



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	U5857A
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  $\vartheta_{x1}$  и  $\vartheta_{x2}$ , 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  $\vartheta_{y1}$  и  $\vartheta_{y2}$ , градус.

Углы поля зрения по горизонтали  $\varphi_x$  и по вертикали  $\varphi_y$  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  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  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  $\gamma$  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  $\varphi_x$  и по вертикали  $\varphi_y$  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,  $\gamma$  – мгновенный угол поля зрения, рад;

$X$  – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

$Y$  – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения углов поля зрения  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  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  $\Delta t$  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  $\delta$  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  $\Delta t_{ij}$  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  $\Delta t_{ij}$  представьте в виде числового ряда  $\Delta t_i$ . 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,  $\Delta t_i$  – 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