

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«30» 08 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
ВИБРОУСТАНОВКИ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ ECS-1028

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-39-2024

г. Москва
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на виброустановки калибровочные портативные ECS-1028 (далее - виброустановка), изготовленные «Econ Technologies Co., Ltd», Китай, и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Настоящая методика поверки применяется для поверки виброустановок калибровочных портативных ECS-1028, используемых в качестве поверочной виброустановки 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерения виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, предъявляемые к поверочным виброустановкам 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 года № 2772, и метрологические требования, приведенные в Приложении А.

При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к ГЭТ 58-2018 «Государственный первичный специальный эталон единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела».

Методика поверки допускает возможность поверки СИ меньшего числа единиц величин (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) и в меньшем количестве диапазонов частот с указанием объема выполненной поверки в свидетельстве о поверке при условии обязательной поверке в диапазоне частот, в котором находится базовая частота поверяемой виброустановки.

2. Перечень операций поверки средства измерений.

2.1 При проведении первичной и периодической поверок виброустановок калибровочных портативных ECS-1028 выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да
Определение коэффициента гармоник	10.1	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола	10.2	да	да
Определение относительной погрешности частоты воспроизводимой вибрации	10.3	да	да
Определение относительной погрешности измерений вибрации	10.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10.5	да	да

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, результаты оформляются в соответствии с п. 11.2.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.).

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

3.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемое средство измерений 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 ознакомленными с эксплуатационной документацией на виброустановки калибровочные портативные ECS-1028 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

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
10.1	Измеритель нелинейных искажений, пределы относительной погрешности в диапазоне частот от 20 до 10000 Гц не более ± 10 %	Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501 (рег. № 68366-17)
10.2	Трёхкомпонентный вибропреобразователь, пределы относительной погрешности в диапазоне частот от 5 до 10000 Гц не более ± 10 %	Акселерометр пьезоэлектрический 356B11 (рег. № 76591-19)
10.3	Средство измерений частоты от 0,1 до 10000 Гц и погрешность не более 0,001 %	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85 (рег. № 75631-19)
10.4	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г. в диапазоне значений виброускорения от 0,1 до 100 м/с ² , виброскорости от 0,1 до 200 мм/с, виброперемещения от 0,01 до 1,8 мм в диапазоне частот от 5 до 10000 Гц	Акселерометр пьезоэлектрический 353B04 (рег. № 76591-19) Усилитель измерительный AP5110 (рег. № 57588-14)

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, при этом обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

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

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

6.2. При работе со средствами поверки и поверяемым средством измерений должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в соответствующей эксплуатационной документации.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

7.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, датчик считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

8.2. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 3.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проводят проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения на соответствие таблице 3. Идентификационное наименование и номер версии встроенного ПО отображается на экране в момент включения виброустановки. Идентификационное наименование и номер версии внешнего ПО (отображается в верхней строчке программы) проверяют на соответствие при наличии его в комплектности средства измерений.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные признаки	Значение
Встроенное ПО	
Идентификационное наименование ПО	ECS-1028
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0.2
Внешнее ПО	
Идентификационное наименование ПО	AutoCalib.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v1.0.0

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

10.1. Определение коэффициента гармоник.

Коэффициент гармоник виброускорения (виброскорости, виброперемещения) определяют в диапазоне частот на верхних пределах диапазонов измерений.

На частотах ниже 20 Гц допускается определять коэффициент гармоник с помощью разложения записанной реализации виброускорения (виброскорости, виброперемещения) в ряд Фурье на гармонические составляющие:

$$K_r = \sqrt{\frac{C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_N^2}{C_1^2}} \quad (1)$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_N$ – амплитуды 1-й, 2-й, 3-й, ..., N-й гармонической составляющих разложения записанной реализации виброускорения (виброскорости, виброперемещения) в ряд Фурье.

С помощью задающего генератора виброустановки задают частоты возбуждения и измеряют коэффициент гармоник. Измерения проводят при значениях частот, равномерно расположенных в рабочем диапазоне частот, включая верхний и нижний пределы поддиапазонов.

Рекомендуемые значения задаваемых частот: 5, 10, 20, 40, 80, 160, 250, 315, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000, 5000, 6300, 8000 и 10000 Гц.

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения коэффициента гармоник не превышают значений, указанных в приложении А.

10.2. Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола.

Для определения относительного коэффициента поперечного движения на вибростоле виброустановки закрепляют в соответствии с руководством по эксплуатации трёхкомпонентный вибропреобразователь. Измерения проводят с каждым адаптером поочередно.

Задают на виброустановке амплитуду виброускорения A_z , равную не менее 0,3 от верхнего значения рабочего диапазона амплитуд, и последовательно измеряют измеренные значения в направлении оси X и оси Y (A_x и A_y), перпендикулярным основному направлению движения вибростола виброустановки (ось Z). Измерения проводят при значениях частот, равномерно расположенных в рабочем диапазоне частот, включая верхний и нижний пределы поддиапазонов. Рекомендуемые значения задаваемых частот: 5, 10, 20, 40, 80, 160, 250, 315, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000, 5000, 6300, 8000 и 10000 Гц.

