

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель руководителя ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«15» июня 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры MLG

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП-598/05-2023

2023 г.

**1 Общие положения**

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки тепловизоров MLG (далее по тексту – тепловизоры), используемых в качестве рабочих средств измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С, для модификаций: - MLG 33 IR-Hygro - MLG 120 IR-Visual, MLG 160 IR-Visual - MLG 220X Imager, MLG 320X Imager	от -20 до +380 от -20 до +550 от -20 до +300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, в диапазонах значений, °С - св. -20 до 0 °С включ. - св. 0 до +100 °С включ. - св. +100 до +150 °С включ. - св. +150 до +200 °С включ. - св. +200 до +250 °С включ. - св. +250 до +300 °С включ. - св. +300 до +350 °С включ. - св. +350 до +400 °С включ. - св. +400 до +450 °С включ. - св. +450 до +500 °С включ. - св. +500 до +550 °С включ.	±2 ±2 ±3 ±4 ±5 ±6 ±7 ±8 ±9 ±10 ±11
Диапазон измерений относительной влажности, %, для модификации: - MLG 33 IR-Hygro	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности, %	±4

1.2 Тепловизоры обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020 в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» методом прямых измерений и к ГЭТ 151-2020 в соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.547-2009 «ГСИ. Для средств измерений влажности газов» методом непосредственного сличения.

**2 Операции поверки**

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень операций поверки.

Наименование операции	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8
Определение угла поля зрения по горизонтали и вертикали	Да	Нет	9

Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	12
Оформление результатов поверки	Да	Да	13

2.2 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшую поверку приостанавливают до устранения недостатков, выявленных при проведении поверки.

2.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, тепловизор вновь предоставляют на поверку.

2.4 При невозможности устранения недостатков, тепловизор признают непригодным к применению и эксплуатации по назначению. Оформляют извещение о непригодности тепловизора в соответствии с действующим Порядком проведения поверки, установленным нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С	от +18 до +25
- относительная влажность окружающей среды, %	от 45 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 87,3 до 106,0

### 4 Требования к специалистам

4.1 К проведению поверки допускается персонал в количестве одного и более человек, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый тепловизор и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	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	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
<b>Основные средства поверки</b>		
10	Средство воспроизведения и поддержания температуры в диапазоне значений от -50 до +50 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С	Излучатель АЧТ -50/120, мод. АЧТ 60/-50/50 (рег. № 61461-15)
10	Средство воспроизведения и поддержания температуры в диапазоне значений от ( $t_{\text{окр. ср.}} + 5$ ) до +550 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С	Источник излучения в виде моделей черного тела М310 (рег. № 56559-14)
10	Средство измерений относительной влажности в диапазоне от 0 до 100 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешностью $\pm 1$ %	Гигрометр Rotronic модификации HygroLog NT (рег. № 64196-16)

Вспомогательные средства поверки		
9	Средство воспроизведения и поддержания температуры в диапазоне значений от +30 °С до +120 °С	Излучатель протяжённое черное тело ОИ ПЧТ «Атлас» (рег. № 71363-18)
9	Средство измерений длины в диапазоне значений от 1 до 3 см	Линейка контрольная с отсчетными лупами КЛ-1000 (рег. № 1514-61)
10	Средство воспроизведений относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне от 0 до 98 %	Камера климатическая
9 10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (рег. № 71394-18)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5$ %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5$ кПа	
9, 10	Тепловой тест-объект с метками с излучательной способностью не менее 0,96;	
9, 10	Тепловой тест-объект с переменной щелью с излучательной способностью не менее 0,96	
9, 10	Поворотный столик	
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке тепловизоров выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие тепловизора следующим требованиям:

- комплектность тепловизора соответствует комплектности, представленной в описании типа на тепловизоры;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;
- информация на шильдике тепловизора соответствует требованиям эксплуатационной документации;

7.2 Результаты считают положительными, если вышеуказанные являются удовлетворительными.

## 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

8.1 Тепловизор включить в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2 При помощи органов управления в меню устанавливают значение чувствительности 0,99, и не меняют в период проведения поверки.

8.3 Результаты опробования считают положительными, если тепловизор включается, органы управления откликаются на воздействие на них, а все режимы тепловизора исправны.

## 9 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

### 9.1 Выбор рабочего расстояния

9.1.1 Температурный режим излучателя протяжённого черного тела ОИ ПЧТ «Атлас» (далее – ПЧТ) устанавливают выше температуры окружающей среды  $\sim 10$  °С. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

9.1.2 В тепловом тест-объекте устанавливают максимальную ширину щели и измеряют максимальную температуру щели в термограмме тепловизора.

9.1.3 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.

### 9.2 Определение угла поля зрения (вариант 1)

9.2.1 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, проходящей через переднюю поверхность входного объектива тепловизора.

9.2.2 Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на  $\sim 10$  °С. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с метками.

9.2.3 На видеоискателе (дисплей 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 столика ( $\vartheta_{x1}$  и  $\vartheta_{x2}$ ), град.

9.2.4 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 ( $\vartheta_{y1}$  и  $\vartheta_{y2}$ ), град.

