

СОГЛАСОВАНО
И.о. директора
ФБУ «Пермский ЦСМ»



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
СТЕНДА № 184 ПАРУС-ГП1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки системы автоматизированной информационно-измерительной стенда № 184 ПАРУС-ГП1 (далее – Система), используемой в качестве рабочего средства измерений, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При реализации данной методики поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин согласно:

- государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», подтверждающей прослеживаемость к ГЭТ 23-2022;

- государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^7$ Па», подтверждающей прослеживаемость к ГЭТ101-2023;

- государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», подтверждающей прослеживаемость к ГЭТ13-2023;

- государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», подтверждающей прослеживаемость к ГЭТ1-2022.

Для единицы величины, у которой не проводится экспериментальное определение метрологических характеристик, прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средства измерений в составе Системы, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон измерений	Доверительные границы погрешности при применении Системы в качестве рабочего средства измерений
от 68 до 8892 Гц	$\pm 0,1\%$ (приведенная ¹⁾)
от 7,2 до 5300,0 кг/ч	$\pm 0,8\%$ (приведенная ¹⁾)
от 0 до 6 кгс/см ²	$\pm 0,3\%$ (приведенная ¹⁾)
от 0 до 40 кгс/см ²	$\pm 0,3\%$ (приведенная ¹⁾)
от 0 до 2,5 кгс/см ²	$\pm 0,4\%$ (приведенная ¹⁾)
от минус 250 до 0 мм вод.ст. ²⁾	$\pm 0,4\%$ (приведенная ¹⁾)
от минус 250 до 0 мм вод.ст. ³⁾	$\pm 0,25\%$ (приведенная ¹⁾)
от минус 2500 до 0 мм вод.ст.	$\pm 0,25\%$ (приведенная ¹⁾)
от минус 50 °C до плюс 150 °C	$\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
от минус 50 °C до плюс 50 °C	$\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
от минус 50 °C до плюс 600 °C	$\pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
от 0 °C до 900 °C	$\pm 6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
от 0 °C до 1200 °C	$\pm 4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
от 700 до 800 мм рт.ст.	$\pm 0,5\text{ } \text{мм рт.ст.}$

¹⁾ За нормирующее значение принимается значение диапазона измерений измерительного канала.

²⁾ Измерительный канал перепада между полным давлением в РМК и атмосферным давлением.

³⁾ Измерительный канал перепада между полным давлением воздуха на входе в

Диапазон измерений	Доверительные границы погрешности при применении Системы в качестве рабочего средства измерений
двигатель и атмосферным давлением.	

1.4 Определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений осуществляется методом непосредственного сличения результатов измерений, полученных с применением Системы, с соответствующими результатами измерений, полученными с применением эталона.

1.5 Допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измерительных каналов на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при этом информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
4.1 Определение погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующего частоте вращения ротора от 100 до 13000 об/мин; полного давления газа за турбиной ГГ; полного давления газа за турбиной ГГ/ТНД; полного давления воздуха за компрессором ГГ; давления воздуха за компрессором НД; перепада между полным давлением в РМК и атмосферным давлением; перепада между полным давлением воздуха на входе в двигатель и атмосферным давлением; перепада между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением; перепада между атмосферным давлением и статическим давлением воздуха на входе в компрессор; температуры воздуха на выходе из КНД; температуры воздуха на входе в двигатель; температуры воздуха за компрессором; температуры газа за ТНД; температуры газа за ТВД на режиме; атмосферного давления	10.1	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.2 Определение погрешности измерений расхода (массового) топлива (газа)	10.2	Да	Да
4.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.3	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(15 - 25)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление $(94 - 106)$ кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, допущенные в установленном порядке к выполнению данного вида работ, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию приборов, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного специалиста.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1.1 Измерения условий проведения поверки	– Средства измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от 15°C до 25°C с абсолютной погрешностью не более 1°C – Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений не более 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 % – Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 94 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo-622 от минус 10°C до плюс 60°C , ПГ $\pm 0,4^\circ\text{C}$, (10 – 95) %, ПГ $\pm 3\%$, (300 – 1200) гПа, ПГ ± 5 гПа

