

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
ФБУ «Пермский ЦСМ»



А.М. Деменев

2018 г.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ИЗМЕРЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ПАРАМЕТРОВ ПО УЗЛОВОЙ
ДОВОДКИ ИЗДЕЛИЙ ГТД «ПАРУС-М10»
(АС «ПАРУС-М10»)**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

602.09.815 МП

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматизированную измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-М10» (АС «ПАРУС-М10»), заводской номер № 01 (далее – Система) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Система предназначена для измерений параметров изделий газотурбинных двигателей (далее – ГТД) и технологического оборудования: частоты вращения входного вала изделия ГТД, температуры деталей и жидкостей, давления жидкостей и газов, объемного расхода жидкостей, виброскорости корпусов и деталей ГТД – при проведении испытаний на испытательном стенде № 10.

1.3 В состав Системы входят следующие средства измерений:

- комплекс измерительно-вычислительный МИС-036R, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 20859-09;

- комплекс измерительный магистрально-модульный МИС-553 РХ1 рег. № 46517-11;

- преобразователи термоэлектрические ТХА, ТХК, рег. № 50428-12;

- термопреобразователи сопротивления ТС 1388-1/100П, 100М, рег. № 18131-99;

- преобразователи расхода турбинные ТПР 1...20, ТПР1В...20В, рег. № 8326-90, 8326-04;

- преобразователи давления измерительные АРС-2000, рег. № 29147-11;

- вибропреобразователи МВ-43, рег. № 16985-08;

- датчики частоты вращения ДЧВ-2500.

1.4 Первичные измерительные преобразователи, входящие в состав измерительных каналов Системы, поверка которых проводится поэлементным методом, должны быть поверены.

1.5 Перечень измерительных каналов (далее – ИК) Системы, подлежащих поверке по настоящей методике, и их метрологические характеристики приведены в таблице 1.

1.6 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов Системы в соответствии с заявлением владельца Системы с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Метрологические характеристики Системы

Наименование измеряемого параметра	Количество измерительных каналов	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности измерений (с учетом ПИП)
Частота вращения входного вала изделия ГТД, об/мин	4 шт.	от 500 до 4500	Относительная ±0,1%
	4 шт.	от 1000 до 19000	
Температура газов и деталей изделия ГТД, °С	100 шт.	ТХК от -40 до 600 ТХА от -40 до 1300	Приведенная ¹ ±1,0 %
Температура газов и жидкостей, °С	20 шт.	от -40 до 250	Приведенная ¹ ±1,0 %
Давление жидкостей, кгс/см ²	30 шт.	от 0 до 16	Приведенная ¹ ±1,0 %
Давление газов, кгс/см ²	100 шт.	от 0 до 8	Приведенная ¹ ±1,0 % в диапазоне измерений

Наименование измеряемого параметра	Количество измерительных каналов	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности измерений (с учетом ПИП)
			от 0 до $0,5 \cdot Y_{\max}$ кгс/см ² Относительная $\pm 1,0 \%$ в диапазоне измерений св. $0,5 \cdot Y_{\max}$ до Y_{\max} кгс/см ²
Объемный расход жидкостей, л/мин	6 шт.	от 1,21 до 96,20	Приведенная ¹ $\pm 1,0 \%$ в диапазоне измерений от 0 до $0,5 \cdot Y_{\max}$ л/мин Относительная $\pm 1,0 \%$ в диапазоне измерений св. $0,5 \cdot Y_{\max}$ до Y_{\max} л/мин
Виброскорость корпусов и деталей ГТД (при вибрациях с частотами валов), мм/с	24 шт.	от 1 до 100	Приведенная ¹ $\pm (4 - 12) \%$
<p>Примечания</p> <p>1 При расчете приведенной погрешности за нормирующее значение принимается значение диапазона измерений измерительного канала.</p> <p>2 Y_{\max} – значение верхнего предела диапазона измерений измерительного канала.</p>			

1.7 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик Системы	8.3	+	+
4 Оформление результатов поверки	9	+	+

