

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора

ФБУ «Пермский ЦСМ»



А.М. Деменев

«16» октября 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
СИСТЕМА СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТЕНДА № 1 «СИС-1»

Методика поверки

МП 69559-17

с изменением № 1

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на Систему силоизмерительную стенда № 1 «СИС-1», заводской номер № 1 (далее – Система) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Система предназначена для измерений силы от тяги газотурбинных двигателей (далее – ГТД) при проведении испытаний на Испытательном стенде № 1 АО «ОДК-Авиадвигатель».

1.3 В состав измерительных каналов силы от тяги двигателя входят:

- датчик силоизмерительный тензорезисторный U10M/250KN (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 41034-09);

- комплекс измерительно-вычислительный MIC-036R (рег. № 20859-09).

1.4 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону единицы силы путем применения рабочих эталонов единицы силы 2 разряда по приказу Росстандарта от 22.10.2019 № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы».

Реализация методики поверки осуществляется методом непосредственного сличения величин, измеренных с применением поверяемого средства измерений, с эталоном той же единицы величины.

1.5 Интервал между поверками – 1 год.

1.6 Допускается возможность проведения поверки для отдельных измерительных каналов в соответствии с заявлением владельца Системы или лица, представившего Систему 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 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8.3	да	да
Определение метрологических характеристик Системы	8.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8.5	Да	Да
Оформление результатов поверки	9	да	да

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ 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
5.1	Барометр anerоид БАММ-1, (80 – 106) кПа, ПГ $\pm 0,2$ кПа Прибор комбинированный Testo-608-H1, (0 – 50) °С, ПГ $\pm 0,5$ °С; (10 – 95) %, ПГ ± 3 %
7.1	Секундомер механический СОСпр-26-2-000, (0 – 60) с, (0 – 60) мин, КТ 2 Уровень брусковый 200-0,15 по ГОСТ 9392-89, ПГ $\pm 0,15$ мм/м
8.4	Рабочий эталон единицы силы 2 разряда по приказу Росстандарта от 22.10.2019 № 2498: динамометр электронный переносной АЦДР-50/1И-00, от 5 до 50 кН, ПГ $\pm 0,06$ % Рабочий эталон единицы силы 2 разряда по приказу Росстандарта от 22.10.2019 № 2498: динамометр электронный АЦД/ЗР-250/2И-00, от 50 до 250 кН, ПГ $\pm 0,06$ % Поверочное градуировочное устройство по чертежам 14124.00, 49076-000-00, 49154-000-00

3.2 Эталоны, применяемые при поверке, должны соответствовать требованиям Постановления Правительства РФ от 23.09.2010 № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Иные средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

4.2 Нагружение и разгружение Системы поверочным градуировочным устройством (далее – ПГУ) должны производиться со скоростью, не превышающей $0,2 \cdot Y_{\max}$ в минуту.

5 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 30 – 80;
- атмосферное давление, кПа 84 – 106.

6 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

6.2 Для проведения поверки достаточно одного специалиста.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие сведений о предыдущей поверке Системы (при периодической поверке);
- подготовить согласно технической и нормативной документации средства поверки;
- проверить возможность включения/выключения электромеханического вибратора;
- проверить горизонтальность силопередающих звеньев ПГУ;
- с помощью ПГУ нагрузить поверяемые измерительные каналы силой $Y_{\max}$ (кгс), выдержать 5 минут, осмотреть все силопередающие элементы Системы, разгрузить Систему полностью, установить на “нуль” показания динамометра и Системы. Повторить данную операцию 3 раза.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- соответствие поверяемой Системы требованиям технической документации в части комплектности, маркировки и внешнего вида, соответствие крепления силопередающих (силовоспринимающих) опор, призм и подушек требованиям технической документации, состояние их рабочих поверхностей (сколы кромок и механические повреждения рабочих поверхностей призм недопустимы);
- отсутствие задевания подвижных частей динамометрической платформы о неподвижные узлы стенда;
- наличие заземления контуров компонентов Системы и металлических шкафов, в которых они расположены;
- внешний вид каждого измерительного компонента Системы, с целью выявления возможных механических повреждений, загрязнения, следов коррозии, влияющих на функционирование и метрологические характеристики Системы;
- соответствие установки и монтажа измерительных компонентов Системы требованиям технической документации;
- соединительные провода не должны иметь каких-либо повреждений.

8.1.2 При обнаружении неисправностей и несоответствий Системы требованиям п. 8.1 настоящей методики поверка прекращается до устранения выявленных неисправностей и несоответствий. После устранения неисправностей и несоответствий внешний осмотр проводится в полном объеме.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют эксплуатационные свойства Системы:

- возможность включения, выключения и функционирования Системы в соответствии с документацией;
- функционирование всех средств измерений и вспомогательного оборудования, входящих в состав Системы;
- отсутствие ошибок обмена между Системой и системой автоматизированной ПАРУС-М1;
- функционирование компьютера, загрузку операционной системы и программного обеспечения «Recorder». Запущенное программное обеспечение не должно выдавать и отображать ошибки;
- поступление измерительной информации со всех функционирующих измерительных преобразователей СИС и ПГУ, регистрация результатов измерения и трендов (графиков).

