



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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«20» сентября 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры портативные переносные SAT модели
MiniR 80, MiniR 100, PK-160, HotFind E8N, HotFind E8TN, HotFind E8GN,
HotFind VN, HotFind VT, HotFind VG, HotFind VR, HotFind LN, HotFind LT,
HotFind LG, HotFind LR, HotFind S, G-95, G-96, D300, D320, D500, UPC160,
UPC384, UPC640

Методика поверки

РТ-МП-4792-442-2017

г. Москва
2017 г.

Настоящая методика распространяется на тепловизоры портативные переносные SAT модели MiniR 80, MiniR 100, PK-160, HotFind E8N, HotFind E8TN, HotFind E8GN, HotFind VN, HotFind VT, HotFind VG, HotFind VR, HotFind LN, HotFind LT, HotFind LG, HotFind LR, HotFind S, G-95, G-96, D300, D320, D500 (далее – тепловизоры), изготавливаемые компанией «GUANGZHOU SAT INFRARED TECHNOLOGY CO., LTD.», Китай, 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 тепловизоров приведены в таблицах 1 - 7.

Таблица 1 – Метрологические характеристики для моделей MiniR 80, MiniR 100, PK-160

	MiniR 80	MiniR 100	PK-160
Наименование характеристики	Значение		
Диапазон измерений температуры, °С	от -20 до +250		Диапазон 1 от -20 до +150 Диапазон 2 от +150 до +350
Дискретность отображения температуры, °С	0,1		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2		
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,08		
Угол поля зрения, °, не менее	10×7,5	12,5×9,4	28×21

Таблица 2 – Метрологические характеристики для моделей HotFind E8N, HotFind E8TN, HotFind E8GN

	HotFind E8N	HotFind E8TN	HotFind E8GN
Наименование характеристики	Значение		
Диапазон измерений температуры, °С	от -20 до +250		
Дискретность отображения температуры, °С	0,1		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2		

Продолжение таблицы 2

	HotFind E8N	HotFind E8TN	HotFind E8GN
Наименование характеристики	Значение		
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,1		
Угол поля зрения, °, не менее	20×15		

Таблица 3 – Метрологические характеристики для моделей HotFind VN, HotFind VT, HotFind VG, HotFind VR

	HotFind VN	HotFind VT	HotFind VG	HotFind VR
Наименование характеристики	Значение			
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1 от -20 до +250 Диапазон 2 от +200 до +600* от +200 до +1000* Диапазон 3 от +1000 до +1500*			
Дискретность отображения температуры, °С	0,1			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2			
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,08			
Угол поля зрения, °, не менее	20×15			
*- поставляется по заказу				

Таблица 4 – Метрологические характеристики для моделей HotFind LN, HotFind LT, HotFind LG, HotFind LR, HotFind S

	HotFind LN	HotFind LT	HotFind LG	HotFind LR	HotFind S
Наименование характеристики	Значение				
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1 от -20 до +250 Диапазон 2 от +200 до +600* от +200 до +1000* Диапазон 3 от +1000 до +1500*			Диапазон 1 от -20 до +150 Диапазон 2 от +140 до +600	
Дискретность отображения температуры, °С	0,1				
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2				
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,05				
Угол поля зрения, °, не менее	24×18				
*- поставляется по заказу					

Таблица 5 – Метрологические характеристики для моделей G-95, G-96

	G-95	G-96
Наименование характеристики	Значение	
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1 от -20 до +250 Диапазон 2 от +200 до +600* от +200 до +1000* Диапазон 3 от +800 до +1500* от +800 до +2000*	Диапазон 1 от -20 до +140 Диапазон 2 от +120 до +600* Диапазон 3 от +500 до +2000*
Дискретность отображения температуры, °С	0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2	

Продолжение таблицы 5

	G-95	G-96
Наименование характеристики	Значение	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2	
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,05	
Угол поля зрения, °, не менее	7×5 12×9 48×36	12×9 24×18 48×36
*- поставляется по заказу		

Таблица 6 – Метрологические характеристики для моделей D300, D320, D500

	D300	D320	D500
Наименование характеристики	Значение		
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1 от -20 до +250 Диапазон 2 от +200 до +650 Диапазон 3 от +500 до +1500*	Диапазон 1 от -20 до +250 Диапазон 2 от +200 до +650 Диапазон 3 от +500 до +1200*	Диапазон 1 от -20 до +350 Диапазон 2 от +200 до +1000*
Дискретность отображения температуры, °С	0,1		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2		
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,04	0,045	0,05
Угол поля зрения, °, не менее	24×18		
*- поставляется по заказу			

Таблица 7 – Метрологические характеристики для моделей UPC160, UPC384, UPC640

	UPC160	UPC384	UPC640
Наименование характеристики	Значение		
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1 от -20 до +250 Диапазон 2 от +200 до +600*		
Дискретность отображения температуры, °С	0,1		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры св. +100 °С, %	±2		
Пороговая температурная чувствительность (при +30 °С), °С, не более	0,08	0,05	0,06
Угол поля зрения, °, не менее	22,4×16,8	24×18	48×36
*- поставляется по заказу			

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 8.

Таблица 8

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)	5.2	Да	Да
Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	5.3	Да	Нет
Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры	5.4	Да	Да
Определение пороговой температурной чувствительности	5.5	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 9.