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

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного и вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7	Барометр-анероид метеорологический, (80 – 106) кПа, ПГ $\pm 0,2$ кПа Прибор комбинированный Testo-608-N1, (0 – 50) °С, ПГ $\pm 0,5$ °С; (10 – 95) %, ПГ ± 3 %
8.3	Магазин сопротивления P4831, (0,021 – 11111,10) Ом, ПГ $\pm 0,02$ % Калибратор многофункциональный TRX-IIR, (0 – 52) мА, ПГ $\pm(0,01$ % от показаний + 0,02 % от диапазона измерений) %, (0 – 60) В, ПГ $\pm(0,05$ % от показаний + 0,005 % от диапазона измерений) % Виброустановка калибровочная портативная 9110D, ($1 \cdot 10^{-5}$ – $3,8 \cdot 10^{-1}$) м/с, U ± 3 % в диапазоне частот (30 – 500) Гц Вибростенд взрывозащищенный ТИК-ВВ (ТИК - VV), (1 – 40) м/с, (2 – 10000) Гц, ПГ ± 2 % на частоте 80 Гц Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122, (0,001 – 1999999,999) Гц, ПГ $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ Тахометр оптический ДО-03-04, ($3 \cdot 10^{-1}$ – $3 \cdot 10^5$) об/мин, ПГ $\pm(0,006$ – 0,02) %

3.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик Системы с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности электроустановок потребителей», указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации на Систему, применяемые средства поверки.

5.2 Оборудование Системы и средства измерений (далее – СИ) должны быть надежно заземлены и иметь соответствующую маркировку в местах заземления.

5.3 Организация проведения работ по поверке Системы должна проводиться по согласованию с лицами, ответственными за её эксплуатацию.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (15 – 25) °С;
- относительная влажность воздуха (30 – 80) %;
- атмосферное давление (84 – 106) кПа.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка полноты комплектности Системы и эксплуатационной документации на нее;
- проверка наличия свидетельств о поверке (знаков поверки) средств поверки, а также СИ, входящих в состав Системы (допускается отсутствие свидетельств о поверке (знаков поверки) у СИ, входящих в состав измерительных каналов, поверка которых осуществляется комплектным методом);
- определение условий проведения поверки, проверка их соответствия условиям, указанным в п. 6 настоящей методики поверки;
- подготовить средства поверки к проведению измерений согласно их эксплуатационной документации;
- Система должна быть включена не позднее чем за 30 минут до начала поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие Системы требованиям технической документации в части комплектности, маркировки и внешнего вида;
- наличие на шильде надписей, определяющих наименование и тип Системы, наименования предприятия-изготовителя, заводской номер, год выпуска.
- отсутствие видимых нарушений покрытий шкафов и оборудования Системы;
- наличие заземления контуров компонентов Системы и металлических шкафов, в которых они расположены;
- отсутствие механических повреждений электрической изоляции токопроводящих кабелей, наличие и целостность заземляющих проводов;
- состояние компонентов Системы, в т.ч. СИ в составе измерительных каналов, с целью выявления возможных механических повреждений, загрязнения, следов коррозии, влияющих на функционирование и метрологические характеристики Системы.

8.2 Опробование

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

- возможность включения, выключения и функционирования Системы в соответствии с эксплуатационной и технической документацией;
- функционирование всех средств измерений и оборудования, входящих в состав Системы;
- отсутствие ошибок обмена между компонентами Системы, такими как станции сбора данных, предназначенными для измерений и регистрации параметров испытуемого изделия и технологического оборудования, выдачи управляющих сигналов на исполнительные устройства стендовых систем по заранее заданным алгоритмам, сервер сбора данных и автоматизированные рабочие места (далее – АРМ) персонала испытательного стенда № 10;
- функционирование компьютеров, загрузку операционной системы и программного обеспечения MERA Recorder. Запущенное программное обеспечение не должно выдавать и отображать ошибки, его идентификационные данные должны соответствовать идентификационным данным, указанным в описании типа Системы;
- поступление измерительной информации со всех функционирующих

измерительных преобразователей в составе Системы, регистрация результатов измерений, ведение архивов, регистрация отчетов и трендов (графиков);

- работоспособности органов управления;

- отображения показаний каждого измерительного канала Системы на мониторах

АРМ.

8.3 Определение метрологических характеристик Системы

8.3.1 Определение метрологических характеристик производится для каждого измерительного канала (далее – ИК), указанного в таблице 1, поэлементным (ИК температуры газов и деталей изделия ГТД, температуры газов и жидкостей, объемного расхода жидкостей, давления газов и жидкостей) или комплектным методом (ИК частоты вращения входного вала изделия ГТД, виброскорости корпусов и деталей ГТД).

Для измерительных каналов частоты вращения входного вала изделия ГТД определение метрологических характеристик осуществляется только комплектным методом.

8.3.2 Определение метрологических характеристик Системы поэлементным методом

8.3.2.1 Отключить электрическое питание первичного измерительного преобразователя измерительного канала подвергаемого поверке.

8.3.2.2 Отключить от первичного измерительного преобразователя линии связи с Системой.

8.3.2.3 К ИК подключить соответствующий рабочий эталон (таблица 2).