8.2.2 При опробовании необходимо убедиться, что показания Системы соответствуют значениям вводимых параметров и считываются с монитора компьютера Системы.

8.2.3 При обнаружении несоответствий Системы требованиям п.п. 8.2.1 – 8.2.2 настоящей методики, поверка прекращается до устранения выявленных несоответствий. После устранения несоответствий опробование проводится в полном объеме.

8.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.3.1 Провести идентификацию программного обеспечения MERA Recorder следующим образом. Выбрать пункт меню «О программе». Отображенные данные о наименовании программного обеспечения и его версии должны совпадать с данными, указанными в описании типа на Систему.

8.3.2 При обнаружении несоответствия требованиям, указанным в п. 8.3.1, проведение поверки прекращается.

8.4 Определение метрологических характеристик Системы

8.4.1 Для определения метрологических характеристик Системы поверка проводится комплектным методом.

8.4.2 При определении погрешности Системы в поверяемой точке диапазона измерений с помощью ПГУ на рабочем эталоне устанавливается значение физической величины Y_{δ}^j , и считывается значение физической величины Y_i^j с монитора компьютера. Задаются не менее одиннадцати значений входного сигнала, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений измерительного канала, при прямом и обратном ходе, включая крайние точки диапазона измерений. Количество ходов – не менее 10.

8.4.3 Показания снимаются, выраженные в конкретной физической величине. В каждой контрольной точке прямого и обратного хода фиксируется по 10 полученных значений Y_i^j , $i = 1...10$, $j = 1...11$. Перед отсчётом показаний на (1 – 2) с необходимо включать электровибратор Системы. Отсчёт показаний Системы и рабочего эталона необходимо вести при выключенном вибраторе после установления стабильного показания Системы.

8.4.4 Определение случайной составляющей погрешности Системы

8.4.4.1 Вычисляются средние значения показаний Y_i^j для прямого и обратного ходов в каждой точке диапазона измерений Системы по формулам (1) и (2) соответственно.

$$\overline{Y_n^j} = \frac{\sum_{i=1}^{10} Y_{in}^j}{10}, \quad (1)$$

$$\overline{Y_p^j} = \frac{\sum_{i=1}^{10} Y_{ip}^j}{10}, \quad (2)$$

где $\overline{Y_n^j}$ – среднее значение показаний Y_{in}^j на прямом ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы, кгс;

$\overline{Y_p^j}$ – среднее значение показаний Y_{ip}^j на обратном ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы, кгс.

8.4.4.2 Вычисляется среднее значение всех показаний Y_i^j , полученных на прямом и обратном ходах, в j-ой точке диапазона измерений Системы по формуле (3).

$$\overline{Y^j} = \frac{\overline{Y_n^j} + \overline{Y_p^j}}{2} \quad (3)$$

где $\overline{Y^j}$ – среднее значение показаний Y_i^j на прямом и обратном ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы, кгс.

8.4.4.3 Вычисляется вариация показаний Y_i^j в каждой точке диапазона измерений Системы по формуле (4).

$$a^j = Y_{in}^j - Y_{ip}^j, \quad (4)$$

где a^j – вариация показаний, кгс.

8.4.4.4 Вычисляются случайные отклонения показаний Y_i^j на прямом и обратном ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы по формулам (5) и (6) соответственно.

$$V_{in}^j = Y_{in}^j - \overline{Y^j}, \quad (5)$$

$$V_{ip}^j = Y_{ip}^j - \overline{Y^j}, \quad (6)$$

где V_{in}^j – случайное отклонение показаний Y_{in}^j на прямом ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы, кгс;

V_{ip}^j – случайное отклонение показаний Y_{ip}^j на обратном ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы, кгс.

8.4.4.5 Вычисляются среднеквадратические погрешности измерения в j-ой точке диапазона измерений Системы по формуле (7).

$$\partial^j = \sqrt{\frac{1}{(n_i^j - 1)} \left(\sum_{i=1}^{i_n} V_{in}^{j2} + \sum_{i=1}^{i_p} V_{ip}^{j2} \right)}, \quad (7)$$

где ∂^j – среднеквадратическая погрешность измерений в j-ой точке диапазона измерений Системы, кгс;

$n_i^j = i_n + i_p$ – общее число наблюдений в j-ой точке диапазона измерений Системы;

i_n – общее число наблюдений показаний Y_{in}^j на прямом ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы;

i_p – общее число наблюдений показаний Y_{ip}^j на обратном ходе в j-ой точке диапазона измерений Системы.

