


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.311769

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  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

  
В.К. Дарымов

  
« 21 » 01 2021

Государственная система обеспечения единства измерений

**КАЛИБРАТОРЫ S01**

**Методика поверки**

**A3009.0381.МП-2021**

## Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки .....	4
3	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	5
5	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
6	Требования к условиям проведения поверки .....	5
7	Внешний осмотр .....	5
8	Подготовка к поверке и опробование .....	5
9	Определение метрологических характеристик.....	6
10	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	8
11	Оформление результатов поверки.....	8
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	10
	Приложение В (справочное) Требования к дополнительной нагрузке (переходникам).....	10

## **1 Общие положения**

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на калибраторы S01.

Калибраторы S01 (далее – калибратор) предназначены для воспроизведения величины виброускорения при проведении калибровки вибропреобразователей и виброизмерительной аппаратуры в лабораторных и полевых условиях.

Принцип действия калибратора основан на генерации механических колебаний синусоидальной формы частотой 159,2 Гц с заданными характеристиками и поддержании их постоянными во времени с помощью датчика обратной связи.

Конструктивно калибратор представляет собой портативный электродинамический вибростенд, состоящий из электромагнитной системы, датчика обратной связи, электронной схемы управления, аккумуляторного отсека и разъёма питания USB, заключённых в металлический корпус. Рабочая поверхность стола вибростенда позволяет закреплять калибруемый вибропреобразователь с помощью шпильки или специальных переходников.

Питание калибратора осуществляется от четырех аккумуляторов типа АА или от внешнего источника питания постоянного тока напряжением  $(5,0 \pm 0,5)$  В.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок калибраторов методом прямых измерений с использованием рабочих эталонов 1-го разряда в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

Первичной поверке калибраторы подвергаются при выпуске из производства и после ремонта. Организация и проведение поверки осуществляются в соответствии с действующими нормативными документами.

МП не предусматривает поверку калибраторов в сокращённом объёме.

Межповерочный интервал – два года.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведен в приложении А.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок калибраторов 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 11.2.

2.3 Протокол поверки ведётся в произвольной форме.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3 Проверка номинального значения и относительной погрешности частоты, номинального СКЗ ускорения и коэффициента гармоник воспроизводимых колебаний	9.1	да	да
4 Проверка относительного коэффициента поперечных колебаний	9.2	да	нет
5 Проверка относительной погрешности воспроизведения СКЗ ускорения	9.3	да	да

## 3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Перечень средств измерений, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с ГПС	от 10 до 1000 Гц; от 1 до 100 м/с <sup>2</sup>	±0,5 %	Вибропреобразователь 8305 рег. № 8523-81; усилитель измерительный 2692 рег. № 43778-10	1	9.1, 9.2
Вольтметр универсальный	от 10 до 1000 Гц; от 0,1 до 10,0 В	±0,2 %	В7-78/1 рег. № 52147-12	1	9.1, 9.2
Измеритель нелинейных искажений	от 20 до 10000 Гц; от 0 до 100 %	±(0,1K <sub>r</sub> +0,02) %	СК6-13 рег. № 10227-85	1	9.1

Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и точности измерений.

3.2 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### **4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку**

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

#### **5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)».

5.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на калибратор и средства поверки.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

#### **6 Требования к условиям проведения поверки**

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха при температуре 20 °С не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети (230±23) В;
- частота питающей сети от (50±1) Гц.

#### **7 Внешний осмотр**

7.1.1 При внешнем осмотре необходимо установить отсутствие механических повреждений калибратора. На посадочной поверхности калибратора и переходников, входящих в комплект поставки, должны отсутствовать вмятины, царапины и задиры.

7.1.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, калибратор бракуют.

#### **8 Подготовка к поверке и опробование**

8.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них.

8.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 6.

8.3 Включают калибратор. При этом должен загореться светодиодный индикатор включения.

8.4 Калибратор считают прошедшим опробование с положительным результатом, если гул вибростенда равномерный без металлического дребезга.