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующего частоте вращения ротора от 100 до 13000 об/мин; полного давления газа за турбиной ГГ; полного давления газа за турбиной ГГ/ТНД; полного давления воздуха за компрессором ГГ; давления воздуха за компрессором НД; перепада между полным давлением в РМК и атмосферным давлением; перепада между полным давлением воздуха на входе в двигатель и атмосферным давлением; перепада между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением; перепада между атмосферным давлением и статическим давлением воздуха на входе в компрессор; температуры воздуха на выходе из КНД; температуры воздуха на входе в двигатель; температуры воздуха за компрессором; температуры газа за ТНД; температуры газа за ТВД на режиме; атмосферного давления	– Рабочий эталон не ниже 5 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне измерений частоты от 68 до 8892 Гц – Рабочий эталон не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 в диапазоне измерений избыточного давления от минус 24,5 до плюс 589 кПа – Рабочий эталон не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 в диапазоне измерений избыточного давления от 0 до 40 кгс/см ² – Рабочий эталон не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 в диапазоне измерений абсолютного давления от 700 до 800 мм рт.ст. – Рабочий эталон не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне измерений постоянного электрического напряжения от минус 3,005 до плюс 49,108 мВ	– Рабочий эталон 5 разряда: Генератор сигналов низкочастотный прецизионный Г3-110, (0,01 – 1999999,99) Гц, ПГ ±5·10 ⁻⁷ , рег. № 5460-76 – Рабочий эталон 2 разряда: Калибратор многофункциональный МС5-R, от минус 100 до плюс 2000 кПа, ПГ ±(0,015 % · П + 0,01 % · ВП), где П – показание, ВП – верхний предел диапазона, рег. № 22237-06 – Рабочий эталон 3 разряда: Манометр цифровой МО-05, (0 – 60) МПа, ПГ ±0,05 %, рег. № 54409-13 – Рабочий эталон 1 разряда: Калибратор давления СРГ2500, (0 – 250) кПа, ПГ ±0,01 %, рег. № 54615-13 – Рабочий эталон 3 разряда: Компаратор напряжения Р3003, (1 · 10 ⁻⁶ – 10) В, ПГ ±0,01 мкВ при пределе напряжения 0,1111110 В, рег. № 7476-79 – Помпа ручная пневматическая МС-212
п. 10.2 Определение погрешности измерений расхода (массового) топлива (газа)	–	–

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

5.2 Применяемые при поверке средства измерений должны быть утвержденного типа, поверены.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные документами «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации Системы, применяемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие Системы требованиям, указанным в её эксплуатационной и технической документации, в том числе в части комплектности и внешнего вида;
- наличие сведений о её наименовании, типе, заводском номере;
- отсутствие видимых механических повреждений, коррозии Системы, влияющих на её функционирование, метрологические и технические характеристики;
- надежность креплений всех элементов Системы;
- целостность электрической изоляции токопроводящих кабелей.

7.2 При обнаружении несоответствия Системы требованиям, указанным в п. 7.1, проведение поверки прекращается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- провести измерения условий проведения поверки;
- изучить техническую и эксплуатационную документацию Системы и средств измерений, используемых при поверке;
- проверить наличие в Федеральном информационном фонде сведений о поверке средств измерений, используемых при поверке Системы;
- подготовить средства поверки к проведению измерений согласно их эксплуатационной документации;
- включить Систему не позднее, чем за 30 минут до начала поверки;
- проверить соблюдение требований безопасности, указанных в разделе 6.

8.1.2 При несоблюдении каких-либо требований, указанных в п. 8.1.1, поверка прекращается.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 При опробовании Системы проверяют её работоспособность путем проверки эксплуатационных свойств:

- возможность включения, выключения и функционирования в соответствии с эксплуатационной документацией;
- функционирование компьютера, загрузку операционной системы и программного обеспечения комплекса (далее – ПО). Запущенное программное обеспечение не должно выдавать сообщения об ошибках.