Вычисляют относительный коэффициент поперечного движения $K_{o.п.}$ по формуле:

$$K_{o.п.} = \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \cdot 100 (\%) \quad (2)$$

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения не превышают значений, указанных в приложении А.

10.3. Определение относительной погрешности частоты воспроизводимой вибрации.

К выходу акселерометра подключают частотомер в режиме измерения частоты сигнала. С помощью задающего генератора виброустановки задают значения частот возбуждения, равномерно расположенные в рабочем диапазоне частот, включая верхний и нижний пределы поддиапазонов, и измеряют значение частоты по частотомеру.

Рекомендуемые значения задаваемых частот: 5, 10, 20, 40, 80, 160, 250, 315, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000, 5000, 6300, 8000 и 10000 Гц.

Относительную погрешность частоты воспроизводимой вибрации определяют по формуле:

$$\delta_F = \frac{F_{\text{зад}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

где $F_{\text{зад}}$ – заданное значение частоты воспроизводимых колебаний, Гц;

$F_{\text{изм}}$ – измеренное с помощью частотомера значение частоты, Гц.

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности частоты воспроизводимой вибрации не превышают 0,1 %.

10.4. Определение относительной погрешности измерений параметров вибрации.

На вибростенд виброустановки через резьбовое соединение устанавливают вибропреобразователь из состава рабочего эталона 1-го разряда. Рабочий эталон 1-го разряда должен иметь функцию измерения виброускорения, виброскорости и виброперемещения.

Не допускается использовать в качестве рабочего эталона 1-го разряда вибропреобразователи типа «back-to-back».

На виброустановке поочередно воспроизводят значения параметров вибрации в соответствии с таблицами 4-6 и фиксируют измеренное значение параметров вибрации по рабочему эталону 1-го разряда.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения виброускорения

Частота, Гц	Заданное значение виброускорения, м/с^2	Измеренное значение виброускорения, м/с^2	Относительная погрешность, %
5	0,5		
10	2		
20	5		
40	10		
80	10		
160	0,1		
160	1		
160	10		
160	50		
160	100		
315	10		
500	10		
800	10		
1000	10		
2000	10		
4000	10		
5000	10		
6300	10		
8000	10		
10000	10		

Таблица 5 – Рекомендуемые значения виброскорости

Частота, Гц	Заданное значение виброскорости, мм/с	Измеренное значение виброскорости, мм/с	Относительная погрешность, %
5	10		
10	10		
20	10		
40	10		
80	0,1		
80	1		
80	10		
80	50		
80	100		
80	200		

160	10		
315	10		
500	10		
800	10		
1000	10		

Таблица 6 – Рекомендуемые значения виброперемещения

Частота, Гц	Заданное значение виброперемещения, мкм	Измеренное значение виброперемещения, мкм	Относительная погрешность, %
5	1000		
10	500		
20	100		
40	10		
40	100		
40	600		
40	1200		
40	1800		
80	100		
160	100		
250	80		
400	30		

Основную относительную погрешность измерений параметров вибрации определяют по формуле:

$$\delta\gamma = \frac{D_{\text{зад}} - D_{\text{изм}}}{D_{\text{изм}}} \cdot 100 (\%) \quad (4)$$

где $D_{\text{зад}}$ – заданное значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с², мм/с или мкм;

$D_{\text{изм}}$ – измеренное с помощью рабочего эталона 1-го разряда значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с², мм/с или мкм.

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности измерений не превышают значений, указанных в приложении А.

10.5. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Виброустановка считается пригодной к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если она прошла поверку по каждому пункту данной методики поверки и метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, указанным в Приложении А, и обязательным требованиям, предъявляемым к поверочной виброустановки 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерения виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

11. Оформление результатов поверки

11.1. Виброустановка, прошедшая поверку с положительным результатом, признается пригодной и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

11.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на виброустановку оформляется извещение о непригодности к применению.


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

11.4. Результаты поверки виброустановки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко

Ведущий инженер
ФГБУ «ВНИИМС»

 Н.В. Лункин

Приложение А – Метрологические характеристики

Таблица А1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик	Значение
Диапазоны воспроизведения и измерений при нагрузке до 100 г: - амплитудного значения виброускорения, м/с^2 - амплитудного значения виброскорости, мм/с - размаха виброперемещения, мм	от 0,1 до 100 от 0,1 до 200 от 0,01 до 1,8
Диапазон рабочих частот, Гц	от 5 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты воспроизводимой вибрации, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброускорения на базовой частоте 160 Гц, виброскорости на базовой частоте 80 Гц и виброперемещения на базовой частоте 40 Гц, %	± 2
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброускорения в диапазонах частот, %: от 5 до 20 Гц включ. св. 20 до 2000 Гц включ. св. 2000 до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 10000 Гц	± 5 ± 3 ± 5 ± 8
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброскорости в диапазонах частот, %: от 5 до 20 Гц включ. св. 20 до 1000 Гц	± 5 ± 3
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброперемещения в диапазонах частот, %: от 5 до 20 Гц включ. св. 20 до 400 Гц	± 5 ± 3
Коэффициент гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 5 до 20 Гц включ. св. 20 до 10000 Гц	10 7
Относительный коэффициент поперечного движения в диапазоне частот, %, не более от 5 до 2000 Гц включ. св. 2000 до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 10000 Гц	10 15 20