

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» 06 2021 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**АКСЕЛЕРОМЕТРЫ СЕРИИ 1С**

**Методика поверки**

**A3009.0364.МП-2020**

**с изменением № 1**

г. Саров  
2021 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА: Федеральное Государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»)

2 УТВЕРЖДЕНА: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 16 октября 2020 года.

3 Изменение №1 согласованно ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 21 июня 2021 года.

4 Методика поверки А3009.0364.МП-2020 с изменением №1 распространяется на все акселерометры серии 1С находящиеся в эксплуатации.

## Содержание

1	Общие положения.....	4
2	Перечень операций поверки.....	5
3	Требования к условиям проведения поверки .....	5
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	5
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
7	Внешний осмотр .....	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	7
9	Определение метрологических характеристик.....	8
10	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	11
11	Оформление результатов поверки .....	12
	Приложение А (справочное) Структура обозначений акселерометров.....	13
	Приложение Б (справочное) Конструктивные особенности акселерометров....	14
	Приложение В (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП.....	15
	Приложение Г (справочное) Перечень принятых сокращений .....	15
	Приложение Д (справочное) Расчет неравномерности частотной характеристики по результатам измерений установочного резонанса .....	16
	Приложение Е (справочное) Пример записи на оборотной стороне свидетельства.....	18

## **1 Общие положения**

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

Акселерометры серии 1С (далее по тексту – акселерометр) предназначены для измерений вибрационных и ударных ускорений.

Принцип действия акселерометров основан на прямом пьезоэлектрическом эффекте, заключающемся в генерации электрического сигнала, пропорционального воздействию ускорению.

Конструктивно акселерометры представляют собой пьезокерамический или пьезокристаллический чувствительный элемент, инерционную массу, сигнальные выводы и разъём, заключённые в металлический корпус. Акселерометры условно делятся на: акселерометры общего назначения – 1С1; промышленные акселерометры – 1С2; ударные акселерометры 1С3; высокочувствительные акселерометры - 1С4.

Модификации акселерометров различаются амплитудным и частотным диапазонами измерений, коэффициентом преобразования, количеством измерительных осей, способом закрепления на объекте, типом выхода, материалом корпуса. Структура обозначений акселерометров приведена в приложении А. Конструктивные особенности акселерометров приведены в приложении Б.

Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственным первичным эталонам в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 и ГОСТ 8.137-84.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок акселерометров. Первичной поверке акселерометры подвергаются при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

При проведении периодической поверки допускается сокращать проверяемые частотный и амплитудный диапазоны акселерометра в соответствии с потребностями владельца СИ, при этом в свидетельстве о поверке должна быть сделана запись об ограничении использования режимов (диапазонов) измерений.

Межповерочный интервал – 3 года.

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

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Г.

## 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 11.2.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
3 Проверка действительного значения коэффициента преобразования	9.1	Да	Да
4 Проверка амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики	9.2	Да	Нет
5 Проверка частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики	9.3	Да	Да
6 Проверка частоты установочного резонанса	9.4	Да	Нет
7 Проверка относительного коэффициента поперечного преобразования	9.5	Да	Нет
8 Проверка основной относительной погрешности при измерении ускорения	9.6	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 точности измерений.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены в соответствии с действующими нормативными документами и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС	от 0,2 до 20000 Гц, 570 м/с <sup>2</sup>	±2,0 %	DVC-500 (рег. № 58770-14)	1	8.3, 9.1, 9.2, 9.3 9.5
Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.137	от 100 до 100000 м/с <sup>2</sup>	±6,0 %	K9552C (рег. № 45462-10)	1	9.2
ГЭТ по ГОСТ 8.137	1000000 м/с <sup>2</sup>	±2,5 %	ВЭТ 57-1-81	1	9.2*
Мегомметр	от 500 до 10 <sup>6</sup> Ом, 100 В	±10 %	E6-17 (рег. № 4952-75)	1	8.2
Измеритель RLC	от 100 до 2000 пФ	±10 %	LCR-7819 (рег. № 53914-13)		8.2
Усилитель измерительный	от 1 до 100000 Гц, 10 <sup>4</sup> пКл	±1 %	«NEXUS» 2692 (рег. № 43778-10)	1	9.4
Модуль сбора данных	от 2 до 600000 Гц, ±10 <sup>4</sup> В	±1 %	D002 (рег. № 78358-20)	1	9.4

\*- при первичной поверке для 1С3

## 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 акселерометра;
- состояние посадочных поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров, повреждений резьбы);
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъемов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания 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 наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

8.1.3 Перед проведением измерений снимают статический заряд с поверяемого акселерометра путем короткого замыкания сигнальных контактов (выводов) соединительного кабеля с корпусом соединителя.

