

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

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


А.Н. Пронин
2021 г.
ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ Е.П.
ПОВЕРНОСТЬ №54/2021
24 ДЕКАБРЯ 2021



Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ВИБРАЦИОННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2520-110-2021

И.о. руководителя научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области измерений
вибраций, удара и переменных давлений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


Козляковский А.А.
« 05 » 10 2021 г.

г. Санкт-Петербург
2021 год

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на виброустановку вибрационную поверочную, зав. № 30 (далее – виброустановка), изготовленную на АО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», г. Калининград, и устанавливает методику первичной и периодической поверок установки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

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

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки:

- метод прямых измерений и сличением с помощью компаратора в соответствии с Приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018.

Настоящая методика поверки применяется для поверки виброустановки, используемой в качестве рабочего эталона 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон измерений	Поверочные виброустановки 2-го разряда			
	Диапазон частот, Гц	Коэффициент гармоник, %	Относительный коэффициент поперечного движения, %	Доверительные границы относительной погрешности, δ_0
Виброскорость (0,2 – 1200) мм/с Виброускорение (0,5 – 1000) м/с ²	5 – 8 350	≤ 15	≤ 20	$2 \cdot 10^{-2} - 8 \cdot 10^{-2}$

2. Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в табл. 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
Определение уровня вибрационного шума	да	да	9.1
Определение коэффициента гармоник виброускорения	да	да	9.2
Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола виброустановки	да	да	9.3

Проверка диапазонов воспроизведения и измерений параметров вибрации	да	да	9.4
Проверка диапазона рабочих частот воспроизведения и измерений параметров вибрации	да	да	9.5
Определение относительной погрешности воспроизведения и измерений параметров вибрации виброустановки	да	да	9.6

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 18 до + 25
- относительная влажность, % : от 45 до 85
- атмосферное давление, кПа..... от 96 до 104
- напряжение питания промышленной сети, В..... от 215,6 до 235
- частота переменного напряжения промышленной сети, Гц..... от 49,5 до 50,5

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Перечень средств поверки представлен в табл. 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +18 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С, в диапазоне измерений относительной влажности от 45 до 85 % с погрешностью не более ± 2 %, в диапазоне атмосферного давления от 96 до 104 кПа с абсолютной погрешностью $0,25 \pm$ кПа.	– термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11 в ФИФ.
7.2, 9.1, 9.2, 9.4 - 9.6	Эталоны единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда по Приказу Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г., диапазон измерений виброускорений от 10^{-3} до 10^4 м/с ² , в диапазоне частот от 5 Гц до 10 кГц, ПГ $\pm(1,0-10)$ %	- акселерометр 353В04 рег. № 76591-19 в ФИФ; – акселерометр 353В51 рег. № 56990-14 в ФИФ.
9.3	Трехкомпонентный вибропреобразователь, в диапазоне частот от 5 Гц до 10 кГц, ПГ ± 5 %	- акселерометр 356В11 рег. № 76591-19 в ФИФ.
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 Средства измерений, применяемые при поверке должны быть поверены, а эталоны аттестованы.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

Меры безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать действующим требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75, «Требования безопасности к электротехническому изделию и его частям».

Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие виброустановки следующим требованиям:

- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в эксплуатационной документации на виброустановку;
- отсутствие загрязнений на поверхности виброустановки;
- отсутствие повреждений корпуса, разъёмов и соединительных кабелей виброустановки.

6.2 Результаты проверки считается положительным, если виброустановка соответствует требованиям эксплуатационной документации и признается пригодной к применению, если выполняется п. 7.1.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- средства поверки, предусматривающие питание от сети переменного тока 220 В, 50 Гц необходимо включить и дать им прогреться в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на них.

Поверка основных параметров и метрологических характеристик проводятся по истечении времени готовности виброустановки, которое составляет не более 30 мин.

7.2 Для проведения опробования необходимо выполнить следующие операции:

7.2.1 Закрепляют на виброустановке рабочий эталон 1-го разряда (далее – эталонный виброметр). Включают эталонный виброметр в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

7.2.2 Включают виброустановку в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и проверяют органы управления, регулирования и настройки.

7.2.3 Задают на установке с помощью эталонного виброметра виброускорение приблизительно 10 м/с^2 на частоте 160 Гц в течение двух минут. Измеряют с помощью встроенного в установку виброметра (далее – встроенный виброметр) задаваемое виброускорение. Измеренное встроенным виброметром значение виброускорения не должно отличаться от задаваемого по эталонному виброметру на величину более 15 %.

7.2.4 Результаты опробования считаются удовлетворительными, если выполняются требования п. 7.2.3 методики поверки.

