



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

644116, Омская обл., г. Омск,
ул. Северная 24-я, д. 117А
☎ (3812) 68-07-99, 68-22-28
🌐 <https://csm.omsk.ru>
✉ info@ocsm.omsk.ru

Уникальный номер записи
об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц

RA.RU.311670

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по метрологии
ФБУ «Омский ЦСМ»

С.П. Волков

«09» апреля 2024 г.



«ГСИ. Датчики вибрации универсальные трехосевые ВД15.
Методика поверки»

МП 5.2-0304-2024

г. Омск
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики вибрации универсальные трехосевые ВД15 (далее – датчики), выпускаемые ООО НТФ «Микроникс» по ГСПК.402321.041 ТУ «Датчики вибрации универсальные трехосевые ВД15. Технические условия» и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки применяется для поверки датчиков, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2772.

1.3 При определении метрологических характеристик датчиков в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы величины в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении тела – ГЭТ58-2018.

1.4 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин модификаций датчиков с интерфейсом RS-485 на основании письменного заявления владельца датчика или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме.

1.5 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяются методы прямого и косвенного измерений.

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

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2 . 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата любой из операций по таблице 2.1 поверку прекращают, средство измерений (далее – СИ) признают непригодным к применению и переходят к оформлению результатов поверки в соответствии с разделом 11.5 настоящей методики поверки.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении первичной поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C (20±5);
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 40 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86,0 до 106,7.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений и средства поверки, имеющие соответствующую квалификацию и работающие в качестве поверителей в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5 . 1 – Основные и вспомогательные средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
П.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от + 15 °С до + 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1 °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 40 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %	
	Средство измерений абсолютного давления в диапазоне измерений от 86 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 0,5 кПа	
	Поверочная виброустановка 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
	Средство измерений силы постоянного тока в диапазоне значений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± (5·10 ⁻⁴ ·I+ 5·10 ⁻⁵ ·I _{пр}) мА, где I – измеренное значение силы постоянного тока; I _{пр} – верхний предел поддиапазона измерений (100 мА)	Мультиметр цифровой 34465А (рег. № 63371-16)
	Персональный компьютер, программное обеспечение «ВД15-сервис»	Персональный компьютер, ПО «ВД15-сервис»
П.9 Проверка программного обеспечения	Персональный компьютер, программное обеспечение «ВД15-сервис»	Персональный компьютер, ПО «ВД15-сервис»

Продолжение таблицы 5.1

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
П.10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Поверочная виброустановка 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
	Рабочий эталон 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091	Мультиметр цифровой 34465А (рег. № 63371-16)
	Персональный компьютер, программное обеспечение «ВД15-сервис»	Персональный компьютер, ПО «ВД15-сервис»
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

Лица, проводящие поверку, должны быть ознакомлены с правилами (условиями) безопасной работы датчиков, оборудования и средств поверки, указанными в их эксплуатационной документации, и пройти инструктаж по технике безопасности.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра следует проверить соответствие комплектности датчиков руководству по эксплуатации, а также отсутствие механических повреждений, влияющих на метрологические характеристики.

7.2 На поверхности каждого датчика должно быть нанесено:

- условное обозначение датчика;
- направление осей датчика X, Y, Z;
- заводской номер.

7.3 Средство измерений, не соответствующее вышеперечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют и контролируют соответствие условий поверки требованиям, приведенным в п.3 настоящей методики поверки.

8.2 Подключают датчик согласно руководству по эксплуатации и закрепляют на измерительном столе виброустановки.

8.3 Для всех модификаций датчиков, кроме ВД15-9 и ВД15-10, на персональном компьютере запускают программу «ВД15-сервис».

8.4 С помощью виброустановки на базовой частоте датчика задают три значения виброскорости, приблизительно равных середине диапазона измерений СКЗ виброскорости датчика и его крайним значениям. При изменении значения виброскорости на виброустановке, должны меняться и значения СКЗ виброскорости в программе «ВД15-сервис».

8.5 Для датчиков ВД15-9 и ВД15-10 с помощью виброустановки на базовой частоте датчика задают три значения виброскорости, приблизительно равных середине диапазона

измерений СКЗ виброскорости датчика и его крайним значениям. При изменении значения виброскорости на виброустановке, должны меняться и показания мультиметра.

8.6 Средство измерений, не соответствующее вышперечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для всех модификаций датчиков, кроме ВД15-9 и ВД15-10, на персональном компьютере (далее – ПК) запускают программу «ВД15-сервис». Подключают датчик согласно руководству по эксплуатации.

9.2 Идентификационные данные отображаются в окне программного обеспечения «ВД15-сервис» при нажатии левой клавишей мыши на пункт основного меню «О программе».

9.3 Результат проверки считать положительным, если значения, отображаемые в пункте основного меню «О программе» ПО «prime.hex», соответствуют значениям таблицы 9.1.

Т а б л и ц а 9.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
Встроенное ПО	BD-15_v**_MAIN.bin	не ниже 12
ВД15-сервис	VD15_Service.exe	не ниже 1.6.0
** – номер версии (идентификационный номер) ПО		

9.4 Средство измерений, не соответствующее вышперечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц (для интерфейса 4-20 мА)

10.1.1 Устанавливают датчик на вибростол таким образом, чтобы направление оси Z совпадало с направлением колебаний вибростола.

10.1.2 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц проводят на виброустановке, при значении СКЗ виброскорости 10 мм/с.

10.1.3 Действительное значение коэффициента K_d , мА/(мм·с⁻¹), определяют по формуле:

$$K_d = \frac{I_{\text{изм}} - 4}{A_3}, \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значения тока на выходе датчика, мА;

A_3 – значение СКЗ виброскорости, заданное на поверочной установке, мм/с.