### **8.2 Опробование**

#### **8.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции**

8.2.1.1 Электрическое сопротивление изоляции измеряют с помощью мегаомметра любого типа, например, Е6-17, подключаемого к соединителю акселерометра через ответную часть соединителя при испытательном напряжении  $(100 \pm 20)$  В.

8.2.1.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если электрическое сопротивление изоляции между контактами составляет:

- для всех акселерометров (кроме 1С201НА-ХХ, 1С202НА-ХХ) не менее 1000 МОм;

- для 1С201НА-ХХ, 1С202НА-ХХ не менее 20 МОм.

#### **8.2.2 Проверка электрической емкости**

8.2.2.1 Электрическую емкость измеряют с помощью измерителя любого типа, например, LCR-7819, подключаемого к соединителю акселерометра через ответную часть соединителя при испытательном напряжении не более 10 В.

8.2.2.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если электрическая емкость составляет не менее 200 пФ.

### **8.3 Проверка работоспособности**

8.3.1 Проверку проводят на установке вибрационной поверочной. Акселерометр устанавливают сверху эталонного вибропреобразователя установки через технологический переходник. Рабочая ось испытуемого акселерометра должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

8.3.2 Воспроизводят на частоте  $(200 \pm 20)$  Гц уровень СКЗ виброускорения не менее  $10 \text{ м/с}^2$  (для акселерометров 1С3 не менее  $100 \text{ м/с}^2$ ).

8.3.3 Акселерометр считают работоспособным, если уровень выходного сигнала превышает уровень помех не менее чем в 10 раз (20 дБ).

## 9 Определение метрологических характеристик

9.1 Проверку действительного значения коэффициента преобразования

9.1.1 Проверку коэффициента преобразования проводят на установке вибрационной поверочной. Акселерометр устанавливают сверху эталонного вибропреобразователя установки через технологический переходник. Рабочая ось испытуемого акселерометра должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя. Задают колебания на базовой частоте  $(200 \pm 2)$  Гц с ускорением не менее  $10 \text{ м/с}^2$  (для акселерометров 1С3 не менее  $100 \text{ м/с}^2$ ) и измеряют выходной сигнал испытуемого и эталонного каналов.

Коэффициент преобразования  $K$ , пКл/(м·с<sup>-2</sup>), определяют по формуле

$$K = \frac{U}{A_o \cdot K_{yc}}, \quad (1)$$

где  $U$  - величина выходного напряжения испытуемого канала, мВ;

$A_o$  - величина воздействующего ускорения, измеренная по эталонному каналу, м/с<sup>2</sup>;

$K_{yc}$  - коэффициент усиления усилителя испытуемого акселерометра, мВ/пКл.

9.1.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если действительный коэффициент преобразования находится в пределах:

- $\pm 20$  % от номинального значения для акселерометров 1С1, 1С2; 1С4;
- $\pm 30$  % от номинального значения для акселерометров 1С3.

9.2 Проверка амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики

9.2.1 Проверку амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики проводят в соответствии с 10.14 ГОСТ Р 8.669. При ускорениях свыше  $400 \text{ м/с}^2$  рекомендуется использовать ударную установку, например, установку К9525С.

9.2.2 Для акселерометров 1С3 допускается проверку амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики проводить в соответствии с МИ 1826.

Примечание – При поверке акселерометров 1С3 по МИ 1826 проверку амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики допускается проводить в требуемом диапазоне амплитуд.

9.2.3 Акселерометр считают прошедшим проверку, если нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах:

- $\pm 4$  % для акселерометров 1С1, 1С2 и 1С4;
- $\pm 4$  % для акселерометров 1С3 в диапазоне до  $100000 \text{ м/с}^2$  включительно;
- $\pm 7$  % для акселерометров 1С3 в диапазоне свыше  $100000 \text{ м/с}^2$ .



### 9.3 Проверка частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики

9.3.1 Проверка частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики проводят в соответствии с 10.13 ГОСТ Р 8.669.

