

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

М.П.

» сентябрь 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система управления и измерения испытаниями ракетных двигателей

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

**МП-216-2023**

г. Чехов, 2023 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему управления и измерения испытаниями ракетных двигателей (далее – система) и устанавливает методы ее первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Система обеспечивает прослеживаемость:

– к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года;

– к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года;

– к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года.

1.3 Метрологические характеристики системы подтверждаются методом прямых измерений.

1.4 Допускается проведение поверки системы в части отдельных измерительных каналов (далее – ИК) в соответствии с заявлением владельца системы с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока	9.1	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала напряжения постоянного тока	9.2	Да	Да
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала термопреобразователей сопротивления или сигнала термопар	9.3	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	10	Да	Да
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку системы прекращают.			

### 3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки системы применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
<b>Основные средства поверки</b>		
9	Рабочий эталон единицы постоянного электрического тока 2 разряда в диапазоне от 4 до 20 мА в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор МС6)
9	Рабочий эталон единицы напряжения постоянного тока 3 разряда в диапазоне от 0 до 10 В в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A (регистрационный номер 70345-18 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор Fluke 5522A)
9	Рабочий эталон единицы напряжения постоянного тока 3 разряда в диапазоне от минус 1 до 1 В в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому	Калибратор МС6

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
	регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года	
9	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления постоянного тока 4 разряда в диапазоне от 10 до 4000 Ом в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года	Калибратор МС6
<b>Вспомогательное оборудование</b>		
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 18 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ)
6 – 9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 5$ %	
6 – 9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
9	Персональный компьютер с программным обеспечением «SetMarker»	

4.2 Допускается использование средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

4.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

## **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и системы, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику

поверки, эксплуатационные документы системы и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

## **6 Внешний осмотр средства измерений**

6.1 При проведении внешнего осмотра системы устанавливают:

- соответствие комплектности системы паспорту и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей, относящихся к местам присоединения и управления;
- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей;
- четкость надписей и обозначений на средствах измерений, входящих в состав системы.

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- комплектность системы соответствует паспорту и описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления;
- надписи и обозначения на средствах измерений, входящих в состав системы, четкие.

## **7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- систему и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов, если они находились в условиях, отличных от указанных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;
- систему включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации;
- проверяют отсутствие сообщений об ошибках;
- проверяют прохождение сигналов калибраторов, имитирующих выходные сигналы измерительных преобразователей (датчиков).

7.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибраторов соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины системы.

Примечание – Допускается проводить проверку работоспособности системы одновременно с определением метрологических характеристик по 9.1 – 9.3 данной методики поверки.

## **8 Проверка программного обеспечения средства измерений**

8.1 Подлинность программного обеспечения (далее – ПО) системы проверяют сравнением идентификационных данных ПО системы с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа ИС.

8.2 Проверку идентификационных данных ПО системы проводят в соответствии с эксплуатационными документами системы.

8.3 Результаты проверки идентификационных данных ПО считают положительными, если идентификационные данные ПО системы совпадают с исходными, указанными в описании типа ИС.

## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 9.1 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока

9.1.1 К соответствующему ИК системы, включая измерительный преобразователь (барьер искрозащиты) (при наличии), подключают калибратор МС6, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.2 С помощью калибратора МС6 задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают не менее пяти точек, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений системы (включая крайние точки).

9.1.3 Считывают значения входного сигнала с программного обеспечения «LTR Logger» системы (вкладка «Настройка каналов», ячейка «Значение отсчета») и в каждой контрольной точке рассчитывают приведенную к диапазону измерений погрешность  $\gamma_1$ , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{зад}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (1)$$

- где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока, измеренное системой, мА;  
 $I_{\text{зад}}$  – значение силы постоянного тока, заданное калибратором МС6, мА;  
 $I_{\text{max}}$  – верхнее значение диапазона измерений силы постоянного тока, мА;  
 $I_{\text{min}}$  – нижнее значение диапазона измерений силы постоянного тока, мА.

9.1.4 Если показания системы можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение тока  $I_{\text{изм}}$ , мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (2)$$

- где  $X_{\text{max}}$  – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий верхнему значению силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;  
 $X_{\text{min}}$  – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий нижнему значению силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений;  
 $X_{\text{изм}}$  – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора операторской станции.

9.1.5 Результаты поверки по 9.1 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность системы при измерении входного аналогового сигнала силы постоянного тока, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

### 9.2 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала напряжения постоянного тока

9.2.1 К соответствующему ИК системы подключают калибратор Fluke 5522A, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала напряжения постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора Fluke 5522A задают электрический сигнал напряжения постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают не менее пяти точек, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений системы (включая крайние точки).

