



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

Заместитель генерального директора

С.А. Денисенко



2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УСКОРЕНИЯ ВПР

Методика поверки

РТ-МП-1302-204-2025

г. Москва

2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Вибропреобразователи ускорения ВПр (далее – вибропреобразователи), изготовленные Акционерным обществом «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежаля» (АО «НИКИЭТ»), Россия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 согласно Приказа Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в приложении А.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки средства измерений в меньшем числе поддиапазонов частот.

2. Операции поверки

2.1. При проведении первичной и периодической поверок вибропреобразователей выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Номер раздела МП	Обязательность выполнения операций поверки при первичной поверке		Обязательность выполнения операций поверки при периодической поверке
		первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да	
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да	
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте	9.1	да	да	
Определение нелинейности амплитудной характеристики	9.2	да	нет	
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики коэффициента преобразования относительно базовой частоты	9.3	да	да	
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	9.4	да	нет	
Определение относительной погрешности измерений виброускорения	9.5	да	да	
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9.6	да	да	

2.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от +15 до +35 °C
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %.

3.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

3.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый вибропреобразователь должны иметь защитное заземление.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1. К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на вибропреобразователи и данной методикой поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

5.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры от -10 °C до +60 °C, с погрешностью ±1 °C; Средство измерений относительной влажности от 10 % до 95 % с погрешностью ±3 %	Прибор комбинированный Testo 622, (рег. № 53505-13)
9.1-9.4	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772, включающая диапазон измерений виброускорения и диапазон рабочих частот поверяемого вибропреобразователя;	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
	Средство измерений напряжения переменного тока в диапазоне от 1 мВ до 5000 мВ в диапазоне частот от 0,5 до 10000 Гц с погрешностью не более 0,5%	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03) Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43 (рег. № 10283-85)

Примечание к таблице 2:

1) Все средства поверки должны быть поверены (иметь действующую запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений);

2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям.

3) Соотношение доверительных границ погрешности рабочего эталона и доверительных границ погрешности средств измерений в одинаковых частотных диапазонах должно быть не более 0,5 (Приказ Росстандарта от 27.12.2018 № 2772).

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

6.1. При работе со средствами поверки и поверяемым средством измерений должны быть соблюдены общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ

12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2. Монтаж и демонтаж электрических цепей вибропреобразователя и средств поверки должны проводиться только при отключенном питании всех устройств.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие вибропреобразователя следующим требованиям:

- соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации и описанию типа;
- отсутствие механических повреждений корпуса и разъемов.

7.2. В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеперечисленных требований вибропреобразователь признается непригодным к использованию, поверка прекращается (до устранения нарушения).

7.3. Результаты внешнего осмотра считать положительными, если вибропреобразователь удовлетворяет требованиям, указанным в п. 7.1.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Контроль условий поверки

8.1.1. Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.2. Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3 настоящей методики.

8.1.3. Результаты измерений условий окружающей среды должны быть в пределах, указанных в п. 3 настоящей методики.

Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

8.2. Опробование.

8.2.1. Опробование проводят в соответствии с эксплуатационной документацией вибропреобразователей.

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Устанавливают поверяемый вибропреобразователь на эталонную виброустановку в соответствии с эксплуатационной документацией и подключают выход вибропреобразователя к согласующему усилителю эталонной виброустановки с соответствующими параметрами питания.

9.1. Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте.

С помощью эталонной виброустановки задать СКЗ виброускорение равное 10 м/с^2 на базовой частоте и определить коэффициент преобразования поверяемого вибропреобразователя. При отсутствии возможности эталонной виброустановки определить коэффициент преобразования поверяемого вибропреобразования в автоматическом режиме, с помощью вольтметра измерить значения выходного сигнала вибропреобразователя и определить значение коэффициента преобразования по формуле (1):

$$K_d = \frac{U_{изм}}{A_{зад}}, (\text{мВ/(м·с}^2\text{)}) \quad (1)$$

где $U_{изм}$ – измеренное значение СКЗ напряжения на выходе вибропреобразователя;
 $A_{зад}$ – заданное с помощью эталонной виброустановки значение СКЗ виброускорения.

Отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения определить по формуле (2):

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

где K_n – номинальное значение коэффициента преобразования;

K_d – полученное значение коэффициента преобразования на базовой частоте.

9.2. Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте.

С помощью эталонной виброустановки задать не менее пяти значений амплитуды виброускорения, включая минимальное и максимальное значения диапазона измерений на базовой частоте, и определить коэффициент преобразования проверяемого вибропреобразователя по формуле (1).

Нелинейность амплитудной характеристики определить по формуле (3):

$$\delta_n = \frac{K_i - K_d}{K_d} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где K_i – значение коэффициента преобразования в i -той точке измерений.

9.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики коэффициента преобразования относительно базовой частоты.

С помощью эталонной виброустановки задать значение СКЗ виброускорения равное 10 м/с^2 при значениях частот трехоктавного ряда из рабочего диапазона частот испытываемого вибропреобразователя. На частотах, где технически невозможно получить указанное значение виброускорения, коэффициент преобразования определить при значениях, достижимых для вибровозбудителя с коэффициентом гармоник движения вибростола не более 10 %, но не меньше нижнего предела измерений.

Неравномерность частотной характеристики определить по формуле (4) или (5):

$$\gamma = \frac{K_i - K_d}{K_d} \cdot 100, \% \quad (4)$$

$$\gamma = 20 \cdot \lg \frac{K_i}{K_d}, \text{дБ} \quad (5)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования на базовой частоте;

K_i – полученное значение коэффициента преобразования в i -той точке диапазона частот.