7.3 Перед проведением поверки необходимо проверить условия окружающей среды на соответствие требованиям п. 3 настоящей методики поверки.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Процедура проверки соответствия программного обеспечения следующая:

Для проверки ПО:

- запустить ПО "ZETLab" путем двойного нажатия левой кнопки мыши по иконке запуска, путь к исполняемому файлу: C:\ZETLab\ZETLab.exe;



Рисунок 1 - Иконка запуска

- после появления программной панели ZETLab в верхней части экрана выполнить нажатие левой кнопкой мыши по крайней левой кнопке программной панели:

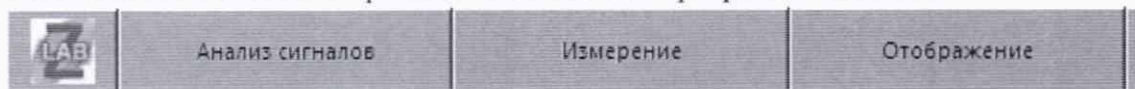


Рисунок 2 – Программная панель ZETLab

- на открывшейся панели управления проектами ZETLab выполнить нажатие левой кнопкой мыши на панели "О программе";

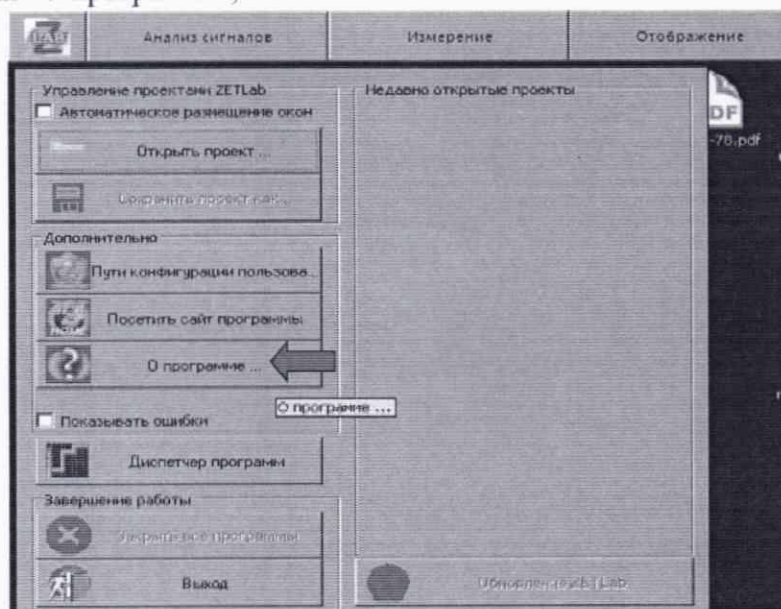


Рисунок 3 – Панель управления проектами ZETLab

- данные о программе ZETLab, указанные во всплывающем окне, должны соответствовать данным, считанным с оригинального установочного компакт-диска от компании - производителя анализатора спектра ZET 017-U2, ООО "Электронные технологии и метрологические системы". Компакт-диск с дистрибутивом ПО "ZETLab" поставляется в комплекте анализатора спектра ZET 017-U2;



Рисунок 4 – Всплывающее окно с данными о программе ZETLab

8.2 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если идентификационные данные (идентификационное наименование и номер версии) проверяемого программного обеспечения ZETLab соответствуют данным, считанным с установочного компакт-диска ПО " ZETLab ".

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Определение уровня вибрационного шума

9.1.1 Уровень вибрационного шума определяют в месте, предназначенном для виброустановки поверяемого вибропреобразователя в процессе эксплуатации виброустановки.

9.1.2 Закрепляют на виброустановке эталонный виброметр и включают виброустановку.

9.1.3 Определение уровня вибрационного шума осуществляют по среднему квадратическому значению виброускорения A_w , зафиксированному с помощью эталонного виброметра при включенной виброустановке, но при отсутствии сигнала возбуждения от задающего генератора (анализатора спектра) установки.

9.1.4 Уровень вибрационного шума A_w не должен превышать значения, указанного в паспорте на виброустановку.

9.1.5 Результат определения считать положительным, если, измеренное с помощью встроенного виброметра значение A_w , выраженное в единицах виброускорения, не превышает $0,2 \text{ м/с}^2$.

9.2 Определение коэффициента гармоник виброускорения

9.2.1 Коэффициент гармоник виброускорения определяют в диапазоне частот на верхних пределах номинальных диапазонов виброускорения.

Если виброустановка применяется для передачи размеров единиц виброускорения и виброскорости, то коэффициент гармоник может определяться только по виброускорению.

