

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
Федеральное государственное унитарное предприятие
РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
RA.RU.314755

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦИ СИ,
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –
начальник НЦО



В.К. Дарымов

«10» 02 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ ISSO-AC-03D

Методика поверки

МП А3009.0598-2026

г. Саров
2026 г.

Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки.....	4
3	Требования к условиям проведения поверки	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Проверка программного обеспечения.....	7
10	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	8
11	Оформление результатов поверки	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на акселерометры ISSO-AC-03D.

Акселерометры ISSO-AC-03D (далее – акселерометры) предназначены для измерений ускорения в системах технической диагностики и мониторинга.

Принцип действия акселерометров основан на генерации электрического сигнала, пропорционального воздействующему ускорению одновременно по трём координатным осям.

Акселерометры имеют модификации, различающиеся типом кабельной заделки: ISSO-AC-03D – кабельный вывод; ISSO-AC-03D-01 – кабельный вывод в металлорукаве; ISSO-AC-03D-02 – соединитель четырёх контактный (M12×1). Материал корпуса – нержавеющая сталь. Крепление к объекту контроля осуществляется 4-мя винтами из комплекта поставки.

Связь с управляющим компьютером (ПК) осуществляется через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU. Подключение к USB порту компьютера осуществляется через преобразователь RS-485 – USB.

1.2 Прослеживаемость при поверке акселерометров обеспечивается в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772, к государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок акселерометров методом прямых измерений в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772.

МП допускает возможность проведения поверки для меньшего числа измерительных каналов (измерительных осей) и на меньшем числе частотных поддиапазонов оговоренных в заявке на поверку, с обязательным указанием информации об объёме проведенной поверки в сведениях, передаваемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Если национальная система обеспечения единства измерений государства, на территории которого осуществляется поверка, не предусматривает проведение поверки в сокращённом объёме, то поверка осуществляется в полном объёме.

Условные обозначения и сокращения, принятые в тексте МП:

- ГПС – государственная поверочная схема
- МП – методика поверки;
- ОТ – описание типа;
- ПК – персональный компьютер;
- СИ – средство(а) измерений;
- СКЗ – среднее квадратическое значение;
- ЭД – эксплуатационная документация.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки акселерометров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с разделом 11.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10	Да	Да
Определение основной относительной погрешности измерений амплитуды ускорения на базовой частоте	10.1	Да	Да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	10.2	Да	Нет
Определение неравномерности частотной характеристики	10.3	Да	Да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	10.4	Да	Нет
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10.5	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на акселерометр, данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утверждённого типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1.2	СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °С до 25 °С, абсолютная погрешность измерений в пределах ± 1 °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах ± 3 %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,5$ кПа	
	СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах ± 1 %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,1$ Гц	
8.2, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4	Виброустановка поверочная – рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ в диапазоне частот от 2 до 1000 Гц и амплитуд ускорения от 1 до 100 м/с ² , относительная погрешность воспроизведения параметров вибрации на опорной частоте в пределах $\pm 2,5$ %	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
8.2, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4	Операционная систем Microsoft® Windows® Vista/7/8/10 (32/64-х разрядных); тактовая частота процессора - 200МГц и более; наличие интерфейса USB1.1 или USB2.0; оперативная память – 512Мб и более; свободное место на жёстком диске – не менее 1 Мб; монитор 256 цветов и более с разрешением 800 x 600 и более; наличие манипулятора «мышь»; наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода; привод CD-ROM и USB-порт.	Персональный компьютер
8.2, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4	USB/RS-485	Преобразователь интерфейса A181
¹⁾ – приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на датчик, средства поверки и вспомогательное оборудование.

Средства поверки и вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление, если это предусмотрено ЭД.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие внешнего вида и маркировки изделия требованиям ОТ;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- целостность корпуса акселерометра;
- состояние посадочных поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров посадочных поверхностей);
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, акселерометр бракуют.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них. При колебаниях температур в складских и рабочих помещениях в пределах более 10 °С необходимо выдерживать полученный со склада акселерометр не менее двух часов в нормальных условиях.

8.1.2 Для СИ, применяемых при поверке, проверяют наличие действующих записей сведений о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

8.2 Опробование

8.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них. Акселерометр закрепляют с помощью специального переходника (при необходимости) так, чтобы ось Z совпадала с направлением действия вибрации.