9.2.3 Считывают значения входного сигнала с программного обеспечения «LTR Logger» системы (вкладка «Настройка каналов», ячейка «Значение отсчета») и в каждой контрольной точке рассчитывают приведенную к диапазону измерений погрешность  $\gamma_U$ , %, по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{зад}}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное системой, В;  
 $U_{\text{зад}}$  – значение напряжения постоянного тока, заданное калибратором Fluke 5522A, В;  
 $U_{\text{max}}$  – верхнее значение диапазона измерений напряжения постоянного тока, В;  
 $U_{\text{min}}$  – нижнее значение диапазона измерений напряжения постоянного тока, В.

9.2.4 Если показания системы можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение напряжения  $U_{\text{изм}}$ , В, рассчитывают по формуле

$$U_{\text{изм}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + U_{\text{min}}. \quad (4)$$

9.2.5 Результаты поверки по 9.2 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность системы при измерении входного аналогового сигнала напряжения постоянного тока, рассчитанная по формуле (3), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

### 9.3 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала термопреобразователей сопротивления или сигнала термопар

9.3.1 К соответствующему ИК системы подключают калибратор МС6, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала термопреобразователей сопротивления или сигнала термопар (в соответствии с настройкой ИК), в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.2 С помощью калибратора МС6 задают электрический сигнал термопреобразователей сопротивления или сигнала термопар. В качестве контрольных точек принимают не менее пяти точек, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений системы (включая крайние точки).

Примечание – В случае определения основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала термопар с помощью персонального компьютера с программным обеспечением «SetMarker» считывают значение температуры холодного спая в измерительном преобразователе (искробезопасном барьере), входящем в состав ИК, и вводят это значение в калибратор МС6 как температуру холодного спая термопары.

9.3.3 Считывают значения входного сигнала с программного обеспечения «LTR Logger» системы (вкладка «Настройка каналов», ячейка «Значение отсчета») и в каждой контрольной точке рассчитывают приведенную к диапазону измерений погрешность  $\gamma_T$ , %, по формуле

$$\gamma_T = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{16} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $I_{\text{расч}}$  – расчетное значение силы постоянного тока, соответствующее значению сопротивления в контрольной точке  $t_{\text{расч}}$  согласно типу номинальной статической характеристики термопреобразователей сопротивления или значению термоэлектродвижущей силы в контрольной точке  $t_{\text{расч}}$  согласно типу номинальной статической характеристики термопар (в мА), которое рассчитывается по формуле

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{t_{\text{расч}} - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 16, \quad (6)$$

где  $t_{\text{max}}, t_{\text{min}}$  – настроенный нижний и верхний пределы диапазона измерений ИК системы соответственно, °С.

9.3.4 Результаты поверки по 9.3 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность системы при измерении входного аналогового сигнала термопреобразователей сопротивления или сигнала термопар, рассчитанная по формуле (5), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, наименований и заводских номеров средств измерений, входящих в состав системы, заключения по результатам поверки.

10.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

10.3 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца) в части отдельных измерительных каналов в сведениях о поверке в ФИФОЕИ указывают информацию об объеме проведенной поверки.

10.4 По заявлению владельца системы или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.



**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Метрологические характеристики системы**

Таблица А.1 – Метрологические характеристики системы

Тип сигнала	Диапазон измерений	Тип измерительного преобразователя (искробезопасного барьера)	Тип модулей ввода аналоговых сигналов и обработки данных	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
Аналоговый сигнал силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	–	преобразователь Н-27I20	$\gamma: \pm 0,07 \%$
		КА5013Ех		$\gamma: \pm 0,17 \%$
		КА5022Ех		$\gamma: \pm 0,17 \%$
Аналоговый сигнал напряжения постоянного тока	от 0 до 10 В	–	LTR11	$\gamma: \pm 0,05 \%$
Аналоговый сигнал термопреобразователей сопротивления	Pt100 ( $\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) от -200 до +850 $^\circ\text{C}^{1)}$	КА5003Ех	преобразователь Н-27I20	align="center"> $\gamma: \pm 0,17 \%$
		КА5004Ех		
Аналоговый сигнал термопар	ХА(К) от -150 до +1300 $^\circ\text{C}^{2)}$ ; ХК(L) от -100 до +750 $^\circ\text{C}^{2)}$	КА5003Ех	преобразователь Н-27I20	align="center"> $\gamma: \pm \left( 0,17 + \frac{1}{t_{\max} - t_{\min}} \cdot 100 \right) \%$
		КА5004Ех		
<p><sup>1)</sup> Диапазон измерений сигналов термопреобразователей сопротивления зависит от типа подключаемого датчика и настроек измерительного канала.  <sup>2)</sup> Диапазон измерений сигналов термопар зависит от типа подключаемого датчика и настроек измерительного канала.</p> <p><b>Примечания</b>  1 Пределы допускаемой основной погрешности системы нормированы для диапазона температуры окружающей среды от +18 до +25 <math>^\circ\text{C}</math>.  2 Приняты следующие обозначения:  <math>\gamma</math> – приведенная к диапазону измерений погрешность, %.  <math>t_{\max}, t_{\min}</math> – нижний и верхний пределы диапазона измерений соответственно, <math>^\circ\text{C}</math>.</p>				