

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
Н.В. Иванникова

12 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры инфракрасные Guide

МП 207-065-2020

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2020 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на тепловизоры инфракрасные Guide (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

Метрологические и технические характеристики тепловизоров в зависимости от модели приведены в Приложении 1.

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. Опробование средства измерений	7.2	Да	Да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
4.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	9.1	Да	Нет
4.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерения радиационной температуры	9.2	Да	Да
4.3 Определение порога температурной чувствительности	9.3	Да	Нет
Примечания: 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается; 2) при проведении периодической поверки допускается возможность поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры.			

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2

Наименование и тип средств измерений и оборудования	Основные технические характеристики
Источники излучения в виде моделей черного тела	2-ой разряд, диапазон воспроизводимых температур от минус 20 до плюс 650 °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.

Федерации.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные 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)» (Приказ от 24 июля 2013 года № 328н);
- 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.

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 Подготовка тепловизора к поверке

Тепловизор перед проведением поверки должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °С не менее 30 минут.

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.

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

8.1 Проверка программного обеспечения тепловизоров инфракрасных *Guide* модификаций T120, T120V.

Включить тепловизор. В меню в разделе «Информация о камере» отображена информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.2.4.5
Цифровой идентификатор программного обеспечения	не доступен

Значащей частью в идентификационном номере является первая цифра. Если значащая часть идентификационного номера не совпадает, дальнейшую поверку не проводят.

8.2 Проверка программного обеспечения тепловизоров инфракрасных Guide модификаций V160V, B256V, B320V.

Включить тепловизор. В меню в разделе «Стандартные установки» → «Номер версии» отображена информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V3.3.5.3
Цифровой идентификатор программного обеспечения	не доступен

Значащей частью в идентификационном номере является первая цифра. Если значащая часть идентификационного номера не совпадает, дальнейшую поверку не проводят.

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 °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.

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 °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 9.1.1.

На видеоискателе (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.

9.1.3 *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 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 *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 не менее чем 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 $t_{\text{ср}}^{\text{т}}$ (°С) с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона.

9.3 *Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)*

9.3.1 *Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму) (Вариант 1)*

ПЧТ и тепловизор готовят к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру ПЧТ равной 30 °С. 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.

9.3.2 *Определение порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму) (Вариант 2)*

ПЧТ и тепловизор готовят к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру ПЧТ равной плюс 30 °С. 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. Проводят не менее 100 измерений.

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 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 Приложении 1.

10.1.2 Вариант 2

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 Приложении 1.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при проверке диапазона и определении погрешности измерения радиационной температуры

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

$$\Delta t = t_{cp}' - t_{cp}, \text{ °С} \quad (6)$$

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

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

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне измерений температуры свыше плюс 100 °С рассчитывают 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 излучателя на термограмме, °С;

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

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

По согласованию с заказчиком допускается проводить периодическую поверку тепловизоров на меньшем числе поддиапазонов измерений температуры, лежащих внутри диапазона измерений, приведенного в Приложении 1.

В случае поверки тепловизоров на меньшем числе поддиапазонов погрешность измерений определяется не менее, чем в трех контрольных точках этого поддиапазона измерений, соответствующих нижнему и верхнему пределам поддиапазона измерений, а также одной промежуточной точке, лежащим внутри этого поддиапазона.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении порога температурной чувствительности (разность температур, эквивалентная шуму)

10.3.1 Вариант 1

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

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

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

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

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

10.3.2 Вариант 2

10.3.2.1 Порог температурной чувствительности рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{пор} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (10)$$

где t_i – i -ое измеренное значение температуры, °С;

\bar{t} – среднее значение температур, °С;

n – количество измерений.

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

11 Оформление результатов поверки

11.1 Тепловизоры, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки тепловизоров подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению

единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.2 При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на тепловизоры оформляется извещение о непригодности к применению.

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС



А.А. Игнатов

Ведущий инженер отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»



М.В. Константинов

Приложение 1

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных Guide модификаций B160V, B256V, B320V

Наименование характеристики	Значение		
	B160V	B256V	B320V
Диапазон измерений температуры ^(*) , °C	от -20 до +150 от +100 до +650		от -20 до +150 от +100 до +350
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (при температуре окружающей среды от 0 до +40 °C включ.) в диапазоне от -20 до +100 °C включ., °C	±2,0		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры (при температуре окружающей среды от 0 до +40 °C включ.) в диапазоне св. +100 °C, %	±2,0		
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C	≤0,05		
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14		
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали	30,0°×22,0°	35,0°×26,0°	42,5°×32,5°
Минимальное фокусное расстояние (фокус фиксированный), мм	3,7	5,0	7,0
Пространственное разрешение, мрад	3,30	2,36	2,33
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00		
Примечание: (*) - переключается вручную или автоматически			

Метрологические характеристики тепловизоров инфракрасных Guide модификаций T120, T120V

Наименование характеристики	Значение	
	T120	T120V
Диапазон измерений температуры ^(*) , °C	от -20 до +150; от +100 до +400	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °C включ., °C	±2,0	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °C, %	±2,0	
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °C), °C	≤0,060	
Спектральный диапазон, мкм	от 7,5 до 14	
Углы поля зрения, градус по горизонтали × градус по вертикали	50°×38°	
Минимальное фокусное расстояние (фокус фиксированный), мм	2,28	

Наименование характеристики	Значение	
	T120	T120V
Пространственное разрешение, мрад	7,6	
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00	
Примечание: (*) - переключается вручную или автоматически		