



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



Е.В. Морин

«03» *марта* 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ СЕРИИ 3245

Методика поверки

РТ-МП-4190-441-2017

г. Москва  
2017 г.

Настоящая методика распространяется на акселерометры серии 3245 (далее - акселерометры), изготовленные Dytran Instruments, Inc., США, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение допускаемого отклонения коэффициента преобразования акселерометра от номинального значения на базовой частоте 100 Гц	7.3	Да	Да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	7.4	Да	Да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	7.5	Да	Да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования акселерометра	7.6	Да	Нет

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений

Номер пункта НД по поверке	Наименование средств поверки
7.3, 7.4, 7.6	Станция для калибровки преобразователей вибрации 9155, диапазон частот: от 0,2 до 20000 Гц, I-го разряда по ГОСТ Р 8.800-2012
7.2	Усилитель измерительный Nexus мод. 2692, 0,1-200000 Гц Динамический диапазон 120 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ дБ
7.2	Осциллограф цифровой LeCroy WaveAce 2034, диапазон коэффициентов отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения $\pm(3 \cdot 10^{-2} \cdot U + 0,1 \text{ дел} \cdot K_{\text{откл}} + 1 \text{ мВ})$
Примечание - Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью	

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки акселерометров допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим инженерным образованием, имеющим опыт работы с аналогичным оборудованием, ознакомленный с эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

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

4.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и эксплуатационных документах применяемых приборов.

#### **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:  
температура окружающего воздуха .....(20 ± 5) °С;  
относительная влажность воздуха.....не более 80 %;  
атмосферное давление .....от 84 до 106 кПа

#### **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Проверить наличие средств поверки, укомплектованность их технической документацией (далее - ТД) и необходимыми элементами соединений.

6.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями ТД на указанные средства.

6.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с ТД на указанные средства.

#### **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

##### **7.1. Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие акселерометра следующим требованиям:

отсутствие видимых механических повреждений корпуса акселерометра, отсутствие внешних повреждений соединительного кабеля, исправность крепежных приспособлений;  
соответствие комплектности и маркировки в паспорте на акселерометр.

В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеуказанных требований, акселерометр признается непригодным для применения.

Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если акселерометр соответствует вышеперечисленным требованиям, комплектность полная.

##### **7.2. Опробование**

Для проведения опробования акселерометра необходимо:

- акселерометр с усилителем заряда 4751В1 (далее – усилитель заряда) подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией;

- разместить акселерометр с усилителем заряда на рабочем месте, исключив перегибания соединительных кабелей;

- подсоединить акселерометр к входу усилителя заряда, выход усилителя заряда соединить с входом усилителя измерительного Nexus мод. 2692 (далее - усилитель);

- выход усилителя соединить с входом осциллографа цифрового «LeCroy WaveAce 2034» (далее - осциллограф).

Слегка постукивая по корпусу акселерометра, контролировать показания осциллографа, подключенного к выходу усилителя.

При изменении выходного сигнала синхронно с постукиванием по корпусу акселерометра, акселерометр признается работоспособным.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если процедура опробования успешно выполняется.

### 7.3. Определение допускаемого отклонения коэффициента преобразования акселерометра от номинального значения на базовой частоте 100 Гц

Для определения значения коэффициента преобразования на базовой частоте акселерометра необходимо:

- подготовить станцию для калибровки преобразователей вибрации модель 9155 (далее – установка 9155) к проведению измерений коэффициента преобразования в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- испытуемый акселерометр закрепить на вибрационном столе при помощи клея;
- подсоединить акселерометр к входу усилителя заряда;
- выход усилителя заряда подсоединить к входу согласующего усилителя 443В101;
- выход усилителя 443В101 соединить с входом «Sensor under test» (далее – SUT) установки 9155;
- на ПЭВМ запустить программу для калибровки акселерометров «Accelerometer calibration software» (далее – программа);
- на базовой частоте 100 Гц задать амплитуду виброускорения  $10,0 \text{ м/с}^2$ ;
- определить действительное значение коэффициента преобразования акселерометра с усилителем заряда на базовой частоте.

Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте определить по формуле:

$$\delta = \frac{K_d - K_{\text{ном}}}{K_{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где:  $K_d$  – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра на базовой частоте,  $\text{мВ/м/с}^2$ ;

$K_{\text{ном}}$  – номинальное значение коэффициента преобразования акселерометра,  $\text{мВ/м/с}^2$ .

Результаты считаются положительными, если отклонение коэффициента преобразования акселерометра не превышает  $\pm 42 \%$ .

### 7.4. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Для определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) необходимо осуществить подключение акселерометра в соответствии с алгоритмом, прописанным в п.7.3.

На установке 9155 воспроизвести амплитуду ускорения  $1,0 \text{ м/с}^2$  на частоте 5 Гц,  $5,0 \text{ м/с}^2$  на частоте 10 Гц,  $10 \text{ м/с}^2$  в диапазоне частот от 20 до 7000 Гц,  $100 \text{ м/с}^2$  в частотном диапазоне от 8000 до 10000 Гц.