Примечания:

1 При проведении поверки, в случае, когда используемый вибровозбудитель не обеспечивает определение коэффициента преобразования во всем частотном диапазоне, неравномерность частотной характеристики в высокочастотной области определяют расчётным путём в соответствии с приложением Д.

2 По заявке заказчика поверка проводится на частотах, оговоренных в заявке на поверку в границах рабочего диапазона частот.

3 Для акселерометров 1С3 при проведении периодической поверки по МИ 1826 допускается проверку частотного диапазона не проводить.

9.3.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если неравномерность частотной характеристики относительно значения на базовой частоте 200 Гц находится в пределах:

- $\pm 12,5$  % для всех модификаций, кроме 1С3, в рабочем диапазоне частот;
- $\pm 12,5$  % для 1С3 в диапазоне частот от 100 до 20000 Гц;
- $\pm 30$  % для 1С в рабочем диапазоне частот;
- $\pm 5$  % для акселерометров 1С2 в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц.

### 9.4 Проверка частоты установочного резонанса

9.4.1 Проверку частоты установочного резонанса проводят на устройстве, изготовленном в соответствии с ГОСТ Р 8.669.

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1, акселерометр закрепляют на основании рабочего тела в форме шара, изготовленном из нержавеющей стали, так, чтобы направление возбуждающих колебаний совпадало с его рабочей осью.

Ударом падающего шарика (6) в испытуемом акселерометре (3) возбуждаются затухающие колебания. Сигнал регистрируется модулем сбора данных D002 или запоминающим осциллографом (9).

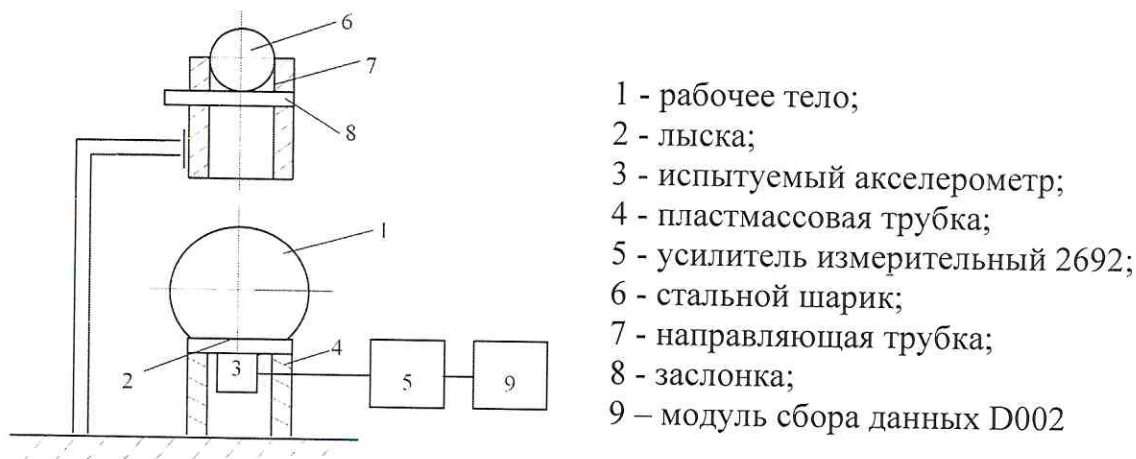


Рисунок 1 – Схема проверки частоты установочного резонанса

Частоту установочного резонанса  $f$ , кГц, определяют по формуле

$$f = 1/T, \quad (2)$$

где  $T$  - период возбуждаемых колебаний, с.

Примечание – При проверке частоты установочного резонанса в осевом направлении ударных акселерометров 1С301НА-ХХ и 1С302НА из схемы исключают усилитель измерительный «Nexus» 2692.