8.4.4.6 Пользуясь нормированным значением доверительной вероятности $P = 0,95$ и полученным в каждой точке числом измерений n_i^j , по таблице Стьюдента–Фишера находят величину квантилей и вычисляют абсолютное значение случайной составляющей погрешности в каждой точке диапазона измерений Системы по формуле (8).

$$\Delta_{сл}^j = \sqrt{(t\partial^j)^2 + \left(\frac{a_{\max}}{2}\right)^2}, \quad (8)$$

где $\Delta_{сл}^j$ – абсолютная случайная составляющая погрешности, вычисленная в j-ой точке диапазона измерений Системы при доверительной вероятности $P = 0,95$, кгс;

$t = 2,093$ – коэффициент Стьюдента при $n_i^j = 20$ и $P = 0,95$;

$a_{\max}$ – максимальная по абсолютной величине вариация показаний Y_i^j , вычисленная по формуле (4), кгс.

8.4.4.7 Вычисляется среднеквадратическая погрешность результатов единичных измерений для всего диапазона измерения Системы по формуле (9).

$$\partial = \sqrt{\frac{1}{(n - j_n)} \sum_{j=1}^{j_n} \left(\sum_{i=1}^{i_n} V_{iH}^{j2} + \sum_{i=1}^{i_p} V_{ip}^{j2} \right)}, \quad (9)$$

где ∂ – среднеквадратическая погрешность Системы, вычисленная для всего диапазона измерений при числе результатов единичных измерений $n \geq 200$, кгс;

$n = \sum_{j=1}^{j_n} n_i^j$ – общее число результатов единичных измерений Системы;

j_n – общее количество контрольных точек диапазона измерений Системы.

8.4.4.8 Вычисляется абсолютная случайная составляющая погрешности Системы для всего диапазона измерений по формуле (10).

$$\Delta_{сл} = \sqrt{(t\partial)^2 + \left(\frac{a_{\max}}{2}\right)^2}, \quad (10)$$

где $\Delta_{сл}$ – абсолютная случайная составляющая погрешности Системы для всего диапазона измерений, кгс;

$t = 1,97$ при $n = 220$ и $P = 0,95$.

8.4.5 Определение систематической составляющей погрешности измерений Системы

8.4.5.1 Вычисляется систематическая составляющая погрешности в каждой точке диапазона измерений Системы по формуле (11).

$$\Delta_{сист}^j = \overline{Y_H^j} - Y_{\partial}^j, \quad (11)$$

где $\Delta_{сист}^j$ – систематическая составляющая погрешности измерений, вычисленная в j -ой точке диапазона измерений Системы, кгс.

8.4.6 Расчёт относительной погрешности измерений Системы для $Y_{\partial}^j \geq 0,5 \cdot Y_{\max}$ производится по формуле (12).

$$\delta^j = \frac{\Delta_{сл} + |\Delta_{сист}^j|}{Y_{\partial}^j} \cdot 100, \quad (12)$$

где δ^j – относительная погрешность измерений, вычисленная в j -ой точке диапазона измерений Системы для $Y_{\partial}^j \geq 0,5 \cdot Y_{\max}$, %;

Y_{∂}^j – действительное значение силы, соответствующее 50, 60, 70, 80, 90, 100 % от $Y_{\max}$, кгс;

$|\Delta_{сист}^j|$ – абсолютная величина систематической составляющей погрешности измерений, вычисленной по формуле (11).

За относительную погрешность измерений Системы δ принимается максимальное значение $\delta^j, j = 6 \dots 11$.

8.4.7 Расчет приведенной погрешности измерений Системы для $Y_{\partial}^j \leq 0,5 \cdot Y_{\max}$ производится по формуле (13).

$$\gamma^j = \frac{\Delta_{\text{сл}} + |\Delta_{\text{сист}}^j|}{0,5 \cdot Y_{\max} - 510} \cdot 100, \quad (13)$$

где γ^j – приведенная погрешность измерений, вычисленная в j -ой точке диапазона измерений Системы для $Y_{\partial}^j \leq 0,5 \cdot Y_{\max}$, %.

За приведенную погрешность измерений Системы γ для $Y_{\partial}^j \leq 0,5 \cdot Y_{\max}$ принимается максимальное значение $\gamma^j, j = 1 \dots 6$.

8.5 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

8.5.1 Система считается соответствующей метрологическим требованиям, если в результате обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик, выполненной в соответствии с п. 8.4 настоящей методики поверки, выявлено, что метрологические характеристики Системы удовлетворяют требованиям к метрологическим характеристикам, указанным в описании типа Системы.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 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.

9.2 В случае положительных результатов поверки, по заявлению владельца Системы или лица, представившего её на поверку, поверитель наносит знак поверки на свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельств о поверке, утверждаемыми действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений РФ, и (или) в формуляр средства измерений вносит запись о проведенной поверке.

В случае если сведения о результатах поверки вносятся в формуляр Системы, в него вносится запись о проведенной поверке в виде «поверка выполнена». Указанная запись заверяется подписью поверителя с расшифровкой подписи (фамилия и инициалы), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

9.3 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.

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