8.2.2 При несоблюдении каких-либо требований, указанных в п. 8.2.1, поверка прекращается.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверить идентификационные данные ПО:

- на мониторе компьютера автоматизированного рабочего места оператора (далее – АРМ) вызвать меню «О программе». Сравнить идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер ПО) и цифровой идентификатор ПО со сведениями, указанными в описании типа Системы. Сведения должны совпадать.

9.2 При несоблюдении каких-либо требований, указанных в п. 9.1, поверка прекращается.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующего частоте вращения ротора от 100 до 13000 об/мин; полного давления газа за турбиной ГГ; полного давления газа за турбиной ГГ/ТНД; полного давления воздуха за компрессором ГГ; давления воздуха за компрессором НД; перепада между полным давлением в РМК и атмосферным давлением; перепада между полным давлением воздуха на входе в двигатель и атмосферным давлением; перепада между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением; перепада между атмосферным давлением и статическим давлением воздуха на входе в компрессор; температуры воздуха на выходе из КНД; температуры воздуха на входе в двигатель; температуры воздуха за компрессором; температуры газа за ТНД; температуры газа за ТВД на режиме; атмосферного давления

10.1.1 Ко входу поверяемого измерительного канала подключить соответствующий рабочий эталон, указанный в таблице 4.

Таблица 4

Наименование измерительного канала	Применяемый рабочий эталон
Частота переменного тока, соответствующего частоте вращения ротора от 100 до 13000 об/мин	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный Г3-110
Полное давление газа за турбиной ГГ Полное давление газа за турбиной ГГ/ТНД Давление воздуха за компрессором НД Перепад между полным давлением в РМК и атмосферным давлением Перепад между полным давлением воздуха на входе в двигатель и атмосферным давлением Перепад между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением Перепад между атмосферным давлением и статическим давлением воздуха на входе в компрессор	Калибратор многофункциональный MC5-R
Полное давление воздуха за компрессором ГГ	Манометр цифровой МО-05
Атмосферное давление	Калибратор давления CPG2500
Температура воздуха на выходе из КНД Температура воздуха на входе в двигатель Температура воздуха за компрессором Температура газа за ТНД Температура газа за ТВД на режиме	Компаратор напряжения Р3003

10.1.2 С помощью рабочего эталона и, для измерительных каналов давления и перепада давления, помпы ручной пневматической МС-212 последовательно задать входной сигнал $X_{зад}$, соответствующий значению физической величины в испытуемой точке диапазона

измерений. Задаётся не менее пяти значений входного сигнала, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений измерительного канала, включая его крайние точки, в порядке возрастания (прямой ход), а затем в порядке убывания диапазона измерений (обратный ход). Значения величин входных сигналов для измерительных каналов Системы представлены в таблицах 5 – 10 (i – количество задаваемых значений входного сигнала, j – количество ходов).

Таблица 5

Наименование измерительного канала, единица измерений	Значения величины задаваемых входных сигналов, $X_{\text{зад}}$					
	i = 1	i = 2	i = 3	i = 4	i = 5	i = 6
Частота переменного тока, соответствующего частоте вращения ротора от 100 до 13000 об/мин, Гц	68	2274	4480	6686	8892	–
Полное давление газа за турбиной ГГ, ГГ/ТНД, кгс/см ²	0	1,5	3,0	4,0	6,0	–
Полное давление воздуха за компрессором ГГ, кгс/см ²	0	10	20	30	40	–
Давление воздуха за компрессором НД, кгс/см ²	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Перепад между полным давлением в РМК и атмосферным давлением, мм вод.ст.	-250	-200	-150	-100	-50	0
Перепад между полным давлением воздуха на входе в двигатель и атмосферным давлением, мм вод.ст.	-250	-200	-150	-100	-50	0
Перепад между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением, мм вод.ст.	-2500	-2000	-1500	-1000	-500	0
Перепад между атмосферным давлением и статическим давлением воздуха на входе в компрессор, мм вод.ст.	-2500	-2000	-1500	-1000	-500	0
Атмосферное давление, мм рт.ст.	700	725	750	775	800	–

