

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.
Д. И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «Р-сенсорс»



В.М. Агафонов

«20» апреля 2020 г.
М.п.

УТВЕРЖДАЮ

И. О. генерального директора ФГУП

«ВНИИМ



им. Д. И. Менделеева»

А. Н. Пронин

«21» апреля 2020 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ ШИРОКОПОЛОСНЫЕ
ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ МТСС

Методика поверки
253-382-2020 МП

Two handwritten signatures in blue ink, one above the other, positioned to the left of the names of the laboratory heads.

Руководитель НИО
А. А. Янковский

Заместитель
руководителя НИО
Д. Б. Пухов

Санкт-Петербург
2020 г.

Оглавление

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	5
5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5
5.2 Опробование	6
5.3 Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Проверка диапазона частот	6
5.4 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения	7
5.5 Определение относительной погрешности в диапазоне преобразований ускорения	8
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	8

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на акселерометры широкополосные трёхкомпонентные МТСС (далее по тексту – акселерометры) и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

2. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на акселерометр, техническим описанием средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

4 В тексте настоящей методики поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСОЕИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;
- МП – методика поверки;
- ЭД – эксплуатационная документация;
- эталонный акселерометр - рабочий эталон первого разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твёрдого тела

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Пункт пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки.	5.1	да	да
Опробование	5.2	да	да
Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Проверка диапазона частот	5.3	да	да
Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения	5.4	да	да
Определение относительной погрешности преобразований на частоте 1 Гц	5.5	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5,2-5,6	Установка сейсмометрическая горизонтальная УСГ-3М из состава эталона ГЭТ 159-2011.	Диапазон частот 0,001-30 Гц; диапазон амплитуд ускорений $5 \cdot 10^{-7} - 10 \text{ м/с}^2$; $\Theta_0 = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$; $S_0 = 2 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-3}$;
5,2-5,6	Установка сейсмометрическая вертикальная УСВ-2 из состава эталона ГЭТ 159-2011.	Диапазон частот 0,001-30 Гц; диапазон амплитуд ускорений $5 \cdot 10^{-7} - 10 \text{ м/с}^2$; $\Theta_0 = 2 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-3}$; $S_0 = 2 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-3}$;
5,2-5,6	Рабочий эталон первого разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твёрдого тела	Диапазон частот 0,1-200 Гц, диапазон амплитуд ускорений от $1 \cdot 10^{-3}$ до 20 м/с^2 , $\delta_0 = 0,2 \%$
5,2-5,6	Термогигрометр электронный CENTER модели 310	Диапазон измерений от минус 20 до плюс 60, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений температуры $\pm 0,7^\circ\text{C}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
		относительной влажности ± 3 %. Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 22129-09.

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих требуемый запас точности (не менее $1/3$), со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Во время подготовки к поверке и при её проведении необходимо соблюдать «Правила техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности».

3.2 Сотрудники, проводящие поверку, должны изучить правила работы с поверяемым средством измерений и обладать соответствующей квалификацией для работы с эталонным и испытательным оборудованием.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть выполнены условия:

- температура воздуха, °C 20±10
- относительная влажность воздуха, не более 95

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.2;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.4;
- подготовка акселерометра, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

5.1.1 Акселерометр, подлежащий поверке, должен быть полностью укомплектован, не иметь внешних дефектов, иметь чёткую маркировку и комплект технической документации.

5.1.2 При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие с перечнем, приведённым в ЭД акселерометра.

5.2 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность акселерометра.

5.2.1 Подготовить акселерометр к работе в соответствии с РЭ.

5.2.2 Включить акселерометр. После подачи питания через 2-3 мин. акселерометр выйдет на режим. Первые 1-3 часа, в зависимости от внешних условий, уровень шумов может быть слегка выше установленных паспортных значений.

5.2.3 Проконтролировать выходной сигнал с акселерометра. Первые 1-3 часа, в зависимости от внешних условий, уровень шумов может быть слегка выше установленных паспортных значений.

Акселерометр считается прошедшим поверку по п. 5.2, если подтверждена его работоспособность.

5.3 Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Проверка диапазона частот

5.3.1. Установить поверяемый акселерометр на подвижную платформу установки сейсмометрической горизонтальной УСГ-3М (далее по тексту –установка). Изменяя угловое положение акселерометра относительно оси движения подвижной платформы установки, провести его точную ориентацию по минимуму выходного сигнала. Повернуть акселерометр на угол $90 \pm 1^\circ$.

5.3.2 Установить эталонный акселерометр на подвижную платформу установки в соответствии п. 5.3.1.

5.3.3 Установить частоту колебаний подвижной платформы установки и номинальную амплитуду ускорения платформы $A_{ном}$ в соответствии с таблицей 3.