Таблица 9

Номер пункта методики поверки	Средства поверки и их основные метрологические и технические характеристики
5.3	Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон 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; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм
5.4	эталонные излучатели «черное тело» 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от минус 20 до плюс 2000 °С.
5.5	Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон 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 тепловизоров допускается проводить на меньшем числе диапазонов на основании письменного заявления владельца тепловизора. 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 эталонные средства измерений и средства испытаний;
- ГОСТ 31581-2012 «Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий».
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации тепловизоров.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководствами по эксплуатации на средства поверки и на тепловизор.

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 маркировки тепловизора (согласно руководству по эксплуатации);
- отсутствие посторонних шумов при наклонах корпуса;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого тепловизора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

Тепловизор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей проверке не подлежит.

5.2 Опробование

Проверка работы тепловизора в различных режимах

Подготовить тепловизор к работе согласно руководства по эксплуатации (РЭ).

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

Включить тепловизор. Нажать на клавишу «ENTER/MENU», выбрать «System Setup», далее подпункт «System Info». На экране тепловизора отобразится номер версии (идентификационный номер) ПО.

Идентификационные данные ПО отражены в таблицах 10 - 16.

Таблица 10 – Идентификационные данные ПО для моделей MiniR 80, MiniR 100, PK-160

	MiniR 80	MiniR 100	PK-160
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	MiniR 80	MiniR 100	PK-160
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.13 NEV		не ниже Android 4.2.2
Цифровой идентификатор ПО	–		

Таблица 11 – Идентификационные данные ПО для моделей HotFind E8N, HotFind E8TN, HotFind E8GN

	HotFind E8N	HotFind E8TN	HotFind E8GN
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	HotFind E8N	HotFind E8TN	HotFind E8GN
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.13 NEV		
Цифровой идентификатор ПО	–		

Таблица 12 – Идентификационные данные ПО для моделей HotFind VN, HotFind VT, HotFind VG, HotFind VR

	HotFind VN	HotFind VT	HotFind VG	HotFind VR
Идентификационные данные (признаки)	Значение			
Идентификационное наименование ПО	HotFind VN	HotFind VT	HotFind VG	HotFind VR
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.06 NEV32			
Цифровой идентификатор ПО	–			

Таблица 13 – Идентификационные данные ПО для моделей HotFind LN, HotFind LT, HotFind LG, HotFind LR

	HotFind LN	HotFind LT	HotFind LG	HotFind LR
Идентификационные данные (признаки)				
Идентификационное наименование ПО	HotFind LN	HotFind LT	HotFind LG	HotFind LR
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.06 NEV32			
Цифровой идентификатор ПО	–			

Таблица 14 – Идентификационные данные ПО для моделей G-95, G-96

	G-95	G-96
Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	G-95	G-96
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.06 NEV32	не ниже 1.1.07 NEV32
Цифровой идентификатор ПО	–	

Таблица 15 – Идентификационные данные ПО для моделей HotFind S, D300, D320, D500

	HotFind S	D300	D320	D500
Идентификационные данные (признаки)	Значение			
Идентификационное наименование ПО	HotFind S	D300	D320	D500
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.08 NEV32			
Цифровой идентификатор ПО	–			

Таблица 16 – Идентификационные данные ПО для моделей UPC160, UPC384, UPC640

	UPC160	UPC384	UPC640
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	UPC160	UPC384	UPC640
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1.1NEV		
Цифровой идентификатор ПО	–		

Если хотя бы на одном из режимов работы тепловизора не выполняются функции, указанные в РЭ, поверку не проводят.

5.3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

5.3.1 Выбор рабочего расстояния

Установить температурный режим ПЧТ 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.

5.3.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

Установить тепловизор 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 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 чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместить с центральной областью термограммы. Провести измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

На экране дисплея тепловизора наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Повернуть тепловизор с помощью поворотного столика в горизонтальной плоскости, совместить вертикальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с левым и правым краями термограммы и зарегистрировать соответствующие углы на шкале столика ϑ_{x1} и ϑ_{x2} , градус.

Изображение центра теплового тест-объекта вернуть в центральную область термограммы. Повернуть тепловизор в вертикальной плоскости, совместить горизонтальную ось расположения меток на тепловом тест-объекте с нижним и верхним краями термограммы и зарегистрировать соответствующие углы на шкале столика ϑ_{y1} и ϑ_{y2} , градус.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x и по вертикали φ_y рассчитать 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 значениям, приведенным в таблицах 1 - 7.

5.3.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

Установить температурный режим протяженного излучателя 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 чувствительность. Изображение центра теплового тест-объекта совместить с центральной областью термограммы. Провести измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

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 (эл.).

Рассчитать 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

Рассчитать 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 таблицах 1 - 7.

5.4 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 точек 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} (°C) с учетом его излучательной способности и температуры фона.

Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt рассчитать 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 измерений температуры δ рассчитать 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 таблицах 1 - 7.

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

Подготовить ПЧТ и тепловизор к работе согласно РЭ. Установить температуру ПЧТ равной плюс 30 °C. Провести измерения на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

Навести тепловизор на центральную область апертуры 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:

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

где $t_{ij}^{(1)}$ – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i;j), $^\circ\text{C}$
 $t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i;j), $^\circ\text{C}$

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

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

где Δt_i – разность температур i -го элемента разложения термограмм, $^\circ\text{C}$

$\bar{\Delta t}$ – средняя разность температур, $^\circ\text{C}$

n – количество элементов разложения в термограмме

Значение Δt_{nop} не должно превышать указанного в таблицах 1 - 7.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительном результате поверки тепловизор признаётся годным и допускается к применению. На него оформляется свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории 442

Р.А. Горбунов

Ведущий инженер по метрологии лаборатории 442

В.А. Калущих