

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

«30» января 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕПЛОВИЗОРЫ АВИАЦИОННЫЕ СКАНИРУЮЩИЕ «ИКАР»

Методика поверки

РТ-МП-4140-442-2017

г. Москва  
2017 г.

Настоящая методика распространяется на авиационные сканирующие тепловизоры «ИКАР» (далее – тепловизоры), изготавливаемые Акционерным обществом «Геофизическое научно-производственное предприятие «Аэрогеофизика» (Россия), 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 инфракрасных камер приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	От -10 до +40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±2
Пороговая температурная чувствительность (при плюс 30 °С), °С, не более	0,05
Угол поля зрения, °, не менее	120

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

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	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 3.

Таблица 3

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
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; поворотный столик, точность задания угла 1°; измерительная линейка, длина 500 мм, ц.д. 1 мм

Продолжение таблицы 3

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5.4	Источники излучения в виде моделей черного тела 1 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от 0 до плюс 100 °С, источники излучения в виде моделей черного тела 2 разряда по ГОСТ Р 8.558-2009, диапазон от плюс 100 до плюс 1500 °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
<p>Примечания:</p> <p>1 Все применяемые средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.</p> <p>2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых инфракрасных камер с требуемой точностью.</p>	

### 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 руководствах 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 руководствами по эксплуатации на средства поверки и руководстве пользователя на тепловизоры

### 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

Включите компьютер, запустить программу VortBiz. На экране компьютера отобразится идентификационное наименование ПО и номер версии (идентификационный номер) ПО. Идентификационные данные ПО отражены в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	VortBiz
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже V1.00
Цифровой идентификатор ПО	712ed7dae59bd

### 5.2.2 Проверка работы тепловизора в различных режимах

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

Проверьте возможность изменения диапазона измерения температуры, запись термограммы.

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

#### 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 тепловизором 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 окна 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.

Изображение центра теплового тест-объекта совместите с центральной областью термограммы. Проведите измерения на рабочем расстоянии, определенном в 5.3.1.

На экране компьютера 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.

Углы поля зрения по горизонтали  $\varphi_x$  рассчитайте по формуле:

$$\varphi_x = |\vartheta_{x1} - \vartheta_{x2}|, \text{ градус} \quad (1)$$

Значения угла поля зрения  $\varphi_x$  должен соответствовать значению, указанному в таблице 1.

### 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 инфракрасной камеры 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 (далее - эл.).

Рассчитайте мгновенный угол поля зрения  $\gamma$  по формуле:

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

где,  $A$  – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта, мм;

$a$  – расстояние между крайними метками теплового тест-объекта на термограмме, эл.;

$R$  – расстояние, определенное по пункту 5.3.1, мм.

Рассчитайте углы поля зрения по горизонтали  $\varphi_x$  и по вертикали  $\varphi_y$  по формулам:

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус} \quad (3)$$

где,  $\gamma$  – мгновенный угол поля зрения, рад;

$X$  – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

$Y$  – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Значения угла поля зрения  $\varphi_x$  должен соответствовать значению, указанному в таблице 1.

### 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 погрешность в пяти точках диапазона измерений температуры 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  $t'_{cp}$  (°С) с учетом его излучательной способности и температуры фона.

Допускаемую абсолютную погрешность  $\Delta t$  температуры тепловизора рассчитайте по формуле:

$$\Delta t = t'_{cp} - t_{cp}, \text{ °С} \quad (4)$$

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 проверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (4), не превышает значений, приведенных в таблице 1.

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

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

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

Определите разность температур  $\Delta t_{ij}$  для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью внешнего программного обеспечения, прилагаемого к тепловизору, или рассчитайте по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{(1)} - t_{ij}^{(2)}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5)$$

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:

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

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.

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