9.2.5 Углы поля зрения по горизонтали  $\varphi_x$ , и по вертикали  $\varphi_y$ , рассчитывают соответственно по формулам:

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

$$\varphi_y = |\vartheta_{y1} - \vartheta_{y2}|, \text{ градус} \quad (2)$$

9.2.6 Результаты поверки заносят в протокол

### 9.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

9.3.1 Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды на  $\sim 10$  °С. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с метками.

9.3.2 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.).

9.3.3 Рассчитывают мгновенный уровень, по формуле (3):

$$\gamma = \frac{2}{a} \arctg \frac{A}{2R}, \text{ рад.}, \quad (3)$$

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 4.5.1.

9.3.4 Углы поля зрения по горизонтали  $\varphi_x$ , и по вертикали  $\varphi_y$ , рассчитывают соответственно по формулам (4 и 5):

$$\varphi_x = \gamma \cdot X \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус,} \quad (4)$$

$$\varphi_y = \gamma \cdot Y \cdot \frac{180}{\pi}, \text{ градус,} \quad (5)$$

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

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

9.3.5 Результаты поверки заносят в протокол.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.1.1 Погрешность измерений температуры определяют при помощи источников излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ).

10.1.2 Измерения проводят на расстоянии между АЧТ и тепловизором, обеспечивающем перекрытие апертурой излучения не менее 20 % угла поля зрения тепловизора. Излучающую поверхность АЧТ совмещают с центральной областью термограммы.

10.1.3 Определение абсолютной погрешности тепловизора проводят в значениях 0-5 %; 20-30 %; 45-55 %; 70-80 %; 95-100 % диапазона измерений температуры тепловизора.

10.1.4 После стабилизации показаний по АЧТ, регистрируют не менее 5 показаний значений температуры тепловизора. Определяют среднее значение  $t_{\text{ср изм}}$ , °С, температуры АЧТ по термограмме с учетом его излучательной способности и температуры радиационного фона и среднее значение температуры  $t_{\text{ср эт}}$ , °С, показаний по АЧТ.

10.1.5 Рассчитывают абсолютную погрешность измерений температуры по формуле (6):

$$\Delta t = t_{\text{ср изм}} - t_{\text{ср эт}}, \quad (6)$$

где:  $\Delta t$  – рассчитанное значение абсолютной погрешности измерений температуры, °С.

#### Примечание:

За начало стабилизации принимают момент появления колебаний температуры вместо непрерывного нарастания или снижения температуры.

### 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводят по следующим пунктам:

- тепловизор и гигрометр Rotronic модификации HygroLog NT (далее – гигрометр) устанавливают в климатическую камеру;
- в камере устанавливают следующие значения относительной влажности:  $\varphi_1$ =(от 0 до 10) %;
- после выхода камеры на заданный режим и установления постоянных показаний записывают измеренные значения относительной влажности по ЖК дисплею тепловизора и действительное значение относительной влажности по гигрометру, после чего определяют абсолютную погрешность измерений относительной влажности по формуле (7):

$$\Delta \varphi_i = \varphi_{i \text{ изм}} - \varphi_{i \text{ эт}}, \quad (7)$$

где:  $\Delta \varphi_i$  - рассчитанная абсолютная погрешность измерений относительной влажности, в i-ой точке, %;

$\varphi_{i \text{ изм}}$  – измеренное тепловизором значение относительной влажности в i-ой точке, %;

$\varphi_{i \text{ эт}}$  – измеренное с помощью гигрометра значение относительной влажности в i-ой точке, %.

10.2.2 Поочередно устанавливают следующие значения относительной влажности:  $\varphi_2$ =(от 20 до 30) %;  $\varphi_3$ =(от 45 до 55) %;  $\varphi_4$ =(от 70 до 80) %;  $\varphi_5$ =(от 90 до 100) %. Каждый раз после выхода генератора на заданный режим и установления постоянных показаний, записывают измеренные значения относительной влажности по ЖК дисплею тепловизора и эталонного

гигрометра, после чего определяют абсолютную погрешность измерений относительной влажности по формуле (7).

### 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанная по формуле (6) абсолютная погрешность измерений температуры не превышает значений, определенных при утверждении типа средства измерений.

11.2 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанная по формуле (7) абсолютная погрешность измерений относительной влажности не превышает значений, определенных при утверждении типа средства измерений.

### 12 Проверка программного обеспечения средства измерений

12.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом при включенном приборе. Проверить состав ПО.

12.2 После запуска приложения выбрать вкладку «О программе» и считать с экрана идентификационное название и версию ПО.

12.3 Проверка идентификационных данных ПО считается выполненной успешной, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям из таблицы 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	IR ImageTools
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 1.0.0.x*
*- где «x» принимает значения от 0 до 9, и не относится к метрологическому значению ПО	

12.4 Идентификационные данные ПО должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 4, в противном случае – измеритель бракуется.

### 13 Оформление результатов поверки

13.1 При положительных результатах поверки система признается пригодной к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в объеме проведенной поверки, и на тепловизор выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим порядком проведения поверки. Знак поверки наносится в паспорт тепловизора.

13.2 При отрицательных результатах поверки тепловизор признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на тепловизор выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с порядком проведения поверки.

Разработал  
Ведущий инженер по метрологии  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Н.М. Юстус