9.4.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если частота установочного резонанса соответствует значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Частота установочного резонанса в осевом направлении, кГц, не менее:	
- для 1С301НА-ХХ	105
- для 1С302НА, 1С351НА-ХХ	90
- для 1С304НА-ХХ	70
- для 1С152НА, 1С303НА-ХХ, 1С305НА-ХХ, 1С306НА-ХХ	60
- для 1С101ХХ-ХХ	50
- для 1С203НМ-20, 1С204НМ-20	36
- для 1С151ХХ, 1С201НА-2, 1С202НА-2, 1С221НА	30
- для 1С102ХХ-ХХ, 1С201НА-5, 1С202НА-5, 1С203НМ-100, 1С204НМ-100, 1С206НА	20
- для 1С401НВ-200, 1С401НВ-300, 1С402НВ-500, 1С402НВ-1000, 1С205НА-2	9
- для 1С205НА-5	5

Примечания:

1 При проведении периодической поверки, допускается вместо определения неравномерности частотной характеристики акселерометра по 9.3 определять частоту установочного резонанса по 9.4. Неравномерность частотной характеристики в этом случае определяют в соответствии с приложением Д.

2 Для акселерометров 1С3 допускается вместо частоты установочного резонанса в осевом направлении определять собственную резонансную частоту акселерометра в свободном состоянии. Неравномерность частотной характеристики в этом случае определяют в соответствии с приложением Д.

9.5 Проверка относительного коэффициента поперечного преобразования

9.5.1 Проверка проводится только при первичной поверке. Проверку относительного коэффициента поперечного преобразования проводят в соответствии с 10.12 ГОСТ Р 8.669.

9.5.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если относительный коэффициент поперечного преобразования составляет не более 5 %.

9.6 Проверка основной относительной погрешности при измерении ускорения

9.6.1 Проверку основной относительной погрешности акселерометра  $\delta$ , %, при измерении виброускорения проводят по формуле

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_O^2 + \delta_{\Pi}^2 + \delta_{КГ}^2 + \delta_{И}^2 + \gamma_{ЧХ}^2 + \delta_{АХ}^2}, \quad (3)$$

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

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

$\delta_{\Pi}$  – погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола поверочной виброустановки, %, определяемая по формуле

$$\delta_{\Pi} = \frac{K_{ПВС} \cdot K_{ВИП}}{100}, \quad (4)$$

где  $K_{ПВС}$  – коэффициент поперечного движения вибростола поверочной виброустановки, %;

$K_{ВИП}$  – относительный коэффициент поперечного преобразования поверяемого акселерометра по 9.5, %;

$\delta_{КГ}$  – погрешность, вызванная наличием высших гармонических составляющих в законе движения вибростола поверочной виброустановки, %, определяемая по формуле

$$\delta_{КГ} = \left( \sqrt{1 + \left( \frac{K_{г.к.}}{100} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где  $K_{г.к.}$  – значение коэффициента гармоник в законе движения вибростола поверочной виброустановки (из описания на поверочную виброустановку), %;

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

$\gamma_{ЧХ}$  – неравномерность частотной характеристики по 9.3, %;

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

Примечания:

1 При проведении периодической поверки значения относительного коэффициента поперечного преобразования  $K_{ВИП}$ , %, и нелинейности амплитудной характеристики  $\delta_{АХ}$ , %, определяются по паспортным данным.

2 При оформлении результатов поверки относительную погрешность акселерометра допускается указывать в нескольких частотных и амплитудных диапазонах. Пример приведен в приложении Е.

9.6.2 Акселерометр считают прошедшим проверку, если основная относительная погрешность при измерении виброускорения в рабочих диапазонах амплитуд и частот (для 1С3 в диапазоне частот от 100 до 20000 Гц) находится в пределах  $\pm 15$  %.

## 10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

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

Акселерометр считают соответствующим метрологическим требованиям при положительных результатах испытаний, установленных в пунктах 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5 и 9.6.

## 11 Оформление результатов поверки

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

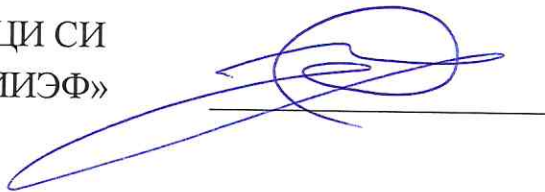
11.2 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке по форме, установленной в действующих нормативных документах.

Пломбирование акселерометров не предусмотрено.