## 9 Определение метрологических характеристик

9.1 Проверка номинального значения и относительной погрешности частоты, номинального СКЗ ускорения и коэффициента гармоник воспроизводимых колебаний

9.1.1 Собирают схему измерений согласно рисунку 1 без дополнительной массы с эталонным вибропреобразователем 8305. В качестве регистратора к выходу усилителя заряда подсоединяют частотомер (вольтметр универсальный В7-78/1, включенный в режим измерений частоты), вольтметр универсальный и измеритель нелинейных искажений.



- 1 – калибратор;
- 2 – дополнительная нагрузка стола калибратора (переходник) массой 40, 80, 120 или 160 г;
- 3 – эталонный вибропреобразователь 8305 (масса  $m = 40$  г);
- 4 – усилитель измерительный 2692;
- 5 – регистратор (вольтметр универсальный В7-78/1, измеритель нелинейных искажений СК6-13).

Рисунок 1 – Схема измерений

Включают и прогревают измерительные приборы согласно РЭ на них. Включают калибратор, при этом должен загореться светодиодный индикатор включения. Проводят не менее пяти измерений частоты  $F_{изм.i}$ , Гц, коэффициента гармоник  $K_g$ , %, воспроизводимых колебаний и выходного напряжения эталонного канала  $U_{вых.i}$ , мВ.

Рассчитывают среднее арифметическое значение каждой измеренной величины по формуле

$$N_{ср.} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n N_{изм.i}, \quad (1)$$

где  $N_{изм.i}$  – значение измеренного параметра воспроизводимых колебаний;  
 $n$  – количество измерений.

Измеренное СКЗ ускорения  $A_{изм.ср}$ ,  $m/s^2$ , рассчитывают по формуле

$$A_{изм.ср} = \frac{U_{вых.ср}}{K_{ус} \cdot S}, \quad (2)$$

где  $U_{вых.ср}$  – среднее арифметическое значение выходного напряжения, измеренного регистратором и рассчитанного по формуле (1), мВ;

$K_{ус}$  – коэффициент усиления усилителя заряда, мВ/пКл;

$S$  – коэффициент преобразования эталонного вибропреобразователя, взятый из свидетельства о периодической поверке, пКл/( $m \cdot s^{-2}$ ).

Относительную погрешность воспроизведения частоты  $\delta_F$ , %, и отклонение от номинального значения СКЗ ускорения  $\delta_{Ao}$ , %, рассчитывают по формулам (3) и (4) соответственно

$$\delta_F = \frac{F_{cp.} - 159,2}{159,2} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $F_{cp.}$  – среднее арифметическое значение измеренной частоты, Гц;

$$\delta_{Ao} = \frac{A_{изм.ср} - 10}{10} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $A_{изм.ср}$  – СКЗ ускорения рассчитанное по формуле (2),  $m \cdot c^{-2}$ .

Результаты измерений и расчётов заносят в протокол.

9.1.2 Повторяют испытания по 9.1.1 при значениях дополнительной нагрузки стола калибратора массой 40, 80, 120, 160 г. Требования к дополнительной нагрузке (переходникам) приведены в приложении В.

Примечание – при периодической поверке допускается проводить измерения без дополнительной нагрузки стола калибратора.

9.1.3 Калибратор считают выдержавшим испытания, если:

- относительная погрешность частоты воспроизводимых колебаний находится в пределах  $\pm 1$  %;
- отклонение от номинального СКЗ ускорения воспроизводимых колебаний находится в пределах  $\pm 1,7$  %;
- коэффициент гармоник воспроизводимых колебаний не более 3 %.

9.2 Проверка относительного коэффициента поперечных колебаний

9.2.1 Собирают схему измерений согласно рисунку 1 без дополнительной массы, в качестве регистратора подсоединить вольтметр. Включают и прогревают измерительные приборы согласно РЭ на них.

9.2.2 Включают калибратор и фиксируют показания регистратора  $U_z$ , мВ.

9.2.3 Закрепляют эталонный вибропреобразователь 8305 так, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна направлению действия вибрации. Включают калибратор, фиксируют показания регистратора  $U_x$ , мВ.

9.2.4 Закрепляют эталонный вибропреобразователь под углом  $90^\circ$  по отношению к закреплению по 9.2.3 так, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна направлению действия вибрации. Включают калибратор, фиксируют показания регистратора  $U_y$ , мВ.