9.2.2 Подключают к выходу встроенного виброметра измеритель коэффициента гармоник (анализатор спектра). Для наблюдения формы сигнала воспроизводимой вибрации к выходу встроенного виброметра подключают электронно-лучевой осциллограф (анализатор спектра).

9.2.3 С помощью задающего генератора (анализатора спектра) виброустановки последовательно задают частоты возбуждения f , равные значениям 1/3-октавного ряда в рабочем диапазоне частот, и измеряют коэффициент гармоник K_G .

9.2.4 Результаты измерений записывают в таблицу 4.

Таблица 4 – Измерения коэффициента гармоник по виброускорению в зависимости от частоты.

Частота, Гц	Нижняя частота вибростенда	...	160	...	Верхняя частота вибростенда
Коэффициент гармоник виброускорения, %					

9.2.5 Результат определения считать положительным, если максимальное значение коэффициента гармоник не превышает 10 %.

Примечание – Допускается признавать пригодной к применению виброустановку при превышении на отдельных частотах указанных в паспорте значений коэффициента гармоник K_G , (количество таких частот не должно превышать 10 % частот третьоктавного ряда рабочего диапазона частот виброустановки). При этом частоты, на которых значение коэффициента гармоник K_G превышает значение, указанное в паспорте на виброустановку, исключаются из диапазона рабочих частот виброустановки, о чем делается соответствующая запись на обратной стороне свидетельства о поверке (в случае его оформления).

9.3 Определение относительного коэффициента поперечного движения вибростола виброустановки

9.3.1 Для определения относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n}$ на столе установки закрепляют в соответствии с требованиями эксплуатационной документации трёхкомпонентный вибропреобразователь. Для удобства измерений три выхода трехкомпонентного преобразователя (A_z , A_y и A_x) рекомендуется соединять с помощью трёхпозиционного коммутатора с измерительным усилителем.

9.3.2 Задают на виброустановке амплитуду виброускорения A_z , равную 0,3 верхнего значения рабочего диапазона амплитуд, и последовательно отсчитывают показания вибропреобразователя в направлении A_y и A_x , перпендикулярном основному направлению движения стола виброустановки. Вычисляют относительный коэффициент поперечного движения $K_{o.n}$, по формуле (1):

$$K_{o.n} = \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \cdot 100 \% \quad (1)$$

9.3.3 Результаты измерений записывают в таблицу 5.

Таблица 5 – Значения относительного коэффициента поперечного движения стола виброустановки в зависимости от частоты

Частота, Гц	A_z , м/с ²	A_y , м/с ²	A_x , м/с ²	$K_{o.n}$, %
....				
20				...
25				...
31.5				...
40				
....				

9.3.4 Результат определения считать положительным, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения вибростола не превышают 20 %.

Примечание – Допускается признавать пригодной к применению виброустановку при превышении на отдельных частотах указанных в паспорте значений относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n}$, (количество таких частот не должно превышать 10 % частот третьоктавного ряда рабочего диапазона частот установки). При этом частоты, на которых значение относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n}$ превышает значение, указанное в паспорте на виброустановку, исключаются из диапазона рабочих частот виброустановки, о чем делается соответствующая запись на оборотной стороне свидетельства о поверке (в случае его оформления).

9.4 Проверка диапазонов воспроизведения и измерений параметров вибрации

9.4.1 Рабочие диапазоны виброускорения и виброскорости, воспроизводимые виброустановкой, определяют на основании измерений уровня собственных шумов по 9.1 и коэффициенту гармоник по 9.2.

9.4.2 Для определения наибольшего значения виброускорения и виброскорости, воспроизводимого (измеряемого) виброустановкой, используют результаты определения коэффициента гармоник по 9.2. За максимальное значение виброускорения, виброскорости, воспроизводимое виброустановкой, принимают такое значение, при котором коэффициент гармоник соответствующего параметра (виброускорения, виброскорости) не превышает значения, установленного в паспорте на виброустановку.

9.4.3 За минимальное значение параметра (виброускорения, виброскорости), воспроизводимого (измеряемого) виброустановкой, принимают такое значение, которое превышает уровень собственных шумов встроенного виброметра на 14 дБ ($\approx$ в пять раз).

9.4.4 Результат проверки считать положительным, если измеренные минимальное и максимальное значения воспроизводимых параметров (виброускорения, виброскорости) находятся в пределах:

- диапазон воспроизведения и измерений амплитуд виброускорения от 0,5 до 1000 м/с²;
- диапазон воспроизведения и измерений амплитуд виброскорости от 0,2 до 1200 мм/с.