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

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

Начальник отдела ЦИ СИ  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



А.А. Громов

## Приложение А (справочное) Структура обозначений акселерометров

Структура обозначений акселерометров (символы «X» могут отсутствовать):

1	С	X	XX	X	X	-XX	<p>- для промышленных акселерометров (1С2) - значение коэффициента преобразования в пКл/g;          - для ударных акселерометров и общего назначения - порядковый номер, соответствующий материалу корпуса (нержавеющая сталь или титан - 01)</p> <hr/> <p>буквенное обозначение, определяющее тип кабельной заделки и соединителя:          А – кабельный вывод;          М – кабельный вывод в металлорукаве;          В – соединитель одно контактный (10-32 UNF);          С – соединитель четырех контактный (1/4-28 UNF)</p> <hr/> <p>буквенное обозначение, определяющее направление сигнальных выводов:          Т – вертикальное расположение;          Н – горизонтальное расположение</p> <hr/> <p>порядковый номер разработки</p> <hr/> <p>порядковый номер в соответствии с назначением:          1 - акселерометры общего назначения;          2 - промышленные акселерометры;          3 - ударные акселерометры;          4 - высокочувствительные акселерометры</p> <hr/> <p>буквенное обозначение, соответствующее выходному сигналу: С - заряд</p> <hr/> <p>индекс измеряемой физической величины: 1 - ускорение</p>
---	---	---	----	---	---	-----	---

**Приложение Б**  
**(справочное)**  
**Конструктивные особенности акселерометров**

Таблица Б.1 – Конструктивные особенности акселерометров

Модификация	Конструктивные особенности			
	Кол-во изм. осей	Способ крепления	Тип выхода	Материал корпуса
Акселерометры общего назначения 1С1				
1С101НВ-XX	1	шпилька М5	горизонтальный разъёмный вывод с одно контактным соединителем (10-32 UNF)	нержавеющая сталь / титановый сплав
1С102НВ-XX				
1С101ТВ-XX			вертикальный разъёмный вывод с одно контактным соединителем (10-32 UNF)	
1С102ТВ-XX				
1С101НА-XX	3	винт М4	горизонтальный встроенный кабель	титановый сплав
1С151НА				
1С151НС		горизонтальный разъёмный вывод с четырех контактным соединителем (1/4-28 UNF)		
1С152НА	клеевой		горизонтальный встроенный кабель	
Промышленные акселерометры 1С2				
1С201НА-XX*	1	3 винта М4	горизонтальный встроенный кабель	нержавеющая сталь
1С202НА-XX*		4 винта М3		
1С221НА		клеевой		
1С205НА-XX*		3 винта М4	горизонтальный встроенный кабель с металорукавом	
1С206НА		3 винта М4		
1С203НМ-XX*		4 винта М3		
1С204НМ-XX*		3 винта М4		
Ударные акселерометры 1С3				
1С302НА	1	клеевой	встроенный кабель	титановый сплав
1С303НА-XX				
1С301НА-XX		резьбовой хвостовик М5		нержавеющая сталь / титановый сплав
1С304НА-XX				
1С305НА-XX				
1С306НА-XX				
1С351НА-XX	3	винт М3		
Высокочувствительные акселерометры 1С4				
1С401НВ-XX*	1	шпилька М5	горизонтальный разъёмный вывод с одно контактным соединителем (10-32 UNF)	нержавеющая сталь
1С402НВ-XX*				

\* – где XX обозначение, зависящее от номинального значения коэффициента преобразования

**Приложение В**  
**(справочное)**  
**Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП**

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 8.137-84	ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений ускорения при ударном движении
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
МИ 1826-88	ГСИ. Акселерометры ударные. 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 Г**  
**(справочное)**  
**Перечень принятых сокращений**

ГПС – государственная поверочная схема  
 МП – методика поверки;  
 СИ – средство(а) измерений;  
 СКЗ – среднее квадратическое значение;  
 ЭД – эксплуатационная документация.

**Приложение Д**  
**(справочное)**  
**Расчет неравномерности частотной характеристики по результатам измерений установочного резонанса**

Определение частоты установочного резонанса в осевом направлении проводят по схеме, приведенной на рисунке Д.1.