5.3.4 Провести измерение амплитуды X перемещения подвижной платформы установки и амплитуды выходного сигнала поверяемого акселерометра. В диапазоне частот от f_n до 30 Гц (f_n - нижняя граница рабочего частотного диапазона) для определения амплитуды перемещений использовать систему измерения перемещений сейсмометрической установки. В диапазоне частот выше 30 Гц использовать установленный на подвижной платформе установки эталонный акселерометр.

5.3.5. Рассчитать фактическое значение воспроизводимого ускорения:

$$A_{уст.} = 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot X \quad (1)$$

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 3.

5.3.6. Повторить измерения для всех значений частот и амплитуд ускорений, приведённых в таблице 3.

5.3.7. Выполнить пункты 5.3.2-5.3.6. для трёх осей акселерометра.

5.3.8. По данным таблицы 3 рассчитать неравномерность $K_{нер.f}$ амплитудно-частотной характеристики для трёх осей акселерометра по формуле:

$$K_{нер.f} = 20 \cdot \lg \left(\frac{K_{max}}{K_1} \right) \quad (2)$$

где:

K_{max} - максимальные значения коэффициента преобразования станции $K_{i.}$, определённое по формуле

$$K_i = \frac{U_{акс.,i}}{A_{уст.,i}} \quad (3)$$

где:

$A_{уст.,i}$ - измеренное значение заданной амплитуды ускорения;

$U_{акс.,i}$ - измеренные значения выходного сигнала акселерометра;

K_1 - коэффициент преобразования на базовой частоте 1 Гц.

Таблица 3 – Результаты измерений при определении неравномерности АЧХ

$f_i, \text{Гц}$	$X, \text{мм}$	Аном., м/с^2	$A_{\text{уст.},i} \text{м/с}^2$	$A_{\text{ст.},i} \text{м/с}^2$	K_i
0,1		0,05			
1		0,5			
2		1			
3		2			
5		2			
10		2			
20		2			
30		2			
60		2			
100		2			
120		2			

Акселерометр считается прошедшим поверку по пункту 5.3 если неравномерность амплитудной характеристики $K_{\text{нер.}f.}$ не более 0,5 дБ в диапазоне частот от 0,1 до 120 Гц.

5.4 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения

5.4.1. Выполнить п. 5.3.1-5.3.2.

5.4.2. Установить первое значение параметров движения подвижной платформы установки в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Результаты измерений при определении нелинейности АХ

i	$f_i, \text{Гц}$	$X, \text{мм}$	Аном., м/с^2	$A_{\text{уст.},i} \text{м/с}^2$	$A_{\text{ст.},i} \text{м/с}^2$	$K_{\text{ср}}$
1	1		0,0005			
2			0,003			
3			0,02			
4			0,1			
5			1			
6			5			
7			7			
8			9,81			
9			19,6			

5.4.3. Провести измерение амплитуды перемещения подвижной платформы установки X и амплитуды выходного сигнала акселерометра.

5.4.4. Рассчитать фактическое значение амплитуды воспроизводимого ускорения по формуле 1.

5.4.5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 4.

5.4.6. Повторить измерения для всех значений амплитуды, приведённых в таблице 3.

5.4.7. Выполнить пункты 5.4.1-5.4.6 для трёх осей акселерометра (для измерений по вертикальной оси использовать установку УСВ-2).

5.4.8 По данным таблицы 4 рассчитать среднее значение коэффициента преобразования:

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_i}{i}, i = 1, 2 \dots 9 \quad (4)$$

где

K_i и $K_{\text{ср}}$ - текущее и среднее значения коэффициента преобразования,

5.4.9 Сравнить полученное значение коэффициента преобразования K_{cp} с его номинальным значением.

Акселерометр считается прошедшим поверку по пункту 5.4, если полученное значение коэффициента преобразования не отличается более чем на ± 1 дБ от номинального значения.

5.5 Определение относительной погрешности преобразований на частоте 1 Гц

5.5.1 По данным таблицы 4 рассчитать коэффициент нелинейности амплитудной характеристики выходного сигнала акселерометра $K_{a,i}$ по формуле:

$$K_{a,i} = \frac{|K_i - K_{cp}|}{K_{cp}} \cdot 100 \quad (4)$$
$$K_{cp} = \frac{K_i}{i}, i = 1, 2 \dots 9$$

где

K_i и K_{cp} - текущее и среднее значения коэффициента преобразования,

5.5.2 Из всех полученных значений $K_{a,i}$ выбрать максимальное значение δ_a , погрешность преобразований ускорения на частоте 1 Гц определить по формуле:

$$\delta_a = \max(K_{a,i}).$$

Акселерометр считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если относительная погрешность преобразований ускорения не более 0,4 %. При этом, диапазон преобразований составляет $\pm(2 \cdot 10^{-5} - 19,6)$ м/с² для акселерометров МТСС-1033А и $\pm(8 \cdot 10^{-6} - 7,84)$ для акселерометров МТСС-1043А.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки акселерометр к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.