

Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр стандартизации,  
метрологии и испытаний в Омской области»  
(ФБУ «Омский ЦСМ»)

УТВЕРЖДАЮ:



И.о. директора  
ФБУ «Омский ЦСМ»

А.В. Бессонов

М.П.

«19» июня 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
Акселерометры 351М35

Методика поверки

ОЦСМ 100196-2020 МП

РАЗРАБОТЧИКИ:

Начальник отдела поверки и  
калибровки средств измерений  
геометрических величин  
ФБУ «Омский ЦСМ»

П.А. Мокеев

Ведущий инженер по метрологии  
ФБУ «Омский ЦСМ»

Д.А. Воробьев

г. Омск  
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на акселерометры 351М35 (далее по тесту – акселерометры), выпускаемые фирмой PCB Piezotronics, Inc. (США), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – три года.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 100 Гц	7.3	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот относительно базовой частоты 100 Гц	7.4	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении среднего квадратического значения виброускорения	7.5	да	нет
Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении пикового ударного значения виброускорения	7.6	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	7.7	да	нет

1.2 При наличии письменного заявления владельца акселерометров допускается проведение поверки акселерометров на меньшем числе поддиапазонов частот и амплитуд.

1.3 При наличии письменного заявления владельца акселерометров допускается проведение поверки акселерометров по одному выбранному параметру виброускорения: среднему квадратическому значению или пиковому ударному значению.

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего основные технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3-7.5, 7.7	Поверочная виброустановка 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772
7.6	Образцовая установка 1-го разряда с пиковым ударным акселерометром по ГОСТ 8.137-84
6, 7	Прибор комбинированный Testo 622 (пер. №53505-13): - от - 10 до + 60 °С; $\Delta$ : $\pm 0,4$ °С; - от 10 до 95 %; $\Delta$ : $\pm 3$ %; - от 300 до 1200 гПа; $\Delta$ : $\pm 5$ гПа
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: $\Delta$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, единица величины.	

2.2 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены в установленном порядке.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых акселерометров с требуемой точностью.

### **3 Требования к квалификации поверителей**

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на акселерометры и средства их поверки.

### **4 Требования безопасности**

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

- ГОСТ 12.2.091-2012 (IEC 61010-1:2001) «Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования».

- эксплуатационная документация на акселерометры и средства их поверки.

### **5 Условия поверки**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |  |               |
|--|---------------|
| - температура окружающего воздуха, °С                      | от 15 до 25;  |
| - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более | от 40 до 80;  |
| - атмосферное давление, кПа                                | от 96 до 104. |

### **6 Подготовка к поверке**

6.1 Подготавливают к работе основные и вспомогательные средства поверки в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

6.2 Подготавливают акселерометры к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

### **7 Проведение поверки**

#### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- отсутствие видимых механических повреждений корпуса акселерометра, соединительного кабеля и электрического разъема, крепежных приспособлений;

- соответствие комплектности и маркировки акселерометров эксплуатационной документации.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если акселерометр соответствует всем вышеперечисленным требованиям.

#### **7.2 Опробование**

7.2.1 Проверку работоспособности акселерометра проводят в следующей последовательности:

- подключают акселерометр к поверочной виброустановке;

- слегка постукивая по корпусу акселерометра, контролируют показания поверочной виброустановки.

7.2.2 Результаты опробования считают положительными, если постукивания по корпусу акселерометра регистрируются по показаниям поверочной виброустановки.

### 7.3 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 100 Гц

7.3.1 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 100 Гц проводят на поверочной виброустановке. На вибростенде воспроизводят виброускорение амплитудой 10 м/с<sup>2</sup> на базовой частоте 100 Гц.

7.3.2 Действительное значение коэффициента преобразования  $K_d$ , мВ·м<sup>-1</sup>·с<sup>2</sup>, определяют по формуле:

$$K_d = \frac{U_{\text{вых}}}{a_{\text{вх}}}, \quad (1)$$

где  $U_{\text{вых}}$  – значение напряжения на выходе акселерометра, мВ;

$a_{\text{вх}}$  – значение виброускорения, заданное на поверочной установке, м/с<sup>2</sup>.

7.3.3 Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 100 Гц  $\delta_{K_d}$ , %, определяют по формуле:

$$\delta_{K_d} = \frac{K_d - K_n}{K_n} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $K_d$  – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра, мВ·м<sup>-1</sup>·с<sup>2</sup>;

$K_n$  – номинальное значение коэффициента преобразования акселерометра ( $K_n = 3,06$ ), мВ·м<sup>-1</sup>·с<sup>2</sup>.

7.3.4 Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 100 Гц не должно превышать установленных пределов  $\pm 10$  %.

### 7.4 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот относительно базовой частоты 100 Гц

7.4.1 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот относительно базовой частоты 100 Гц проводят на поверочной виброустановке не менее чем при десяти значениях частот, находящихся в пределах рабочего диапазона частот или в непрерывном спектре частот. Обязательно наличие нижнего и верхнего значений частот рабочего диапазона. Амплитуда виброускорения должна быть не менее 10 м/с<sup>2</sup>.

