



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

«22» марта 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**КАМЕРА ТЕПЛОВИЗИОННАЯ
FLIR X6530SC**

Методика поверки

РТ-МП-232-442-2021

г. Москва
2021 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на камеру тепловизионную FLIR X6540sc (далее – тепловизор), устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого тепловизора 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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	10	Да	Нет
Определение метрологических характеристик средств измерений	11	-	-
Определение диапазона и погрешности измерений температуры	11.1	Да	Да
Определение порога температурной чувствительности	11.2	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	12	Да	Да

2.2 По письменному заявлению владельца средства измерений возможно проведение поверки на меньше числе поддиапазонов с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении результатов поверки.

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:

- ознакомленные с руководством по эксплуатации на тепловизор;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	эталонный протяженный излучатель 2-го разряд по ГОСТ 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; рулетка измерительная металлическая Р5УЗД ГОСТ 7502-89, 3-й класс точности
11.1	эталонные источники излучения в виде моделей черного тела 2-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне от плюс 5 до плюс 500 °С
11.2	эталонный протяженный излучатель 2-го разряд по ГОСТ 8.558-2009, в диапазоне от плюс 30 до плюс 95 °С; рулетка измерительная металлическая Р5УЗД ГОСТ 7502-89, 3-й класс точности

5.2 Средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке.

5.3 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям:

- Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры ГОСТ 8.558-2009.

5.4 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734.

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 24 июля 2013 года № 328н «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 тепловизор.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре тепловизора проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки Описанию типа и руководству по эксплуатации на тепловизор;
 - отсутствие видимых повреждений корпуса и дисплея тепловизора, которые могут повлиять на метрологические характеристики или безопасность проведения поверки;
 - отсутствие посторонних шумов при наклонах корпуса.
- Тепловизор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Поверяемый тепловизор и средства поверки должны быть размещены и подключены в соответствии с требованиями, указанными в руководствах по эксплуатации на них.

8.2 Опробование тепловизора проводить следующим образом:

8.2.1 Включить тепловизор, проверить функционирование тепловизора в различных режимах.

8.2.2 Проверить возможность изменения диапазона измерений температуры и излучательной способности объекта, записи термограммы.

Тепловизор, не отвечающий требованию п. 8.2, дальнейшей поверке не подлежит.

9 Проверка программного обеспечения

Включить компьютер запустить программу «ReasearchIR». На экране компьютера отобразится номер версии (идентификационный номер) ПО.

Результат проверки считают положительным, если номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

10 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

10.1 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 тепловизора 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 тепловизора и тепловым тест-объектом с переменной щелью, которое обеспечит максимальное значение температуры щели в термограмме при полном раскрытии щели.

10.2 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 тепловизора 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 вертикали или 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 рассчитать по формуле:

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

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.

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

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

$$\varphi_y = \gamma \cdot Y \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (3)$$

где, γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Углы поля зрения φ_x и φ_y должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа средства измерений.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Проверка диапазона и 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 тепловизора, но не менее 0,3 м. Излучающую поверхность эталонного излучателя совместить с центральной областью термограммы.

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

Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от плюс 5 до плюс 100 °С включительно рассчитать по формуле:

$$\Delta t = t'_{cp} - t_{cp}, \text{ °С} \quad (4)$$

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

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне измерений температуры свыше плюс 100 до плюс 500 °С рассчитать по формуле:

$$\delta = \frac{t'_{cp} - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

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 поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (4) или (5), не превышает значений, приведенных в описании типа средства измерений.

11.2 Определение порога 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 тепловизора.

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} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, или рассчитать по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \text{ °С} \quad (6)$$

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} представить в виде числового ряда Δt_i . Рассчитать порог температурной чувствительности Δt_{nop} по формуле:

$$\Delta t_{nop} = 0,707 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n}}, \text{ °С} \quad (7)$$

где Δt_{nop} – 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 Δt_{nop} не должен превышать значения приведенных в описании типа средства измерений.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Оценка соответствия средства измерений метрологическим требованиям, указанным в Описании типа.

12.1.1 Оценку соответствия средства измерений метрологическим требованиям проводить для всех контрольных значений в соответствии с п. 11.

12.1.2 Допускается выполнять оценку соответствия средства измерений

метрологическим требованиям на меньшее число поддиапазонов с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении результатов поверки.

12.1.3 Результат поверки тепловизора 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, указанной в описании типа.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

13.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

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

13.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

И.о начальника лаборатории № 442

Д.А. Подобрянский

Ведущий инженер
по метрологии лаборатории № 442

В А. Калущих