



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

«01» августа 2016 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры U5855A, U5856A, U5857A

Методика поверки
РТ-МП-3074-442-2016

г. Москва
2016

Настоящая методика распространяется на тепловизоры модели U5855A, U5856A, U5857A (далее – тепловизоры) 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 и основные технические характеристики тепловизоров приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

	U5855A	U5856A	U5857A
Наименование характеристики	Значение		
Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон 1: от -20 до +120 Диапазон 2: от 0 до 350	Диапазон 1: от -20 до +120 Диапазон 2: от 23 до 650	Диапазон 1: от -20 до +120 Диапазон 2: от 0 до 350 Диапазон 3: от 250 до 1200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С	±2 (от -20 до +100 °С)		
Пределы допускаемой относительной погрешности, %	±2 (свыше 100 °С)		
Пороговая температурная чувствительность (при 30 °С), °С, не более	0,07		

Таблица 2 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Разрешение ИК-детектора, пиксели	160×120
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14
Напряжение питания, В, не более	12
Габаритные размеры, мм, не более	95×250×85
Масса с аккумулятором, кг, не более	0,750
Рабочие условия применения:	
- температура окружающей среды, °С	от 0 до 40
- относительная влажность, при температуре 40 °С, %	от 50 до 95
Рабочие условия эксплуатации, °С	от -15 до +50
Диапазон температуры хранения и транспортирования, °С	от -40 до +70
Угол поля зрения, °	28×21
Срок службы, год	3

1 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	5.1	Да	Да
2 Опробование, проверка версии встроенного программного обеспечения (ПО)	5.2	Да	Да
3 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	5.3	Да	Нет
4 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры	5.4	Да	Да
5 Определение пороговой температурной чувствительности	5.5	Да	Да

Примечание:
периодическую поверку тепловизоров допускается проводить на меньшем числе поддиапазонов на основании письменного заявления владельца тепловизора. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 4

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	Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от 30 до 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	Источники излучения в виде моделей черного тела 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от минус 20 до плюс 1200 °С
5.5	Излучатель – протяжённое чёрное тело ПЧТ 540/40/100, 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от 30 до 95 °С; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм

Примечания:
1 Все эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.
2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых тепловизоров с требуемой точностью.

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 пользователя тепловизоров.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководстве по эксплуатации на эталоны и руководстве пользователя 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 эксплуатационной документации на него;
- 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 поверке не подлежит.

5.2 Опробование

5.2.1 Проверка версии программного обеспечения

Включить тепловизор. Нажать на кнопку навигации/ввода, выбрать «Настройка», открыть подпункт «Информация о системе». На экране тепловизора отобразится номер версии (идентификационный номер) ПО.

Идентификационные данные ПО отражены в таблице 5.

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Идентификационное наименование ПО	U5855A	U5856A
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.20 не ниже		
Цифровой идентификатор ПО	–		

5.2.2 Проверка работы тепловизора в различных режимах

Подготовьте тепловизор 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 тепловизора 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 тепловизора 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) 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.

5.3.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

Установите 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 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 тепловизора 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 видеоискателе (экране дисплея) тепловизора наблюдают тепловое изображение теплового тест-объекта. Поворачивайте тепловизор 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 тепловизор 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 2.

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 тепловизора 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 указанным в таблице 2.

5.4 Проверка диапазона и определение погрешности измерения температуры

Проведите измерения 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, но не менее 0,3 м. Излучающую поверхность эталонного излучателя совместите с центральной областью термограммы.

Определите погрешности тепловизора 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 измерьте температуру АЧТ. Определите среднее значение температуры АЧТ по термограмме t'_{cp} (°C) с учетом его излучательной способности и температуры фона.

Допускаемую абсолютную погрешность Δt температуры тепловизора 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 тепловизора 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 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) или (7), не превышает значений, приведенных в таблице 1.

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

Подготовьте ПЧТ и тепловизор к работе согласно РЭ и РП. Установите температуру ПЧТ равной 30 °C. Проведите измерения на максимальном расстоянии, обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

Наведите тепловизор на центральную область апертуры излучателя и зафиксируйте тепловизор в выбранном положении. Запишите в запоминающее устройство тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени.

Определите разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, 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), $^\circ\text{C}$;
 $t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i;j), $^\circ\text{C}$.

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

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

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

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительном результате поверки, тепловизор признаётся годным и допускается к применению. На него 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