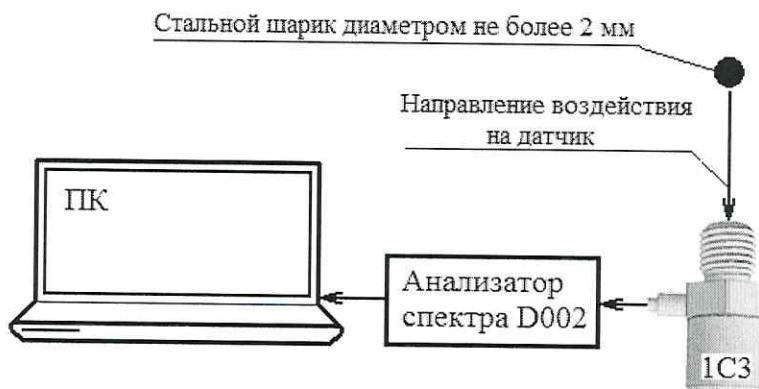


Рисунок Д.1 – Схема проверки частоты установочного резонанса

Допускается проводить определение частоты установочного резонанса в осевом направлении по схеме, приведенной на рисунке В.2. в соответствии с рекомендациями стандарта Е 976 – 99 «Standard Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response».

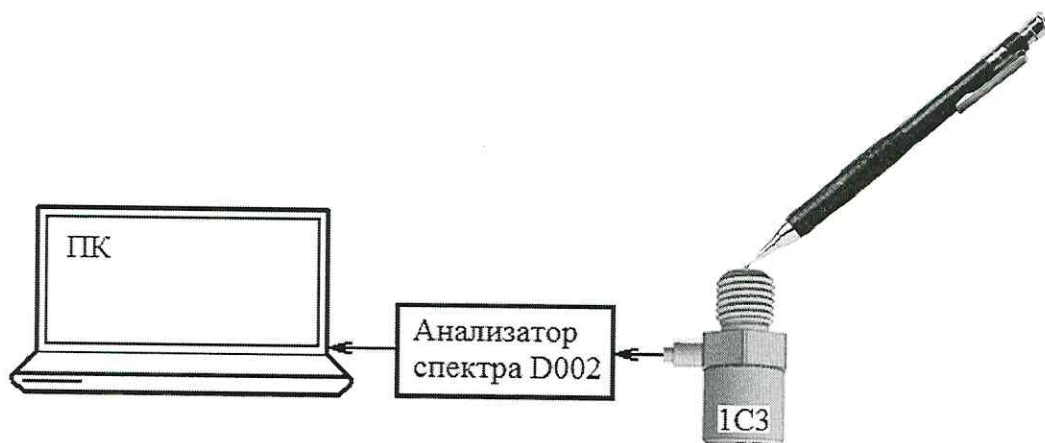


Рисунок Д.2 – Схема проверки частоты установочного резонанса с помощью стержня Су-Нильсена

В данном случае короткий механический импульс воздействия на акселерометр реализуется изломом выступающей части грифеля карандаша диаметром 0,3...0,5 мм длиной 2...3 мм, при этом ось карандаша ориентирована под углом  $45^{\circ}$  к поверхности.



В результате воздействия на акселерометр на экране персонального компьютера отображается спектр сигнала на выходе акселерометра, пик которого наблюдается на частоте резонанса в свободном состоянии  $f_o$ . Пример спектра при испытании акселерометра 1С301НА зав. № 20058 приведен на рисунке Д.3.