9.2.5 Рассчитывают относительный коэффициент поперечных колебаний  $U_{\perp}$ , %, по формуле

$$A_{\perp} = \frac{\sqrt{U_x^2 + U_y^2}}{U_z} \cdot 100. \quad (5)$$

9.2.6 Повторяют испытания по 9.2.2 – 9.2.5 при значении дополнительной нагрузки стола калибратора равной  $m = 160$  г.

Примечание – допускается измерение проводить с помощью трехкомпонентного акселерометра, например, 4321, 1С152НА, 1V152НЕ-ХХ, 1V154НС-ХХ и т.д., при этом общий вес нагрузки стола не должен превышать 200 г.

9.2.7 Калибратор считают выдержавшим испытания, если относительный коэффициент поперечных колебаний не более 5 %.

9.3 Проверка относительной погрешности воспроизведения СКЗ ускорения

9.3.1 Проверку относительной погрешности воспроизведения СКЗ ускорения проводят по формуле

$$\delta_A = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{A_0}^2 + \delta_e^2 + \delta_n^2 + \delta_{8305}^2 + \delta_V^2}, \quad (6)$$

где 1,1 - коэффициент, определяемый доверительной вероятностью 0,95;

$\delta_{A_0}$  – отклонение от номинального значения СКЗ ускорения воспроизводимых колебаний по 9.1;

$\delta_e$  – погрешность воспроизведения от наличия высших гармоник, определяемая в процентах при измерении СКЗ ускорения по формуле

$$\delta_e = (\sqrt{1 + K_{e.k.}^2} - 1) \cdot 100, \quad (7)$$

где  $K_{e.k.}$  – значение коэффициента гармоник по 9.1, выраженное в относительных единицах;

$\delta_n$  – дополнительная погрешность воспроизведения от наличия поперечных составляющих, определяемая в процентах по формуле

$$\delta_n = A_{\perp} \cdot K_{on}, \quad (8)$$

где  $A_{\perp}$  – значение относительного коэффициента поперечных колебаний по 9.2 (при периодической проверке значение берётся из описания типа);

$K_{on}$  – относительный коэффициент поперечных колебаний встроенного датчика обратной связи, выраженный в относительных единицах,  $K_{on} \leq 0,03$ ;

$\delta_{8305}$  – погрешность определения коэффициента преобразования эталонного канала на базовой частоте 160 Гц,  $\delta_{8305} \leq 0,5$  %;

$\delta_V$  – погрешность измерений напряжения переменного тока регистратором на частоте 160 Гц (для В7-78/1  $\delta_V \leq 0,2$  %).

9.3.2 Калибратор считают выдержавшим испытания, если относительная погрешность воспроизведения СКЗ ускорения находится в пределах  $\pm 2$  %.

## 10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

При подтверждении соответствия калибратора метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

Калибратор считают соответствующим метрологическим требованиям при положительных результатах испытаний, установленных в пунктах 9.1, 9.2. и 9.3.



## **11 Оформление результатов поверки**

11.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с действующими нормативными документами. Протокол поверки оформляют в произвольной форме с учетом системы менеджмента качества организации проводившей поверку.

11.2 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке калибратора по форме, установленной в действующих нормативных документах. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

11.3 Калибратор, не прошедший поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, установленной в действующих нормативных документах.

**Приложение А  
(справочное)**

**Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП**

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
	Правила устройства электроустановок (утверждены приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204)
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
ПОТЭУ	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н)
	Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения»

**Приложение Б  
(справочное)**

**Перечень принятых сокращений**

ГПС – государственная поверочная схема;  
МП – методика поверки;  
ЦИ – центр испытаний;  
СИ – средства измерения;  
ЭД – эксплуатационная документация;  
СКЗ – среднеквадратическое значение.

**Приложение В  
(справочное)**

**Требования к дополнительной нагрузке (переходникам)**

В.1 Конструкцией переходника должно быть обеспечено минимальное расстояние между поверхностью стола калибратора и поверяемым ВИП.

В.2 Резьбовые крепления ВИП и переходника должны быть выполнены по отношению к посадочным плоскостям под углом  $(90 \pm 0,5)^\circ$ .

В.3 Параметр шероховатости  $R_a$  контактирующих поверхностей переходника не более 0,63 мкм.

Отклонение от плоскостности контактирующих поверхностей переходника должно быть не более 0,01 мм.