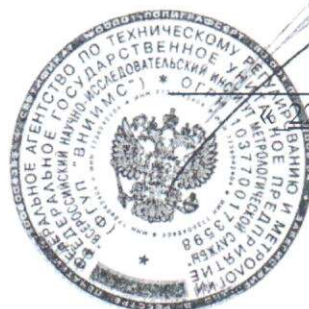


УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

« 2 » августа 2011 г.



**Камеры инфракрасные портативные FLIR моделей i3, T620, T640, T620bx,
T640bx, E30, E40, E50, E60, E30bx, E40bx, E50bx, E60bx**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г.Москва
2011 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на Камеры инфракрасные портативные FLIR моделей i3, T620, T640, T620bx, T640bx, E30, E40, E50, E60, E30bx, E40bx, E50bx, E60bx (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

Метрологические характеристики тепловизоров приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1. Характеристики тепловизоров FLIR модели i3 и серии T

Наименование характеристики	Модели тепловизоров		
	i3	T620 (T620bx)	T640 (T640bx)
Диапазон измеряемых температур, °С	от минус 20 до плюс 250	от минус 40 до плюс 650 (опционально до плюс 2000)	от минус 40 до плюс 2000 (T640bx: от минус 40 до плюс 650)
Пределы допускаемой погрешности	±2 % (от измеряемой величины), но не менее ±2 °С		
Порог температурной чувствительности, °С	0,15 (при плюс 30 °С)	0,05 (при плюс 30 °С)	0,04 (при плюс 30 °С)
Частота кадров, Гц	9	30	
Размер матрицы, кол-во элементов	60 × 60	640 × 480	
Пространственное разрешение со стандартным объективом, мрад	3,7	0,68	
Спектральный диапазон, мкм	7,5 ÷ 13	7,8 ÷ 14	
Регулируемая излучательная способность	0,1 ÷ 1,00 (с шагом 0,01)	0,01 ÷ 1,00 (с шагом 0,01)	
Углы поля зрения, градус по горизонтали × по вертикали / минимальное фокусное расстояние, м	12,5° × 12,5° / 0,6	25° × 19° / 0,25 (опционально 15° × 11° / 0,5; 45° × 34° / 0,15)	
Масса не более, г	340	1300	
Габаритные размеры, мм (длина×ширина×высота)	223×79×83	143×195×95	
Напряжение питания постоянного тока (внешнее), В	3,7		
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С: - относительная влажность, %:	от 0 до плюс 50 до 95	от минус 15 до плюс 50 до 95	

Таблица 2. Характеристики тепловизоров FLIR серии E

Наименование характеристики	Модели тепловизоров			
	E30 (E30bx)	E40 (E40bx)	E50 (E50bx)	E60 (E60bx)
Диапазон измеряемых температур, °С	от минус 20 до плюс 350 (до плюс 120 для версии bx)	от минус 20 до плюс 650 (до плюс 120 для версии bx)		
Пределы допускаемой погрешности	±2 % (от измеряемой величины), но не менее ±2 °С			
Порог температурной чувствительности, °С	0,1 (при плюс 30 °С)	0,07 (0,045 для версии bx) (при плюс 30 °С)	0,05 (0,045 для версии bx) (при плюс 30 °С)	
Частота кадров, Гц (скорость потоковой передачи радиометрического видео)	60			
Размер матрицы, кол-во элементов	160 × 120		240 × 180	320 × 240
Пространственное разрешение со стандартным объективом, мрад	2,72		1,82	1,36
Спектральный диапазон, мкм	7,5 ÷ 13			
Регулируемая излучательная способность	0,01 ÷ 1,00 (с шагом 0,01)			
Углы поля зрения, градус по горизонтали × по вертикали / минимальное фокусное расстояние, м	25° × 19° / 0,4 (опционально 15° × 11° / 1,2; 45° × 34° / 0,2)			
Масса не более, г	825			
Габаритные размеры, мм (длина×ширина×высота)	246 × 97 × 184			
Напряжение питания постоянного тока, В	3,7			
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С: - относительная влажность, %:	от минус 15 до плюс 50 до 95			

2 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)	6.2	Да	Да
3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	6.3	Да	Нет
4 Проверка диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры.	6.4	Да	Да
5 Определение порога температурной чувствительности	6.5	Да	Нет

3 Средства поверки

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

Таблица 4

Наименование и тип средств измерений и оборудования	Основные технические характеристики
Источники излучения в виде моделей черного тела	2 разряд, диапазон воспроизводимых температур от минус 20 до плюс 1800 °С
Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100	2 разряд, диапазон воспроизводимых температур от плюс 30 до плюс 95 °С
Тепловой тест-объект с переменной щелью	Излучательная способность не менее 0,96
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, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2 Допускается применение других средств измерений с метрологическими характеристиками, не хуже указанных, и разрешенных к применению в Российской Федерации.

4 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 эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации тепловизоров.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации тепловизоров и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 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;

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

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.

6.2 Опробование

6.2.1 Проверка версии программного обеспечения

После включения тепловизора на ж/к-дисплее прибора высвечивается наименование ПО и идентификационный номер.

Таблица 5

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер)
Flir i3 (ПО для тепловизоров FLIR модели i3, встроенная часть)	4.XX
Flir Exx, Txx (ПО для тепловизоров FLIR серии T и E, встроенная часть)	1.XX.XX

Значащей частью в идентификационном номере являются все цифры. Если значащая часть идентификационного номера не совпадает, дальнейшую поверку не проводят.

6.2.2 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.

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.

6.3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

6.3.1 Выбор рабочего расстояния

Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. 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.

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.

6.3.2 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 °С. 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 6.3.1.

На видеодисплее (экране дисплея) тепловизора 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.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитывают соответственно 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.

6.3.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

Температурный режим протяженного излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. 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 6.3.1.

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.).

Мгновенный угол поля зрения γ рассчитывают по формуле:

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

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 6.3.1, мм.

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

6.4 Проверка диапазона и 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.

Определение погрешности тепловизора проводят в пяти точках диапазона рабочих температур тепловизора (нижняя, верхняя и три точки внутри диапазона). После установления стационарного режима эталонного излучателя на каждой температуре, тепловизором не менее пяти раз измеряют радиационную температуру излучателя. Определяют среднее значение радиационной температуры эталонного излучателя по термограмме t_{cp}^t (°C) с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

Основную погрешность Δt для каждой температуры тепловизора, рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_{cp}^t - t_{cp}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

где t_{cp}^t – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °C;

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

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

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

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 запоминающее устройство тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

Определяют разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, или рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

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} представляют в виде числового ряда Δt_i . Порог температурной чувствительности $\Delta t_{пор}$ рассчитывают по формуле:

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

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

7 Оформление результатов поверки

Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

При отрицательных результатах поверки, в соответствии с ПР 50.2.006, оформляется извещение о непригодности.

Разработал:
НС лаборатории МО термометрии
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»

А.А.Игнатов