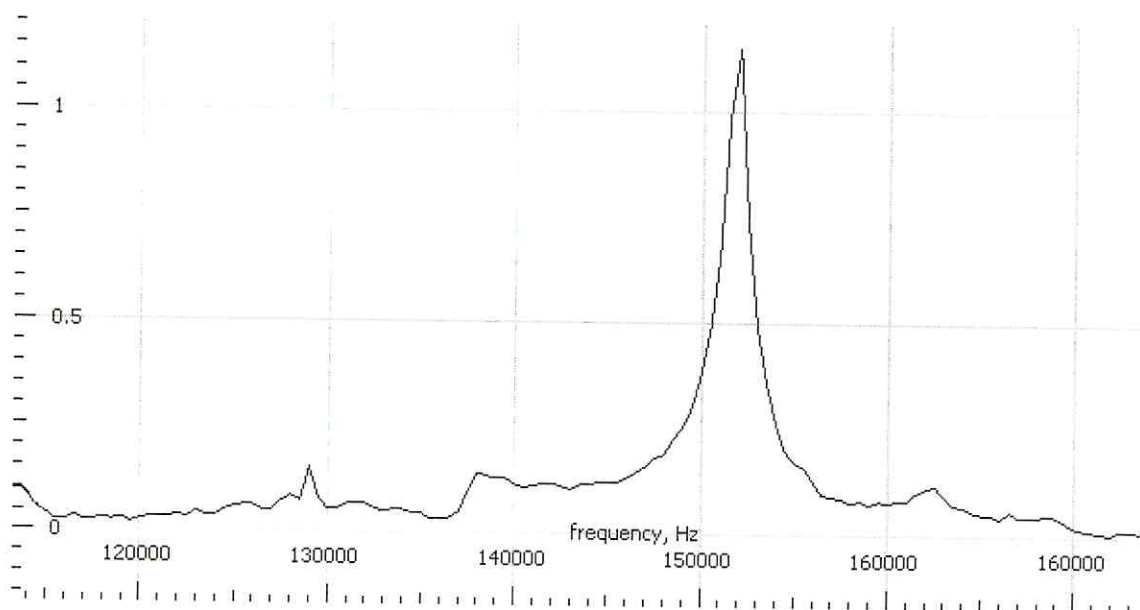


Рисунок Д.3 – Спектр сигнала акселерометра 1С301НА зав. № 20058

Частоту установочного резонанса  $f_y$ , кГц, определяют по формуле

$$f_y = \frac{f_o}{\sqrt{2}}, \quad (\text{Д.1})$$

где  $f_o$  – резонансная частота акселерометра в свободном состоянии, кГц;

Неравномерность частотной характеристики в высокочастотной области  $Y_i$ , %, определяют расчётным путём по формуле

$$\gamma_i = \left( \frac{1}{1 - (f_b / f_y)^2} - 1 \right) \cdot 100, \quad (\text{Д.2})$$

где  $f_b$  - верхняя рабочая частота акселерометра, Гц;

$f_y$  - частота установочного резонанса акселерометра, кГц, измеренная по 9.4 или рассчитанная по формуле (Д.1)

В результате произведенных расчетов неравномерность частотной характеристики акселерометра 1С301НА зав. № 20058 составляет (при  $f_o = 152$  кГц, рис Д.3)

- на частоте 50 кГц 27,9 %;
- на частоте 30 кГц 8,5 %;
- на частоте 20 кГц 3,6 %.

## Приложение Е (справочное)

### Пример записи на оборотной стороне свидетельства

Е.1 Пример протокола периодической поверки акселерометра 1С101НВ зав. № 20288 приведен на рисунке Е.1. Периодическая поверка выполнена метрологической службой РФЯЦ-ВНИИЭФ с использованием вторичного эталона единиц длины, скорости и ускорения при прямолинейном колебательном движении твердого тела в диапазоне значений частот от 0,1 до 20000 Гц и ускорений от 0,001 до 400 м/с<sup>2</sup> ВЭТ 58-7-2016.