Примечание – Допускается признавать пригодной к применению виброустановку при уменьшении рабочего диапазона воспроизводимых параметров вибраций (но не более, чем на 20 % от диапазона, указанного в паспорте). При этом делается соответствующая запись о рабочем диапазоне воспроизводимых параметров вибраций на оборотной стороне свидетельства о поверке (в случае его оформления).

9.5 Проверка диапазона рабочих частот воспроизведения и измерений параметров вибрации

9.5.1 За рабочий диапазон частот принимают такой диапазон, в котором обеспечивается воспроизведение виброускорения или виброскорости с основной погрешностью, не выходящей за пределы допускаемого значения, указанного в паспорте на виброустановку.

9.5.2 Результат проверки считается положительным, если диапазон рабочих частот воспроизводимых параметров вибраций от 5 до 8350 Гц.

Примечание – Допускается признавать пригодной к применению виброустановку при уменьшении рабочего диапазона частот воспроизводимых параметров вибраций (но не более, чем на 20 % от диапазона, указанного в паспорте). При этом делается соответствующая запись о рабочем диапазоне частот на оборотной стороне свидетельства о поверке (в случае его оформления).

9.6 Определение относительной погрешности воспроизведения и измерений параметров вибрации виброустановки

9.6.1. Относительная погрешность виброустановки $\delta'_{уст}$ при доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле (2):

$$\delta_{ПВ} = \pm 1,1 \sqrt{\delta_0^2 + \gamma^2 + \delta_{\text{в}}^2 + \delta_{\Gamma}^2 + \delta_{o.n}^2 + \delta_n^2}, \quad (2)$$

где δ_0 – относительная погрешность эталонных средств измерений, с помощью которых проводят поверку виброустановки, %;

γ – неравномерность частотной характеристики, встроенного вибропреобразователя в комплекте с согласующим усилителем, %, (определяют из свидетельства о поверке);

$\delta_{\text{в}}$ – относительная погрешность анализатора спектра, входящего в состав встроенного виброметра, %, (определяют из свидетельства о поверке);

δ_{Γ} – дополнительная относительная погрешность от наличия гармонических составляющих, %, определяемая по формуле (3):

$$\delta_{\Gamma} = (\sqrt{1 + K_{\Gamma}^2} - 1) \cdot 100, \quad (3)$$

где K_{Γ} – максимальное значение коэффициента гармоник, определённое 9.2;

$\delta_{o.n}$ – дополнительная относительная погрешность, вызванная наличием поперечного движения стола установки в рабочем диапазоне частот, %, определяемая по формуле (4):

$$\delta_{o.n} = \frac{K_{o.n} \cdot K_n}{100}, \quad (4)$$

где $K_{o.n}$ – максимальное значение относительного коэффициента поперечного движения стола виброустановки, %, определённое 9.3;

K_n – относительный коэффициент поперечной чувствительности встроенного вибропреобразователя, %, (определяют из паспорта вибропреобразователя);

δ_n – дополнительная относительная погрешность, вызванная нестабильностью виброустановки за время непрерывной работы, %, (определяют из паспорта установки).

9.6.2 Результаты определения считаются положительными, если относительная погрешность воспроизведения и измерений параметров вибрации виброустановки не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения и измерений параметров вибрации в диапазоне частот, %	
от 5 до 20 Гц включ.	± 5
св. 20 до 800 Гц включ	± 3
св. 800 до 8350 Гц	± 5

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Виброустановка соответствует метрологическим требованиям, если полученное максимальное значение коэффициента гармоник виброускорения, не превышает 10 %.

10.3 Виброустановка соответствует метрологическим требованиям, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения вибростола не превышают 20 %.

10.4 Виброустановка соответствует метрологическим требованиям, если полученные значения доверительных границ относительной погрешности воспроизведения параметров вибрации находятся в пределах, указанных в таблице 6.

10.5 При соблюдении всех требований пп. 10.1 – 10.4 настоящей методики поверки виброустановка подтверждается соответствующей обязательным требованиям, предъявляемым к рабочему эталону 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2772 от 27.12.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения».

На основании положительных результатов поверки виброустановка признается пригодной к применению в качестве рабочего эталона 2 разряда согласно ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения".

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки считаются положительными, если характеристики виброустановки удовлетворяют всем требованиям данной методики. В этом случае результаты поверки оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации.

11.2 Протокол поверки оформляется в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации. Копия протокола для средства измерений применяемых в качестве эталона единиц величин передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При отрицательных результатах поверки виброустановка к применению не допускается и результаты оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации с указанием причин о непригодности.

11.4 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.5 Знак поверки наносится в виде оттиска на свидетельство о поверке (в случае его оформления).