Таблица 6

Напряжение, мВ	-3,005	0,000	3,306	6,862	10,624
Температура воздуха на выходе из КНД, °C	-50	0	50	100	150

Таблица 7

Напряжение, мВ	-3,005	-1,544	0,000	1,619	3,306
Температура воздуха на входе в двигатель, °C	-50	-25	0	25	50

Таблица 8

Напряжение, мВ	-3,005	5,413	15,366	26,271	49,108
Температура воздуха за компрессором, °C	-50	80	210	340	600

Таблица 9

Напряжение, мВ	0,000	9,141	18,516	28,079	37,326
Температура газа за ТНД, °C	0	225	450	675	900

Таблица 10

Напряжение, мВ	0,000	12,209	24,905	37,326	48,838
Температура газа за ТВД на режиме, °С	0	300	600	900	1200

10.1.3 С применением ПО Системы считать с монитора АРМ значения физической величины X_{ij} на выходе измерительного канала, соответствующие заданным значениям входных сигналов.

10.1.4 Рассчитать среднее арифметическое измеренных значений X_{ij} по формуле (1).

$$X_{i, \text{ср}} = \frac{\sum_j X_{ij}}{j} \quad (1)$$

10.1.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений измерительного канала Δ_i по формуле (2).

$$\Delta_i = X_{i, \text{ср}} - X_{i, \text{зад}} \quad (2)$$

За значение абсолютной погрешности измерительного канала Δ принимается максимальное по модулю значение Δ_i .

10.1.6 Рассчитать значение приведенной погрешности измерительного канала γ (%) по формуле (3).

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_n} \cdot 100 \ , \quad (3)$$

где X_n – нормирующее значение, равное значению диапазона измерений измерительного канала, единицы физической величины.

10.1.7 Повторить действия, указанные в п. 10.1.1 – п. 10.1.5 для всех измерительных каналов, для которых нормируется значение абсолютной погрешности.

10.1.8 Повторить действия, указанные в п. 10.1.1 – п. 10.1.6 для всех измерительных каналов, для которых нормируется значение приведенной погрешности.

10.2 Определение погрешности измерений измерительного канала расхода (массового) топлива (газа)

10.2.1 Первичным измерительным преобразователем измерительного канала расхода (массового) топлива (газа) является счетчик-расходомер массовый MicroMotion модификация CMF100 (рег. № 45115-10). Указанное средство измерений отображает измерительную информацию на его дисплее, а также преобразует её в цифровой сигнал, поступающий непосредственно на АРМ Системы. Поэтому определение погрешности измерений данного измерительного канала осуществляется путем анализа сведений о наименовании, типе, модификации первичного измерительного преобразователя, указанных в его технической документации, и проверке наличия в Федеральном информационном фонде сведений о его поверке.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.3.1 Система считается соответствующей метрологическим требованиям, если в результате обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик, выполненной в соответствии с п. 10.1 – п. 10.2 настоящей методики поверки, выявлено, что метрологические характеристики Системы удовлетворяют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа Системы.

10.3.2 Результаты поверки Системы считаются положительными, если результаты всех операций поверки соответствуют требованиям, указанным в настоящей методике поверки, а также в случае выполнения условия, указанного в п. 10.3.1. В противном случае Система считается прошедшей поверку с отрицательным результатом.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки Системы передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений лицом, проводившим поверку, в сроки, установленные действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений РФ.

11.2 В случае положительных результатов поверки по письменному заявлению лица, представившего Систему на поверку, знак поверки наносится в формуляр Системы и (или) на свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утверждаемыми действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений РФ.

В формуляр Системы также вносится запись о проведенной поверке и указывается дата поверки. Запись заверяется подписью поверителя с её расшифровкой (фамилия и инициалы).

11.3 При проведении поверки Системы в сокращенном объеме результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы с указанием результатов поверки по каждому разделу настоящей методики поверки и их оценки в соответствии с указанными требованиями. Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.4 В случае отрицательных результатов поверки выдаётся извещение о непригодности к применению комплекса по форме, указанной в действующих нормативных документах в области обеспечения единства измерений РФ.