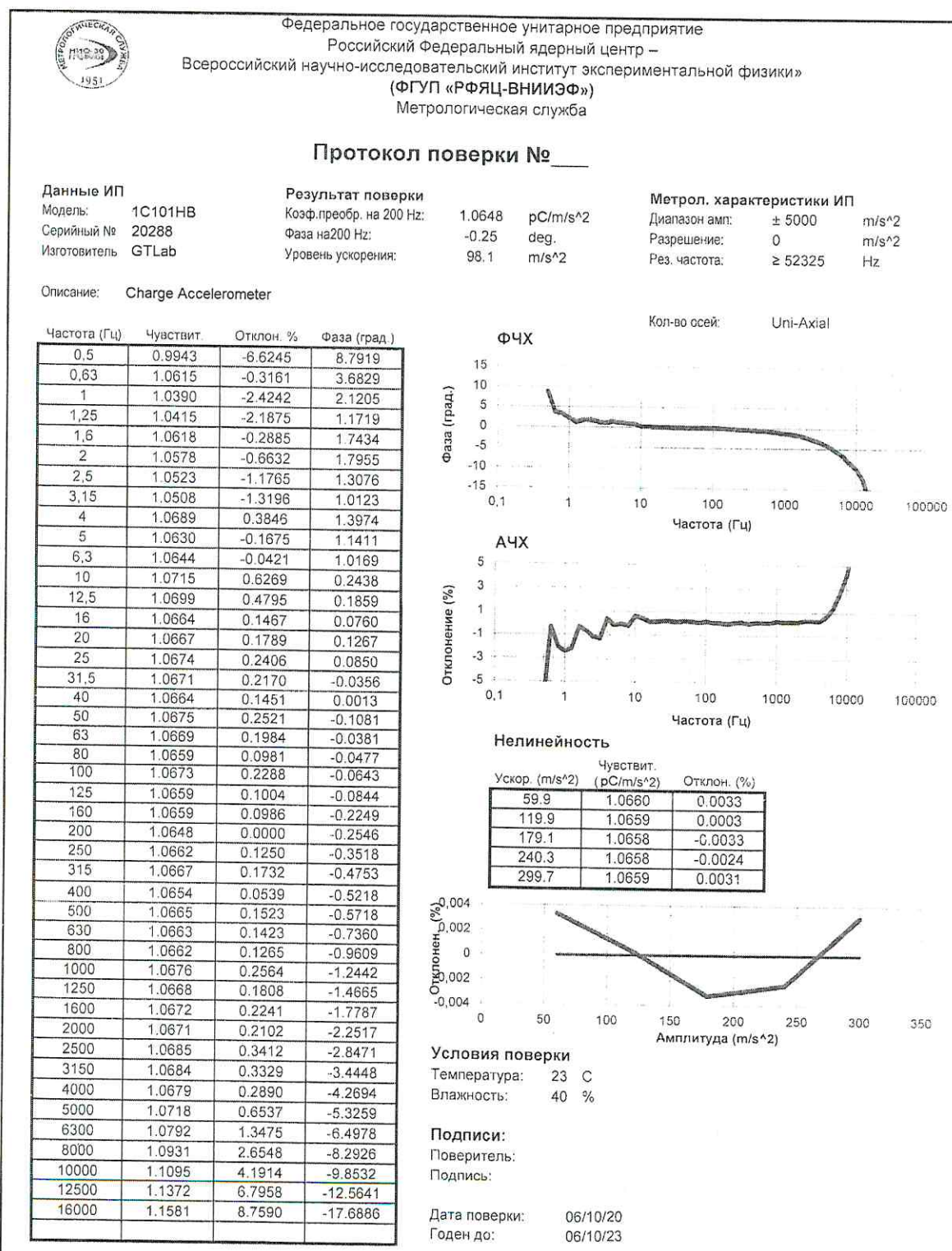


Рисунок Е.1 – Протокол периодической поверки 1С101НВ зав. № 20288

Е.2 По результатам периодической поверки акселерометра 1С101НВ зав. № 20288 в соответствии с ГОСТ Р 8.669 на оборотной стороне свидетельства может быть сделана следующая запись:

1 Действительное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 200 Гц,  $K_0$ , пКл/(м·с<sup>-2</sup>).....1,065

2 Неравномерность частотной характеристики:

- в диапазоне частот от 0,5 до 16000 Гц,  $\gamma_{чх}$ , %, в пределах.....±8,8

- в диапазоне частот от 1 до 10000 Гц,  $\gamma_{чх}$ , %, в пределах.....±4,2

- в диапазоне частот от 10 до 5000 Гц,  $\gamma_{чх}$ , %, в пределах.....±0,7

3 Границы основной относительной погрешности акселерометра при доверительной вероятности 0,95:

- в диапазоне частот от 0,5 до 16000 Гц,  $\delta$ , %,.....±10,7;

- в диапазоне частот от 1 до 10000 Гц,  $\delta$ , %,.....±6,5;

- в диапазоне частот от 10 до 5000 Гц,  $\delta$ , %,.....±4,6.

При расчете основной относительной погрешности в соответствии с формулой (1) принимались следующие значения:  $\delta_0 \leq 0,5\%$ ;  $K_{ПВС} \leq 10\%$ ;  $K_{ВИП} \leq 5\%$ ;  $K_{з.к.} \leq 10\%$ ;  $\delta_{АХ} \leq 4\%$ ;  $\delta_{И} \leq 0,2\%$ .

Е.3 Если аксаелерометр используется только в диапазоне частот от 10 до 5000 Гц и диапазоне амплитуд до 300 м/с<sup>2</sup>, то по заявлению пользователя на оборотной стороне свидетельства может быть сделана следующая запись:

1 Действительное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 200 Гц,  $K_0$ , пКл/(м·с<sup>-2</sup>).....1,065.

2 Неравномерность частотной характеристики в диапазоне частот от 10 до 5000 Гц,  $\gamma_{чх}$ , %, в пределах.....±0,7.

3 Границы основной относительной погрешности акселерометра при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 10 до 5000 Гц и амплитуд до 300 м/с<sup>2</sup>,  $\delta$ , %, в пределах.....±1,3.