Определение неравномерности АЧХ в заданной точке рабочего диапазона частот вычисляют по формуле 2. Полученные результаты занести в таблицу 3.

$$\lambda = \frac{K_i - K_d}{K_d} \cdot 100 \quad (2)$$

где:  $K_i$  – измеренное значение коэффициента преобразования акселерометра в  $i$ -ой точке частотного диапазона,  $\text{мВ/м/с}^2$ .

Таблица 3 – Определение АЧХ

Заданная частота, Гц	Измеренное значение коэф. преобразования на заданной частоте, $K_i$ , мВ/мс <sup>-2</sup>	Действительное значение коэф. преобразования на базовой частоте 100 Гц, $K_d$ , мВ/мс <sup>-2</sup>	Неравномерность АЧХ, %
5			
10			
20			
40			
80			
100			
200			
500			
1000			
2000			
3000			
4000			
5000			
6000			
7000			
8000			
9000			
10000			

Результаты считаются удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает  $\pm 10\%$ .

### 7.5. Определение нелинейности амплитудной характеристики

Для определения нелинейности амплитудной характеристики (далее – АХ) необходимо осуществить подключение в соответствии с алгоритмом, прописанным в п.4.2.4.

На установке 9155 воспроизвести амплитуду ускорения 1,0 м/с<sup>2</sup>, 5,0 м/с<sup>2</sup>, 10 м/с<sup>2</sup>, 20 м/с<sup>2</sup>, 50 м/с<sup>2</sup>, 100 м/с<sup>2</sup> на базовой частоте 100 Гц.

Измеренные значение занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение АХ

Заданный уровень ускорения, $A_{zi}$ , м/с <sup>2</sup>	1	5	10	20	50	100
Измеренный уровень ускорения, $A_i$ , м/с <sup>2</sup>						
Нелинейность АХ, $\alpha$ , %						

$$\alpha = \frac{A_i - A_{zi}}{A_{zi}} \cdot 100 \quad (3)$$

где:  $A_i$  – измеренное значение ускорения в  $i$ -ой точке, м/с<sup>2</sup>;  
 $A_{zi}$  – заданное значение ускорения в  $i$ -ой точке, м/с<sup>2</sup>.

Результаты считаются удовлетворительными, если нелинейность амплитудной характеристики не превышает  $\pm 10\%$ .

### 7.6. Определение относительного коэффициента поперечного преобразования акселерометра

Для определения относительного коэффициента поперечного преобразования акселерометров необходимо:

- подготовить установку 9155 для воспроизведения ускорения в соответствии с «Руководством по эксплуатации»;
- подготовить специальное поворотное устройство, обеспечивающее поворот акселерометра вокруг его оси чувствительности на 360° с интервалом не более 30°;
- закрепить поворотное устройство на вибрационном столе;
- закрепить испытуемый акселерометр с усилителем заряда на поворотном устройстве при помощи клея;
- подключить акселерометр с усилителем заряда к входу согласующего усилителя 443В101;
- выход усилителя 443В101 соединить с входом «Sensor under test» установки 9155;
- задать уровень ускорения равный 50 м/с<sup>2</sup> на базовой частоте 100 Гц;
- после каждого *i*-ого измерения изменять положение акселерометра на 30°, закрепляя его на поворотном устройстве.

Определить значение коэффициента поперечного преобразования для каждого положения акселерометра с усилителем заряда, соответствующего повороту вокруг оси чувствительности на 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°.

Полученные результаты занести в таблицу 5.

Таблица 5 - Определение относительного коэффициента поперечного преобразования акселерометра

Коэффициент преобразования на базовой частоте 100Гц, $K_d$ , мВ/м·с <sup>-2</sup>	Заданный уровень ускорения, м/с <sup>2</sup>	Угол поворота, °	Коэффициент поперечного преобразования, $K_{di}$ , мВ/м·с <sup>-2</sup>	Относительный коэффициент поперечного преобразования, $K_n$ , %
		0		
		30		
		60		
		90		
		120		
		150		
		180		
		210		
		240		
		270		
		300		
		330		

Вычислить относительный коэффициент поперечного преобразования по формуле (4):

$$K_n = \frac{K_{cp}}{K_d} \cdot 100 \quad (4)$$

$$K_{cp} = \frac{\sum K_{di}}{n} \quad (5)$$

где:  $K_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования акселерометра рассчитанное по формуле (5);

$n$  – количество измерений.

Результаты считаются удовлетворительными, если относительный коэффициент поперечного преобразования акселерометра не превышает  $\pm 5\%$ .

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015, и наносится знак утверждения типа на титульный лист паспорта типографским способом.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

Инженер по метрологии лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест - Москва»



М.Ю. Куприкова