8.3.2.4 Подключить электрическое питание рабочего эталона, подготовить его к проведению измерений согласно эксплуатационной документации.

8.3.2.5 Задать с помощью рабочего эталона входной сигнал, соответствующий значению физической величины Y_{σ}^j в испытываемой точке диапазона измерений. Задаётся не менее пяти значений входного сигнала, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений ИК, включая крайние точки, в порядке возрастания (прямой ход), и затем в порядке убывания диапазона измерений ИК (обратный ход).

8.3.2.6 Считать значение физической величины Y^j с монитора компьютера Системы или с применением функции «Поверка» ПО MERA Recorder. Показания снимаются, выраженные в конкретной физической величине. В каждой точке фиксируется по 10 полученных значений Y^j при прямом и обратном ходе, $i = 1..20$, $j = 1..5$.

8.3.2.7 Для оценки абсолютной погрешности ИК используется измеренное значение физической величины \bar{Y}_j с максимальным отклонением от её действительного значения при прямом и обратном ходе, $i = 1..20$, $j = 1..5$.

8.3.2.8 Расчет абсолютной погрешности измерений ИК (без учета первичного измерительного преобразователя) производится по формуле (1).

$$\Delta_{ИК}^j = \bar{Y}_j - Y_{\sigma}^j, \quad (1)$$

где Y_{σ}^j – действительное значение входного сигнала в единицах измеряемой величины.

8.3.2.9 Расчет относительной погрешности измерений ИК (без учета первичного преобразователя) производится по формуле (2).

$$\delta_{ИК}^j = \frac{\Delta_{ИК}^j}{Y_{\sigma}^j} \cdot 100 \quad (2)$$

За относительную погрешность измерений ИК $\delta_{ИК}$ (без учета первичного преобразователя) принимается максимальное значение $\delta_{ИК}^j$, $j = 1..5$.

8.3.2.10 Расчет суммарной относительной погрешности измерений ИК (с учетом первичного преобразователя) производится по формуле (3).

$$\delta_{\text{сум}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ИК}}^2 + \delta_{\text{ПИП}}^2}, \quad (3)$$

где $\delta_{\text{ПИП}}$ – относительная погрешность первичного измерительного преобразователя, определяемая по свидетельству о поверке или паспортным данным, %.

8.3.2.11 Расчет приведенной погрешности измерений (без учета первичного преобразователя) производится по формуле (4).

$$\gamma_{\text{ИК}}^j = \frac{\Delta_{\text{ИК}}^j}{Y_N^j} \cdot 100, \quad (4)$$

где Y_N^j – значение верхнего предела диапазона измерений в единицах измеряемой величины.

Расчет приведенной погрешности измерений для $Y_0^j \leq 0,5 \cdot Y_N^j$ (для ИК объемного расхода жидкостей, давления газов) (без учета первичного преобразователя) производится по формуле (5).

$$\gamma_{\text{ИК}}^j = \frac{\Delta_{\text{ИК}}^j}{0,5 \cdot Y_N^j} \cdot 100 \quad (5)$$

За приведенную погрешность измерений ИК $\gamma_{\text{ИК}}$ (без учета первичного преобразователя) принимается максимальное значение $\gamma_{\text{ИК}}^j, j = 1..5$.

8.3.2.12 Расчет суммарной приведенной погрешности измерений ИК (с учетом первичного преобразователя) производится по формуле (6).

$$\gamma_{\text{сум}} = 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{\text{ИК}}^2 + \gamma_{\text{ПИП}}^2}, \quad (6)$$

где $\gamma_{\text{ПИП}}$ – приведенная погрешность первичного измерительного преобразователя, определяемая по свидетельству о поверке или паспортным данным, %

8.3.3 Определение метрологических характеристик Системы комплектным методом

8.3.3.1 Для ИК частоты вращения входного вала изделия ГТД

8.3.3.1.1 Считать с помощью рабочего эталона значение физической величины Y_0^j в испытуемой точке диапазона измерений. Считывается не менее пяти значений, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений ИК, включая крайние точки, в порядке возрастания (прямой ход), и затем в порядке убывания диапазона измерений ИК (обратный ход).

8.3.3.1.2 Считать значение физической величины Y_i^j с монитора компьютера Системы или с применением функции «Поверка» ПО MERA Recorder. Показания снимаются, выраженные в конкретной физической величине. В каждой точке фиксируется по 10 полученных значений Y_i^j при прямом и обратном ходе, $i = 1..20, j = 1..5$.

8.3.3.1.3 Для оценки абсолютной погрешности ИК используется измеренное значение физической величины \bar{Y}_j с максимальным отклонением от её действительного значения при прямом и обратном ходе, $i = 1..20, j = 1..5$.

