

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора  
ФБУ «Пермский ЦСМ»



А.Л. Карташев

2018 г.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ  
ПАРАМЕТРОВ ПОУЗЛОВОЙ ДОВОДКИ ИЗДЕЛИЙ ГТД «ПАРУС-УИР-1/2»  
(АС «ПАРУС-УИР-1/2»)**

**Методика поверки**

**602.09.813 МП**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на Систему автоматизированную измерения, управления и обработки параметров поузловой доводки изделий ГТД «ПАРУС-УИР-1/2» (АС «ПАРУС-УИР-1/2»), 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, виброускорения корпусов и деталей ГТД – при проведении испытаний на испытательном стенде УИР-1/2.

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 РХІ 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;

- датчики давления МИДА-13П-В, рег. № 17636-06;

- преобразователи избыточного давления 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	до 8 шт.	от 500 до 23000	Относительная ±0,1 %
Температура газов и деталей изделия ГТД, °С	до 100 шт.	ТХК от 0 до 650 ТХА от 0 до 1000	Приведенная <sup>1</sup> ±1,0 %
Температура газов и жидкостей, °С	до 20 шт.	от 0 до 250	Приведенная <sup>1</sup> ±1,0 %
Давление газов и жидкостей, кгс/см <sup>2</sup>	до 50 шт.	от 0,0 до 10,0	Приведенная <sup>1</sup> ±0,3 %
Объемный расход жидкостей, л/мин	до 6 шт.	от 32,17 до 223,00	Приведенная <sup>1</sup> ±1,0 %
Виброускорение корпусов и деталей	до 24 шт.	от 1 до 100	Приведенная <sup>1</sup>

Наименование измеряемого параметра	Количество измерительных каналов	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности измерений (с учетом ПИП) $\pm(3 - 12) \%$
ГТД (при вибрациях с частотами валов), $\text{м/с}^2$			$\pm(3 - 12) \%$
<sup>1</sup> – За нормирующее значение принимается значение верхнего предела измерений измерительного канала.			

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 БАММ-1, (80 – 106) кПа, ПГ $\pm 0,2$ кПа Прибор комбинированный Testo-608-N1, (0 – 50) °C, ПГ $\pm 0,5$ °C; (10 – 95) %, ПГ $\pm 3$ %
8.3	Калибратор давления DPI 610 с внутренним и внешним преобразователем давления до 7 МПа, (0 – 7) МПа, ПГ $\pm 0,025$ % Магазин сопротивления P4831, (0,021 – 11111,10) Ом, ПГ $\pm 0,02$ % Калибратор многофункциональный TRX-IPR, (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, (0,1 – 196) $\text{м/с}^2$ , $U \pm 3 \%$ в диапазоне частот (30 – 2000) Гц, $U \pm 15 \%$ в диапазоне частот

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 – 10000) Гц Вибростенд взрывозащищенный ТИК-ВВ (ТИК - VV), (0,5 – 30) м/с <sup>2</sup> , ПГ ±2 % на частоте 80 Гц Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3R, (1·10 <sup>-3</sup> – 3·10 <sup>9</sup> ) Гц, ПГ ±5·10 <sup>-10</sup>

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

#### 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 Работы по поверке Системы должны 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;
- наличие 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 испытаний, проверка их соответствия условиям, указанным в п. 6 настоящей методики поверки;
- подготовить согласно технической и нормативной документации средства поверки;
- средства измерений и Система должны быть включены 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 шильдах 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 УИР-1/2;
- функционирование компьютеров, загрузку операционной системы и программного обеспечения MERA Recorder. Запущенное программное обеспечение не должно выдавать и отображать ошибки;
- 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, указанного в таблице 1, поэлементным (ИК температуры газов и деталей изделия ГТД, температуры газов и жидкостей, объемного расхода жидкостей) или комплектным методом (ИК частоты вращения входного вала изделия ГТД, давления газов и жидкостей, виброускорение 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 (далее – ИК) подвергаемого испытаниям.

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.

8.3.2.5 Задать с помощью рабочего эталона входной сигнал, соответствующий значению физической величины  $Y_{\alpha}^j$  в испытуемой 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  $Y_i^j$  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,  $i = 1..20$ ,  $j = 1..5$ .

8.3.2.7 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).

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

где  $Y_{\alpha}^j$  – 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).

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

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).

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

где  $\delta_{ПИП}$  – 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).

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

где  $Y_N^j$  – значение верхнего предела измерений измерительного канала в единицах измеряемой величины.

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

8.3.2.12 Расчет суммарной приведенной погрешности измерений ИК (с учетом первичного преобразователя) производится по формуле (5).

$$\gamma_{сум} = 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{ИК}^2 + \gamma_{ПИП}^2}, \quad (5)$$

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, давления газов и жидкостей

8.3.3.1.1 Отключить электрическое питание первичного измерительного преобразователя измерительного канала, подвергающегося испытаниям.

8.3.3.1.2 К первичному измерительному преобразователю подключить соответствующий рабочий эталон. Подключить электрическое питание рабочего эталона, первичного преобразователя.

8.3.3.1.3 Задать с помощью рабочего эталона входной сигнал, соответствующий значению физической величины  $Y_{\delta}^j$  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).

8.3.3.1.4 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,  $i = 1..20$ ,  $j = 1..5$ .

8.3.3.1.5 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,  $i = 1..20$ ,  $j = 1..5$ .

8.3.3.1.6 Расчет абсолютной погрешности измерений ИК (с учетом первичного измерительного преобразователя) производится по формуле (6).

$$\Delta_{\text{ИК}}^j = \bar{Y}_j - Y_{\delta}^j, \quad (6)$$

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

8.3.3.1.7 Расчет относительной погрешности измерений ИК (с учетом первичного преобразователя) производится по формуле (7).

$$\delta_{\text{ИК}}^j = \frac{\Delta_{\text{ИК}}^j}{Y_{\delta}^j} \cdot 100 \quad (7)$$

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

8.3.3.1.8 Расчет приведенной погрешности измерений (с учетом первичного преобразователя) производится по формуле (8).

$$\gamma_{\text{ИК}}^j = \frac{\Delta_{\text{ИК}}^j}{Y_N^j} \cdot 100, \quad (8)$$

где  $Y_N^j$  – значение верхнего предела измерений измерительного канала в единицах измеряемой величины.

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

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

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

8.3.3.2.2 К первичному измерительному преобразователю подключить соответствующий рабочий эталон. Подключить электрическое питание рабочего эталона, первичного преобразователя.

8.3.3.2.3 Задать с помощью рабочего эталона входной сигнал, соответствующий значению физической величины  $Y_{\theta}^j$  в испытуемой 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  $Y_i^j$  с монитора компьютера Системы или с применением функции «Проверка» 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,  $i = 1..20$ ,  $j = 1..5$ . Для оценки абсолютной погрешности ИК в рабочем диапазоне частот и в рабочем диапазоне амплитуд используются измеренные значение физической величины ( $Y_f^j$  и  $Y_a^j$ , м/с<sup>2</sup>) 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).

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

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

где  $Y_{\theta}^j$  – действительное значение входного сигнала, м/с<sup>2</sup>.

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<sup>2</sup>.

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

8.3.3.2.7 Расчет приведенной погрешности ИК виброускорения корпусов и деталей ГТД (при вибрациях с частотами валов) ( $\gamma$ , %) производится по формуле (13).

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

где  $\gamma_{эм}$  – 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 установки 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.