9.4. Определение относительного коэффициента поперечного преобразования.

Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводится на эталонной виброустановке при помощи специального переходника.

Вибропреобразователь установить на виброустановку таким образом, чтобы ось чувствительности располагалась перпендикулярно направлению воспроизведения колебаний.

Последовательно поворачивая вибропреобразователь вокруг измерительной оси на углы $0^\circ, 60^\circ, 120^\circ, 180^\circ, 240^\circ$, зафиксировать в каждом положении значения выходного сигнала.

Измерения проводить на базовой частоте и при значении СКЗ виброускорения от 10 до 50 м/с^2 .

Значение относительного коэффициента поперечного преобразования определить по формуле (6):

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

где U_{max} – максимальное значение СКЗ напряжения на выходе акселерометра;

K_d – действительное значение коэффициента преобразования акселерометра;

a_d – значение СКЗ ускорения, воспроизводимое на виброустановке.

9.5 Определение относительной погрешности измерений виброускорения.

Пределы относительной погрешности измерений виброускорения определить по формуле:

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{эт}}^2 + \delta_{\text{н}}^2 + \gamma^2 + \Delta^2}, \% \quad (7)$$

где $\delta_{\text{эт}}$ – погрешность применяемого эталона, %;

$\delta_{\text{н}}$ – нелинейность амплитудной характеристики (при периодической поверке значение берется из описания типа), %;

γ – неравномерность амплитудно-частотной характеристики коэффициента преобразования относительно базовой частоты, %

Δ – отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения, %.

9.6. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Вибропреобразователь считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он соответствует требованиям каждого пункта данной методики поверки, значения полученных метрологических характеристик не превышают значений, указанных в приложении А.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Вибропреобразователь, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ вибропреобразователь признается непригодным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению.

10.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

10.4. Результаты поверки вибропреобразователей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.5. Ведение протокола поверки осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник отдела 204
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

А.Г. Волченко

Начальник лаборатории 204/3
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Н.В. Лункин

Приложение А

Таблица А1 – Метрологические характеристики модификации ВПр.1.000

Наименование характеристики	Значение
Базовая частота, Гц	160
Номинальные значения коэффициента преобразования на базовой частоте, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$	1; 10
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования на базовой частоте от номинального значения при нормальных условиях измерений, %	±5
Диапазон рабочих частот, Гц	от 2 до 5000
Диапазон измерений виброускорения, $\text{м}/\text{с}^2$	от 0,1 до 600
Резонансная частота, кГц, не менее	20
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики коэффициента преобразования относительно базовой частоты при нормальных условиях измерений, %:	
- в поддиапазоне частот от 2 до 5 Гц включ.	±25
- в поддиапазоне частот св. 5 до 2500 Гц включ.	±7
- в поддиапазоне частот св. 2500 до 5000 Гц	±25
Нелинейность амплитудной характеристики при нормальных условиях измерений, %	±1
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте при нормальных условиях измерений, %, не более	5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений виброускорения при нормальных условиях измерений с доверительной вероятностью 0,95, %:	
- в поддиапазоне частот от 2 до 5 Гц включ.	±29
- в поддиапазоне частот св. 5 до 2500 Гц включ.	±12
- в поддиапазоне частот св. 2500 до 5000 Гц	±29

Таблица А2 – Метрологические характеристики модификации ВПр.1.000-01

Наименование характеристики	Значение
Базовая частота, Гц	80
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$	1
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования на базовой частоте от номинального значения при нормальных условиях измерений, %	±5
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,5 до 2500
Диапазон измерений виброускорения, $\text{м}/\text{с}^2$	от 0,1 до 500
Резонансная частота, кГц, не менее	15
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики коэффициента преобразования относительно базовой частоты при нормальных условиях измерений, %:	
- в поддиапазоне частот от 0,5 до 2 Гц включ.	±50
- в поддиапазоне частот св. 2 до 10 Гц включ.	±20
- в поддиапазоне частот св. 10 до 1000 Гц включ.	±7
Нелинейность амплитудной характеристики при нормальных условиях измерений, %	±1
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте при нормальных условиях измерений, %, не более	7
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений виброускорения при нормальных условиях измерений с	

Наименование характеристики	Значение
доверительной вероятностью 0,95, %:	
- в поддиапазоне частот от 0,5 до 2 Гц включ.	±56
- в поддиапазоне частот св. 2 до 10 Гц включ.	±24
- в поддиапазоне частот св. 10 до 1000 Гц включ.	±12

Таблица А3 – Метрологические характеристики модификации ВПр.7.000

Наименование характеристики	Значение
Базовая частота, Гц	80
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, мВ/(м·с ²)	10,2
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования на базовой частоте от номинального значения при нормальных условиях измерений, %	±5
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1,5 до 10000
Диапазон измерений виброускорения, м/с ²	от 0,1 до 600
Резонансная частота, кГц, не менее	20
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики коэффициента преобразования относительно базовой частоты при нормальных условиях измерений, дБ:	
- в поддиапазоне частот от 1,5 до 4 Гц включ.	±3
- в поддиапазоне частот св. 4 до 10000 Гц	±0,5
Нелинейность амплитудной характеристики при нормальных условиях измерений, %	±1
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте при нормальных условиях измерений, %, не более	7
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений виброускорения при нормальных условиях измерений с доверительной вероятностью 0,95, %:	
- в поддиапазоне частот от 1,5 до 4 Гц включ.	от -33 до +45
- в поддиапазоне частот св. 4 до 10000 Гц	±11