*Примечание – На частотах, где технически невозможно получить указанное значение виброускорения, коэффициент преобразования определяют при значениях виброускорения, достижимых для вибровозбудителя.*

7.4.2 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот относительно базовой частоты 100 Гц  $\gamma_i$ , % (дБ), определяют по формулам:

$$\gamma_{\% i} = \frac{K_{di} - K_d}{K_d} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

$$\gamma_{\text{дБ} i} = 20 \cdot \frac{K_{di}}{K_d}, \quad (4)$$

где  $K_{di}$  – значение коэффициента преобразования акселерометра при  $i$ -ом значении частоты (определяемое по формулам (1) и (2)), мВ·м<sup>-1</sup>·с<sup>2</sup>;

$K_d$  – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра на базовой частоте 100 Гц (определенное по 7.3 настоящей методики), мВ·м<sup>-1</sup>·с<sup>2</sup>.

7.4.3 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот относительно базовой частоты 100 Гц не должна превышать установленных пределов:

- в диапазоне рабочих частот от 10 до 400 Гц, %  $\pm 5$ ;
- в диапазоне рабочих частот от 4 до 1500 Гц, дБ  $\pm 3$ .

## 7.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении среднего квадратического значения виброускорения

7.5.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении среднего квадратического значения виброускорения проводят на поверочной виброустановке не менее чем в пяти точках диапазона измерений, включая верхний и нижний пределы. Для определения нелинейности амплитудной характеристики предпочтительна базовая частота (100 Гц). При невозможности задания требуемых значений виброускорения на базовой частоте нелинейность амплитудной характеристики определяют на одной из частот, принадлежащей рабочему диапазону частот преобразователя, на которой возможно задание требуемого значения виброускорения.

7.5.2 Нелинейность амплитудной характеристики  $\delta_i$ , %, определяют по формуле:

$$\delta_i = \frac{K_{di} - K_d}{K_d} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где  $K_{di}$  – значение коэффициента преобразования акселерометра при  $i$ -ом значении виброускорения (определяемое по формулам (1) и (2)),  $\text{мВ} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^2$ ;

$K_d$  – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра на базовой частоте 100 Гц (определенное по 7.3 настоящей методики),  $\text{мВ} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^2$ .

7.5.3 Нелинейность амплитудной характеристики при измерении среднего квадратического значения виброускорения не должна превышать установленных пределов  $\pm 1,0$  %.

## 7.6 Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении пикового ударного значения виброускорения

7.6.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении пикового ударного значения виброускорения проводят на образцовой установке 1-го разряда с пиковым ударным акселерометром при воспроизведении ударных импульсов длительностью от 0,15 до 2,5 мс не менее чем в пяти точках диапазона измерений пикового ударного значения виброускорения, включая верхний и нижний пределы.

7.6.2 Нелинейность амплитудной характеристики при измерении виброускорения определяют по формуле (3).

7.6.3 Нелинейность амплитудной характеристики при измерении пикового ударного значения виброускорения не должна превышать установленных пределов  $\pm 1,0$  %.

## 7.7 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

7.7.1 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводят на поверочной виброустановке.

7.7.2 Акселерометр закрепляют на установке таким образом, чтобы измерительная ось акселерометра, для которой определяется относительный коэффициент поперечного преобразования, была перпендикулярна оси вибростенда.

7.7.3 Последовательно поворачивая акселерометр вокруг измерительной оси, для которой определяется относительный коэффициент поперечного преобразования, на углы  $0^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $60^\circ$ ;  $90^\circ$ ;  $120^\circ$ ;  $150^\circ$ ;  $180^\circ$ ;  $210^\circ$ ;  $240^\circ$ ;  $270^\circ$ ;  $300^\circ$ ;  $330^\circ$  измеряют в каждом положении значения выходного сигнала.

7.7.4 Измерения проводят на базовой частоте 100 Гц и при значении амплитуды виброускорения от 20 до 50  $\text{м}/\text{с}^2$ .

7.7.5 Относительный коэффициент поперечного преобразования определяют по формуле:

$$K_{оп} = \frac{U_{max}}{a_d \cdot K_d} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где  $U_{max}$  – наибольшее значение напряжения на выходе акселерометра, мВ;

$a_d$  – значение виброускорения, воспроизводимое на поверочной виброустановке,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$K_d$  – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра на базовой частоте 100 Гц (определенное по 7.3 настоящей методики),  $\text{мВ} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^2$ .

7.7.6 Относительный коэффициент поперечного преобразования не должен превышать установленного предела 5,0 %.

## **8 Оформление результатов поверки**

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

8.2 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке установленного образца. В свидетельстве о поверке указывают диапазоны частот и амплитуд, в которых при поверке было установлено соответствие акселерометров установленным требованиям.

8.3 Отрицательные результаты поверки оформляются извещением о непригодности к применению установленного образца.