8.2.2 В соответствии с ЭД в меню «Установки» ПО «GTL DS» задаются параметры измерений вибрации:

- время усреднения показаний, сек: 10;
- параметры протокола Modbus: 38400 бод / 801;
- адрес по протоколу Modbus: 1;
- диапазон датчика, $\pm g$: 10;
- ФВЧ, Гц: 2;
- ФНЧ, Гц: 1000;
- величина А: пик.

8.2.3 Запускают режим измерений акселерометра. На частоте 159,2 Гц задают вибрацию с ускорением $(10,0 \pm 0,5) \text{ м/с}^2$.

8.2.4 Считывают показания акселерометра. Останавливают виброустановку.



Рисунок 1 – Схема измерений

8.2.5 Акселерометр считают прошедшим опробование с положительным результатом, если показания акселерометра находятся в пределах $(10 \pm 1) \text{ м/с}^2$.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку ПО проводят в соответствии с 2.4 ГТБВ.402159.020РЭ «Акселерометр ISSO-AC-03D. Руководство по эксплуатации». Цифровой идентификатор ПО рассчитывается автоматически при каждом запуске ПО «ГТБВ.00005-01». Для вызова окна с информацией о версии ПО и результатов расчёта цифрового идентификатора необходимо в панели инструментов выбрать пункт «О программе...». Пример всплывающего окна приведён на рисунке 2.



Рисунок 2 – Пример окна с информацией о ПО

9.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствует указанной в паспорте.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Определение основной относительной погрешности измерений амплитуды ускорения на базовой частоте

10.1.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них. Подключают акселерометр к ПК в соответствии с п.2.4.1 ГТБВ.402159.022РЭ и закрепляют на поверхности технологического переходника (при необходимости) так, чтобы измерительная ось Z совпадала с направлением действия вибрации.

10.1.2 Измерения проводятся на базовой частоте $(159,15 \pm 0,1)$ Гц при амплитуде виброускорения $0,01 \cdot A_{\text{макс}}$; $0,05 \cdot A_{\text{макс}}$; $0,1 \cdot A_{\text{макс}}$; $0,20 \cdot A_{\text{макс}}$; $0,5 \cdot A_{\text{макс}}$; $0,8 \cdot A_{\text{макс}}$; $A_{\text{макс}}$, где $A_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений амплитуды ускорения, м/с^2 .

С помощью ПО «GTL DS» запускают режим измерений амплитуды ускорения. На вибростенде задают соответствующую амплитуду виброускорения и с помощью ПК фиксируют измеренное ускорение.

10.1.3 Повторяют измерения по 10.1.2 для осей X и Y.

10.1.4 Основную относительную погрешность измерений ускорения на базовой частоте, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{Ai} = \frac{A_{\text{ISSO},i} - A_{\text{зад},i}}{A_{\text{зад},i}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $A_{\text{ISSO},i}$ – i -я измеренная акселерометром амплитуда ускорения $A_{\text{ISSO},i}$, м/с^2 ;

$A_{\text{зад},i}$ – i -я воспроизводимая амплитуда ускорения, измеренная с помощью эталонного канала виброустановки, м/с^2 .

10.1.5 Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если основная относительная погрешность измерений ускорения на базовой частоте находится в пределах $\pm 5\%$.

10.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики

10.2.1 Повторяют измерения по 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3.

10.2.2 Нелинейность амплитудной характеристики δ_{AX} , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{AX} = \frac{\frac{A_{\text{ISSO},i}}{K_{cp}} - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (2)$$

$$\text{где } K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_{\text{ISSO},i}}{A_{\text{зад},i}}}{n};$$

n – число измерений.

Примечание – Допускается для расчета нелинейности амплитудной характеристики использовать значения ускорения, измеренные акселерометром по 10.1.

10.2.3 Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах $\pm 3\%$.

10.3 Определение неравномерности частотной характеристики

10.3.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них. Акселерометр закрепляют на поверхности технологического переходника (при необходимости) так, чтобы измерительная ось Z совпадала с направлением действия вибрации.

