

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

09 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тепловизоры ADA TemPro VISION

Методика поверки

МП-539-2024

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на тепловизоры ADA TemPro VISION (далее – тепловизоры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А, Таблица А.1.

Поверка тепловизоров проводится методом прямых измерений по эталонным черным телам.

Тепловизоры обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С и ГЭТ 34-2020 Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2712 от 19.11.2024 г. Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры.

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция 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	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали	Да	Нет	10.1
Определение диапазона и погрешности измерений радиационной температуры	Да	Да	10.2
Определение порога температурной чувствительности	Да	Нет	10.3

Примечания:

1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха..... от 15 °С до 25 °С
- относительная влажность окружающего воздуха..... до 80 %
- атмосферное давление..... от 86 до 106,7 кПа

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %; Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д (рег.№ 71394-18); Излучатель протяжённое черное тело ОИ ПЧТ «Атлас», рег. № 71363-18
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон эталона 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «19» ноября 2024 г. № 2712 – эталонные излучатели в виде модели абсолютного черного тела, в т.ч. протяженные, диапазон воспроизводимых температур от минус 20 °С до плюс 550 °С	Излучатель АЧТ -50/120 модификации АЧТ 60/-50/50, рег.№ 61461-15, Излучатель ОИ АЧТ 50/1500 мод. ОИ АЧТ "Медя", рег.№ 22249-15; Источник излучения в виде модели черного тела М300 модификации М330, рег.№ 56559-14; Излучатель протяжённое черное тело ОИ ПЧТ «Атлас», рег. № 71363-18
Вспомогательные средства	Средство измерений длины в диапазоне значений от 1 до 3 см, ц.д. 1 мм	Линейка контрольная с отсчетными лупами КЛ-1000, рег.№ 1514-61
	Тепловой тест-объект с метками с излучательной способностью не менее 0,96;	-
	Тепловой тест-объект с переменной щелью с излучательной способностью не менее 0,96	-

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Поворотный столик, точность задания угла	-
<p>Примечания:</p> <p>1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.</p> <p>2) Допускается применение иных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средств измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- отсутствие посторонних шумов при встряхивании.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).**

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

Опробование проводить с помощью излучателя - протяженное черное тело (далее – ПЧТ). Тепловизор и излучатель подготавливают к работе согласно руководствам по эксплуатации на них. Тепловизор наводят на излучающую поверхность излучателя. Температурный режим излучателя устанавливают выше температуры окружающей среды на 10 °С. При помощи в меню управления тепловизора устанавливают значения чувствительности от 0,01 до 1, а затем 0,99, и не меняют в период проведения поверки. Проверяют работу тепловизора во всех режимах, предусмотренных руководством по эксплуатации на тепловизор.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

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

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

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	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V1.0.1.0

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение угла поля зрения по горизонтали и по вертикали

10.1.1 Выбор рабочего расстояния

Температурный режим ПЧТ устанавливают выше температуры окружающей среды ~ 10 °С. Перед ПЧТ на расстоянии от 1 до 3 см располагают тепловой тест-объект с переменной щелью.

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

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.

10.1.2 Определение угла поля зрения (вариант 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.

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

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 (ϑ_{x1} и ϑ_{x2}), град.

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 (ϑ_{y1} и ϑ_{y2}), град.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x , и по вертикали φ_y , рассчитывают соответственно по формулам (1), (2):

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

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

где ϑ_{y1} и ϑ_{y2} - углы на шкале столика, град.

Результаты поверки считают положительными, если рассчитанное значение углов поля зрения не превышает значений, представленных в Приложении А, Таблица А.1.

10.1.3 Определение угла поля зрения (вариант 2)

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

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.).

Рассчитывают мгновенный уровень γ , рад, по формуле (3):

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

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 5.4.2.1.

Углы поля зрения по горизонтали φ_x , градус, и по вертикали φ_y , градус, рассчитывают соответственно по формулам (4), (5):

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

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

где γ – мгновенный угол поля зрения, рад;

X – количество элементов разложения термограммы по горизонтали;

Y – количество элементов разложения термограммы по вертикали.

Результаты поверки считают положительными, если рассчитанное значение углов поля зрения не превышает значений, представленные в Приложении А, Таблица А.1.

10.2 Определение диапазона и погрешности измерений радиационной температуры

10.2.1 Определение диапазона и погрешности измерений температуры определяют при помощи источников излучения в виде модели черного тела (далее – АЧТ).

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 на дисплее тепловизора.

Определение погрешности тепловизора проводят в значениях 0-5 %; 20-30 %; 45-55 %; 70-80 %; 95-100 % диапазона измерений температуры тепловизора. 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 значение температуры $t_{\text{эт}}$, °С, показаний по АЧТ.

10.2.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры Δt в диапазоне измерений температуры от минус 20 до плюс 100 °С включительно рассчитывают по формуле (6):

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

где $t_{\text{ср изм}}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °С;

$t_{\text{эт}}$ – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С;

10.2.3 Рассчитать относительную погрешность измерений температуры δ в диапазоне измерений температуры свыше 100 °С включительно рассчитывают по формуле (7):

$$\delta = \frac{t_{\text{ср изм}} - t_{\text{эт}}}{t_{\text{эт}}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $t_{\text{ср изм}}$ – среднее значение температуры по области, ограничивающей изображение апертуры излучателя на термограмме, °С;

$t_{\text{эт}}$ – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, °С;

Примечание:

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

10.2.3 Результаты поверки считают положительными, если значение рассчитанной погрешности измерений температуры не превышает значений, указанных в Приложении А, Таблица А.1.

10.3 Определение порога температурной чувствительности

10.3.1 ПЧТ и тепловизор подготавливают к работе согласно РЭ. Устанавливают температуру ПЧТ равной 30 °С. Измерения проводятся на максимальном расстоянии,

обеспечивающем полное перекрытие апертурой излучателя угла поля зрения тепловизора.

Наводят тепловизор на центральную область апертуры излучателя и фиксируют тепловизор в выбранном положении. Записывают в память тепловизора две термограммы через короткий промежуток времени. Произвести экспорт полученных термограмм в матрицу элементов значений температуры.

10.3.2 Определяют разность температур Δt_{ij} для каждого элемента разложения зарегистрированных термограмм с помощью ПО, прилагаемого к тепловизору и рассчитать по формуле (8):

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

где $t_{ij}^{(1)}$ – температура элемента разложения первой термограммы с координатами (i,j),
°C;

$t_{ij}^{(2)}$ – температура элемента разложения второй термограммы с координатами (i,j), °C;

10.3.3 Результаты поверки считают положительными, если значение рассчитанного порога температурной чувствительности не превышает значений, указанных в Приложении А, Таблица А.1.

11. Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Разработал
Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Н.М. Юстус

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	ADA TemPro VISION 120	ADA TemPro VISION 256 PROFESSIONAL
Модификация		
Диапазоны измерений температуры ^(*) , °С	от -20 до +150 от +100 до +400	от -20 до +150 от +100 до +550
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне от -20 до +100 °С включ., °С	±2,0	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры в диапазоне св. +100 °С, %	±2,0	
Порог температурной чувствительности (при температуре объекта +30 °С), °С	≤0,06	
Спектральный диапазон, мкм	от 8 до 14	
Углы поля зрения, градус по горизонтали×градус по вертикали	25,0°×20,0°	
Пространственное разрешение, мрад	7,6	3,75
Коэффициент излучательной способности (изменяемый)	от 0,01 до 1,00	
Примечание:		
* – переключается вручную или автоматически		