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

Допускаемую относительную погрешность δ температуры инфракрасной камеры рассчитайте по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

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

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

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

5.4.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры методом сличения с эталонным пирометром 1 разряда.

Определить погрешности инфракрасной камеры в пяти точках диапазона измерений температуры инфракрасной камеры (нижняя, верхняя и трех точек внутри диапазона).

Измерения провести на расстоянии между эталонным излучателем и инфракрасной камерой, обеспечивающем перекрытие апертурой эталонный излучатель не менее 20 % угла поля зрения инфракрасной камеры, но не менее 0,3 м. Излучающую поверхность эталонного излучателя совместить с центральной областью термограммы.

После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, произвести не менее пяти отсчетов показаний инфракрасной камеры температуры эталонного излучателя. Установить эталонный пирометр 1 разряда (далее – эталонный пирометр) таким образом, чтобы его оптическая ось совпадала с осью эталонного излучателя и проходила через центр его излучающей поверхности. Произвести не менее пяти отсчетов показаний эталонного пирометра температуры эталонного излучателя. Определить среднее значение температуры эталонного излучателя измеренное инфракрасной камерой и эталонным пирометром с учетом его излучательной способности и температуры фона.

Допускаемую абсолютную погрешность Δt температуры инфракрасной камеры рассчитайте по формуле (6), допускаемую относительную погрешность δ температуры инфракрасной камеры рассчитайте по формуле (7), где t'_{cp} – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, t_{cp} – среднее значение температуры измеренная эталонным пирометром, °C.

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

5.5 Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)

Подготовьте ПЧТ и инфракрасную камеру к работе согласно РЭ и РП. Установите температуру ПЧТ равной 30 °С. Проведите измерения на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения инфракрасной камеры.

Наведите инфракрасную камеру на центральную область апертуры излучателя и зафиксируйте инфракрасную камеру в выбранном положении. Запишите в запоминающее устройство инфракрасной камеры две термограммы через короткий промежуток времени.

Определите разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к инфракрасной камере, или рассчитайте по формуле:

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

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} представьте в виде числового ряда Δt_i . Рассчитайте порог температурной чувствительности $\Delta t_{\text{пор}}$ по формуле:

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

где, Δt_i – разность температур i -го элемента разложения термограмм, °С;

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

n – количество элементов разложения в термограмме.

Значение $\Delta t_{\text{пор}}$ не должно превышать указанного в таблице 1.

5 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительном результате поверки инфракрасная камера признаётся годной и допускается к применению. На неё оформляется свидетельство о поверке в соответствии с разделом VI документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» утверждённого приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности, в соответствии с Приложением 2 документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» утверждённого приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г.

Начальник лаборатории 442

Р.А. Горбунов

Ведущий инженер по метрологии лаборатории 442

В.А. Калущих