8.3.3.1.4 Расчет абсолютной погрешности измерений ИК (с учетом первичного измерительного преобразователя) производится по формуле (7).

$$\Delta_{\text{ИК}}^j = \bar{Y}_j - Y_0^j, \quad (7)$$

где Y_0^j – действительное значение входного сигнала в единицах измеряемой величины.

8.3.3.1.5 Расчет относительной погрешности измерений ИК (с учетом первичного преобразователя) производится по формуле (8).

$$\delta_{ИК}^j = \frac{\Delta_{ИК}^j}{Y_{\sigma}^j} \cdot 100 \quad (8)$$

За относительную погрешность измерений ИК $\delta_{ИК}$ (с учетом первичного преобразователя) принимается максимальное значение $\delta_{ИК}^j, j = 1..5$.

8.3.3.2 Для ИК виброскорости корпусов и деталей ГТД (при вибрациях с частотами валов)

8.3.3.2.1 Отключить электрическое питание первичного измерительного преобразователя измерительного канала, подвергающегося поверке.

8.3.3.2.2 К первичному измерительному преобразователю подключить соответствующий рабочий эталон. Подключить электрическое питание рабочего эталона, первичного преобразователя, подготовить их к проведению измерений согласно эксплуатационной документации.

8.3.3.2.3 Задать с помощью рабочего эталона входной сигнал, соответствующий значению физической величины Y_{σ}^j в испытываемой точке диапазона измерений. Задаётся не менее пяти значений входного сигнала, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений ИК, включая крайние точки, в порядке возрастания (прямой ход), и затем в порядке убывания диапазона измерений ИК (обратный ход) последовательно в рабочем диапазоне частот и в рабочем диапазоне амплитуд.

8.3.3.2.4 Считать значение физической величины Y_f^j с монитора компьютера Системы или с применением функции «Поверка» ПО MERA Recorder. Показания снимаются, выраженные в конкретной физической величине. В каждой точке фиксируется по 10 полученных значений Y_f^j при прямом и обратном ходе, $i = 1..20, j = 1..5$. Для оценки абсолютной погрешности ИК в рабочем диапазоне частот и в рабочем диапазоне амплитуд используются измеренные значение физической величины (Y_f^j и $Y_a^j, \text{ м/с}^2$) с максимальным отклонением от её действительного значения при прямом и обратном ходе, $i = 1..20, j = 1..5$.

8.3.3.2.5 Расчет абсолютной погрешности ИК в рабочем диапазоне частот и в рабочем диапазоне амплитуд (с учетом первичного измерительного преобразователя) производится по формулам (9) и (10).

$$\Delta_f^j = Y_f^j - Y_{\sigma}^j, \quad (9)$$

$$\Delta_a^j = Y_a^j - Y_{\sigma}^j, \quad (10)$$

где Y_{σ}^j – действительное значение входного сигнала, м/с^2 .

8.3.3.2.6 Расчет приведенной погрешности ИК в рабочем диапазоне частот и в рабочем диапазоне амплитуд (с учетом первичного преобразователя) производится по формулам (11) и (12).

$$\gamma_f^j = \frac{\Delta_f^j}{Y_N^j} \cdot 100, \quad (11)$$

$$\gamma_a^j = \frac{\Delta_a^j}{Y_N^j} \cdot 100, \quad (12)$$

где Y_N^j – значение верхнего предела измерений измерительного канала, м/с^2 .

За приведенную погрешность измерений ИК в рабочем диапазоне частот γ_f и в рабочем диапазоне амплитуд γ_a (с учетом первичного преобразователя) принимается максимальное значение γ_f^j и $\gamma_a^j, j = 1..5$.

8.3.3.2.7 Расчет приведенной погрешности ИК виброскорости корпусов и деталей ГТД (при вибрациях с частотами валов) (γ , %) производится по формуле (13).

$$\gamma = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{\text{эт}}^2 + \gamma_a^2 + \gamma_f^2}, \quad (13)$$

где $\gamma_{\text{эт}}$ – приведенная погрешность эталона, %.

8.3.4. Результаты поверки по данному пункту методики поверки считаются положительными, если значения рассчитанных погрешностей измерительных каналов не выходят за пределы, указанные в таблице 1.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

9.2 При положительных результатах поверки Системы оформляется свидетельство о поверке по форме, указанной в действующих нормативных документах в области обеспечения единства измерений РФ.

Знак поверки Системы наносится на свидетельство о поверке.

9.3 При отрицательных результатах поверки Системы оформляется извещение о непригодности к применению по форме, указанной в действующих нормативных документах в области обеспечения единства измерений РФ.