

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,  
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –  
начальник НИО



В.К. Дарымов

«03» 05 2024 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Акселерометры 1С104НВ**

**Методика поверки**

**МП А3009.0530-2024**

г. Саров  
2024 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 .....	5
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям .....	7
10	Оформление результатов поверки .....	9
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	11

## **1 Общие положения**

Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на акселерометры 1С104НВ.

Акселерометры 1С104НВ (далее по тексту – акселерометр) предназначены для измерения ускорения.

Принцип действия акселерометров основан на преобразовании воздействующего переменного ускорения в пропорциональные низкоомные сигналы электрического напряжения.

Конструктивно акселерометры состоят из первичного преобразователя акселерометра 1С104НВ (далее – ПП), соединительного кабеля и выносного формирователя сигналов А1211, который преобразует зарядовый сигнал от ПП в выходной сигнал переменного напряжения.

Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному эталону ГЭТ 58-2018, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772.

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

Первичной поверке акселерометры подвергаются при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

МП не предусматривает проведение поверки в сокращённом объеме.

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 поверки, 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 10.4.

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
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9	Да	Да
Проверка действительного значения коэффициента преобразования	9.1	Да	Да
Проверка амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики	9.2	Да	Да
Проверка диапазона рабочих частот и неравномерности частотной характеристики	9.3	Да	Да
Проверка основной относительной погрешности измерения ускорения на базовой частоте	9.4	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 не более 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 другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обес-



печению единства измерений.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые 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 $\pm 1$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах $\pm 3$ %	
	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 $\pm 1$ %	Мультиметр цифровой 34410A (рег. № 47717-11)
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 50 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,1$ Гц	
8.2, 9.1, 9.2, 9.3	Рабочий эталон 2-го в соответствии с ГПС <sup>1)</sup> в диапазоне частот от 10 до 5000 Гц и амплитуд ускорения от 0,1 до 490 м/с <sup>2</sup> , относительная погрешность измерений на опорной частоте в пределах $\pm 0,15$ %	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)

<sup>1)</sup> - приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

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

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- целостность корпуса, состояние посадочных поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров, повреждений резьбы);
- 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

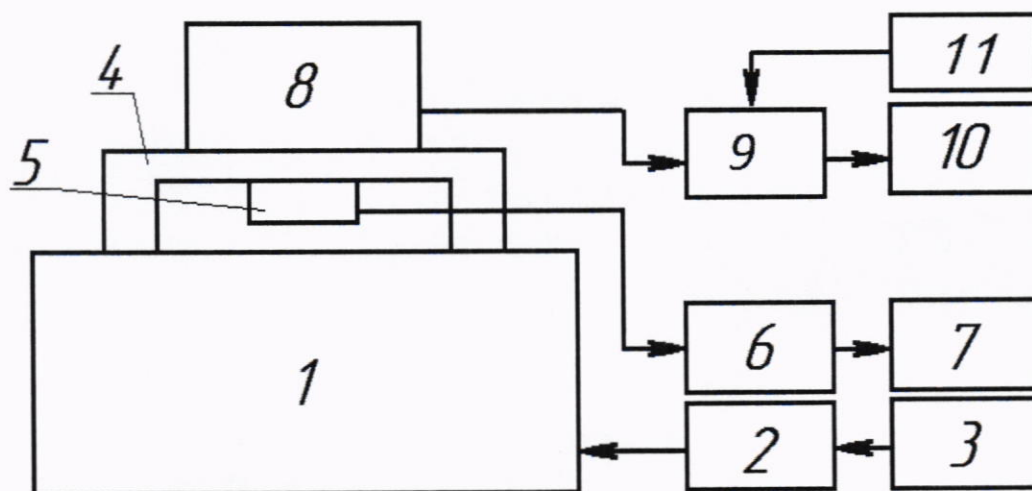
### 8.1 Подготовка к поверке

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 выдержать полученный со склада акселерометр не менее двух часов в нормальных условиях.

8.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд 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 Опробование проводят на установке вибрационной поверочной 2-го разряда. Пример установки приведен на рисунке 1. При подключении акселерометра к источнику питания необходимо руководствоваться электрической схемой, обозначением выводов и требуемым напряжением питания в соответствии с паспортом на него.



- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1 – вибростенд;                     | 7, 10 – регистратор;                    |
| 2 – усилитель мощности;             | 9 – формирователь А1211                 |
| 3 – генератор;                      | 8 – поверяемый ПП;                      |
| 4 – технологический переходник;     | 11 – источник питания постоянного тока: |
| 5 – эталонный вибропреобразователь; | «-24В/100мА»                            |
| 6 – согласующий устройство;         |   |

Рисунок 1 – Схема измерений функциональная

8.2.2 ПП акселерометра устанавливают сверху эталонного вибропреобразователя установки через технологический переходник (при необходимости). Рабочая ось поверяемого ПП акселерометра должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя.

Включают и прогревают СИ в соответствии с ЭД на них. Воспроизводят на частоте 160 Гц уровень СКЗ виброускорения не менее 10 м/с<sup>2</sup>.

8.2.3 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если уровень выходного сигнала превышает уровень помех не менее чем в 10 раз (20 дБ).



## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

### 9.1 Проверка действительного значения коэффициента преобразования

9.1.1 Проверку коэффициента преобразования проводят на установке вибрационной поверочной. ПП акселерометра устанавливают сверху эталонного вибропреобразователя установки через технологический переходник (при необходимости). Рабочая ось поверяемого ПП акселерометра должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя. Задают колебания на базовой частоте 160 Гц с ускорением не менее  $10 \text{ м/с}^2$  и измеряют выходной сигнал проверяемого и эталонного каналов.

Коэффициент преобразования  $K$ ,  $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ , определяют по формуле

$$K = \frac{U}{A_0}, \quad (1)$$

где  $U$  - величина выходного напряжения проверяемого канала (акселерометра),  $\text{мВ}$ ;  
 $A_0$  - величина воздействующего ускорения, измеренная по эталонному каналу,  $\text{м/с}^2$ .

9.1.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения находится в пределах  $\pm 2 \%$ .

### 9.2 Проверка амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики

9.2.1 Проверку амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики проводят на установке вибрационной поверочной. Измерения проводятся на базовой частоте 160 Гц при не менее, чем пяти значениях амплитуды ускорения, одно из которых должно равняться максимально допустимому измеряемому значению ускорения, другое минимальному значению, но не ниже значения, превышающего уровень шумов на 20 дБ.

Задают ускорения, соответствующие измеряемому диапазону, и снимают показания поверяемого и эталонного каналов.

При каждом значении ускорения определяют коэффициент преобразования акселерометра  $K_{np.i}$ ,  $\text{мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ , по формуле (1).

9.2.2 Нелинейность амплитудной характеристики  $\delta_{AX}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{AX} = \frac{K_{np.i} - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{np.i}}{n};$

$n$  – число измерений.

9.2.3 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если нелинейность амплитудной характеристики не более 3 %.



### 9.3 Проверка диапазона рабочих частот и неравномерности частотной характеристики

9.3.1 Проверка частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики (ЧХ) проводят в соответствии с 10.13 ГОСТ Р 8.669. Измерения проводят на установке вибрационной поверочной. На вибростенде воспроизводят виброускорение с уровнем СКЗ не менее  $10 \text{ м/с}^2$ . Уровень виброускорения контролируют по эталонному каналу установки.

При неизменной величине ускорения снимают показания выходного напряжения с регистратора проверяемого канала (поверяемого акселерометра) на рекомендуемых частотах – третьоктавного ряда при первичной поверке и октавного ряда при периодической. Наличие нижней и верхней частоты требуемого рабочего диапазона обязательно.

Неравномерность ЧХ поверяемого акселерометра  $\gamma_i$ , %, определяют по формуле

$$\gamma_i = \frac{U_i - U_{160}}{U_{160}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $U_i$  - величина выходного напряжения проверяемого акселерометра при  $i$ -том фиксированном значении частоты, мВ;

$U_{160}$  - величина выходного напряжения проверяемого акселерометра на базовой частоте 160 Гц, мВ.

На частотах ниже 20 Гц величину ускорения устанавливают исходя из возможностей применяемого вибростенда, а при расчёте  $Y_i$  учитывают изменение  $U_i$ .

9.3.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если неравномерность ЧХ находится в пределах  $\pm 12,5$  %.

### 9.4 Проверка основной относительной погрешности при измерении ускорения

9.4.1 Проверку основной относительной погрешности акселерометра  $\delta$ , %, при измерении виброускорения на базовой частоте проводят по формуле

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_o^2 + \delta_{\text{И}}^2 + \delta_{\text{АХ}}^2}, \quad (4)$$

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

$\delta_o$  – погрешность эталонного средства измерений (из описания на поверочную виброустановку), %;

$\delta_{\text{И}}$  – погрешность измерений выходного напряжения акселерометра (определяется классом точности применяемого регистратора и согласующего усилителя), %;

$\delta_{\text{АХ}}$  – нелинейность амплитудной характеристики по 9.2, %.

9.4.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если основная относительная погрешность при измерении виброускорения на базовой частоте находится в пределах  $\pm 5$  %.



## 10 Оформление результатов поверки

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

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

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

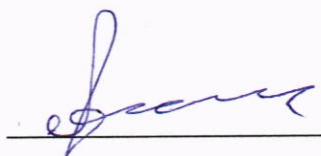
10.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

При необходимости проводят пломбирование акселерометров.

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

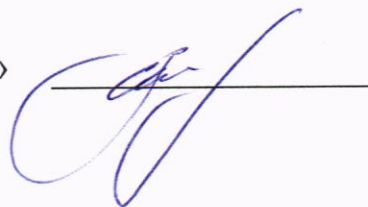
10.4 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Главный метролог  
ООО «ГТЛАБ»



А.А. Симчук

Ведущий инженер-исследователь  
ЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



Д.В. Зверев

**Приложение А**  
**(справочное)**

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

Обозначение доку- мента, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 8.669-2009	ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми преобразователями. Методика поверки
Приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)



**Приложение Б**  
**(справочное)**  
**Перечень принятых сокращений**

ГПС – государственная поверочная схема

МП – методика поверки;

ПП – первичный преобразователь;

СИ – средство(а) измерений;

СКЗ – среднее квадратическое значение;

ЧХ – частотная характеристика;

ЭД – эксплуатационная документация.