10.3.2 На базовой частоте $(159,15 \pm 0,1)$ Гц задают вибрацию с амплитудой ускорения не менее 10 м/с^2 (рекомендуемое значение $0,5 \cdot A_{\text{макс}}$, где $A_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений амплитуды ускорения, м/с^2). Величина ускорения устанавливается исходя из возможностей применяемого вибростенда.

Фиксируют показания регистратора эталонного канала виброустановки $A_{\text{зад},i}$, м/с^2 , и показания акселерометра $A_{\text{ISSO},i}$, м/с^2 , с экрана ПК. Результаты измерений заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение неравномерности частотной характеристики

$F_{\text{рек},i}$, Гц	2	3	5	10	20	40	80	159,15	400	800	1000
$A_{\text{рек},i}$, м/с^2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$A_{\text{зад},i}$, м/с^2											
$A_{\text{ISSO},i}$, м/с^2											
$\delta_{\text{ЧХ}i}$, %											

10.3.3 Повторяют измерения по 10.3.2 для всех значений частот, указанных в таблице 3.

10.3.4 Неравномерность частотной характеристики $\delta_{\text{ЧХ}i}$, %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{ЧХ}i} = \left(\frac{A_{\text{ISSO},i}}{A_{\text{зад},i}} \cdot \frac{A_{\text{зад},159,15\text{Гц}}}{A_{\text{ISSO},159,15\text{Гц}}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (3)$$

где $A_{\text{ISSO},i}$ – измеренная акселерометром амплитуда ускорения на i -ой частоте, м/с^2 ;

$A_{\text{ISSO},159,15\text{Гц}}$ – измеренная акселерометром амплитуда ускорения на базовой частоте 159,15 Гц, м/с^2 ;

$A_{\text{зад},i}$ – амплитуда ускорения на i -ой частоте, измеренная с помощью эталонного канала виброустановки, м/с^2 ;

$A_{\text{зад},159,15\text{Гц}}$ – амплитуда ускорения на частоте 159,15 Гц, измеренная с помощью эталонного канала виброустановки, м/с^2 .

10.3.5 Повторяют измерения по 10.3.2 – 10.3.4 для осей X и Y.

10.3.6 Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если неравномерность частотной характеристики находится в пределах:

- $\pm 10\%$ в диапазоне от 5 до 400 Гц включительно;
- $\pm 45\%$ в диапазоне частот от 2 до 5 и от св. 400 до 1000 Гц.

10.4 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

10.4.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Сначала датчик закрепляют на столе виброустановки при помощи специального переходника таким образом, чтобы ось Z была перпендикулярна действию вибрации. Включают и прогревают все приборы в соответствии с ЭД на них.

Задают вибрацию с амплитудой ускорения не менее 10 м/с^2 (рекомендуемое значение $0,5 \cdot A_{\text{макс}}$, где $A_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений амплитуды ускорения, м/с^2), на базовой частоте $(159,15 \pm 0,1) \text{ Гц}$. Величина ускорения устанавливается исходя из возможностей применяемого вибростенда. Контроль уровня вибрации проводят по эталонному каналу виброустановки. Фиксируют показания $A_{\text{ISSO.nonper}}$, м/с^2 , с экрана ПК при различных положениях акселерометра, соответствующих его повороту вокруг рабочей оси на $0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330^\circ$. Определяют максимальное значение. Затем акселерометр закрепляют таким образом, чтобы его ось Z совпала с направлением действия вибрации. Фиксируют показания $A_{\text{ISSO.осев}}$, м/с^2 , при тех же значениях частоты и амплитуды воспроизводимого ускорения.

Относительный коэффициент поперечного преобразования K_n , %, определяют по формуле

$$K_n = \frac{A_{\text{ISSO.nonper.макс.}}}{A_{\text{ISSO.осев}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $A_{\text{ISSO.nonper.макс}}$ – максимальное значение измеренного ускорения при поперечном воздействии, м/с^2 ;

$A_{\text{ISSO.осев}}$ – значение измеренного ускорения при осевом воздействии, м/с^2 .

10.4.2 Повторяют измерения по 10.4.1 для осей X и Y .

10.4.3 Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если относительный коэффициент поперечного преобразования составляет не более 5 %.

10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Акселерометр считают пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если он прошел поверку по каждому пункту данной методики, в соответствии с таблицей 1, с положительным результатом.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

11.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

11.4 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.