10.1.4 Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц δK_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 датчика, мА/(мм·с⁻¹);

K_n – номинальное значение коэффициента преобразования датчика, мА/(мм·с⁻¹).

10.1.5 В случае, если отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц превышает значения, указанные в приложении А, результаты поверки считают отрицательными.

10.2 Определение относительной погрешности датчика в рабочем диапазоне измерений физической величины.

10.2.1 Относительную погрешность в рабочем диапазоне измерений СКЗ виброускорения определяют на базовой частоте 159,16 Гц. Относительную погрешность в рабочем диапазоне измерений СКЗ виброскорости определяют на базовой частоте 80 Гц. Измерения проводят не менее чем при пяти значениях, равномерно распределенных по диапазону, включая нижнее и верхнее значения диапазона.

10.2.2 Устанавливают датчик на вибростол таким образом, чтобы направление оси Z совпадало с направлением колебаний вибростола. Задают с помощью виброустановки значение физической величины.

При подключении по интерфейсу RS-485, показания считывают с помощью программы «ВД15-сервис». При подключении по интерфейсу (4-20) мА, значения выходного сигнала снимают по мультиметру.

10.2.3 При подключении по интерфейсу RS-485, по результатам измерений определяют относительную погрешность датчика по формуле:

$$\gamma = \left(\frac{|A_i - A_{эi}|}{A_{эi}} \cdot 100 \right)_{MAX}, \quad (3)$$

где A_i – значение физической величины на выходе датчика, при i -ом значении физической величины, мм/с (м/с^2);

$A_{эi}$ – значение физической величины, заданное на виброустановке, при i -ом значении физической величины, мм/с (м/с^2).

10.2.4 Для определения относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения по осям X и Y повторяют пункты 10.2.2 – 10.2.3 для соответствующих осей датчика.

10.2.5 При подключении по интерфейсу (4-20) мА, по результатам измерений виброскорости определяют относительную погрешность датчика по формуле:

$$\gamma = \left(\frac{|K_{дi} - K_{д}|}{K_{д}} \cdot 100 \right)_{MAX}, \quad (4)$$

где $K_{д}$ – действительное значение коэффициента преобразования датчика на базовой частоте 80 Гц (определенное в пункте 10.1), $\text{мА}/(\text{мм}\cdot\text{с}^{-1})$;

$K_{дi}$ – значение коэффициента преобразования датчика при i -ом значении виброскорости, $\text{мА}/(\text{мм}\cdot\text{с}^{-1})$, определяемое по формуле:

$$K_{дi} = \frac{I_{измi}^{-4}}{A_{эi}}, \quad (5)$$

где $I_{измi}$ – значения тока на выходе датчика, при i -ом значении СКЗ виброскорости, мА;

$A_{эi}$ – i -ое значение СКЗ виброскорости, заданное на поверочной установке, мм/с.

10.2.6 В случае, если значение относительной погрешности датчика в рабочем диапазоне измерений физической величины превышает значения, указанные в приложении А, результаты поверки считают отрицательными.

10.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

10.3.1 Неравномерность амплитудной частотной характеристики (далее – АЧХ) датчика определяют не менее чем при десяти значениях частот, находящихся в пределах рабочего диапазона частот датчика, включая нижнее и верхнее значения частот рабочего диапазона. При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона и два – в конце диапазона. Значения частот выбирают из ряда: 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000.

Допускается отклонение частот от значений указанного ряда при сохранении интервала между отдельными частотами не менее октавы.

10.3.2 На частотах более 20 Гц задаваемое с помощью виброустановки значение СКЗ виброускорения должно быть не менее 10 м/с^2 . На частотах менее 20 Гц максимальное значение задаваемого виброускорения зависит от технической возможности виброустановки.

На частотах менее 120 Гц задаваемое с помощью виброустановки значение СКЗ виброскорости должно быть не менее 10 мм/с . На частотах более 120 Гц максимальное значение задаваемого виброскорости зависит от технической возможности виброустановки.

10.3.3 Устанавливают датчик на вибростол таким образом, чтобы направление оси Z совпадало с направлением колебаний вибростола. Задают с помощью виброустановки значение физической величины согласно п. 10.3.2.

При подключении по интерфейсу RS-485, показания считывают с помощью программы «ВД15-сервис». При подключении по интерфейсу (4-20) мА, значения выходного сигнала снимают по мультиметру.

10.3.4 При подключении по интерфейсу RS-485, по результатам измерений определяют неравномерность АЧХ датчика по формуле:

$$\gamma_{\text{АЧХ}} = \left(\frac{\left| \frac{A_i \cdot A_{\text{Эб}} - A_6}{A_{\text{Эi}}} \right|}{A_6} \cdot 100 \right)_{\text{МАХ}}, \quad (6)$$

где $A_{\text{Эi}}$ – значение физической величины, заданное на поверочной установке при i -ом значении частоты, мм/с (м/с^2);

A_i – значение физической величины на выходе датчика при i -ом значении частоты, мм/с (м/с^2);

$A_{\text{Эб}}$ – значение физической величины, заданное на поверочной установке на базовой частоте 80 (159,16) Гц, мм/с (м/с^2);

A_6 – значение физической величины на выходе датчика на базовой частоте 80 (159,16) Гц, мм/с (м/с^2).

10.3.5 Для определения неравномерности АЧХ при измерении виброускорения по осям X и Y повторяют пункты 10.3.3 – 10.3.4 для соответствующих осей датчика.

10.3.6 При подключении по интерфейсу (4-20) мА, по результатам измерений определяют неравномерность АЧХ датчика по формуле:

$$\gamma_{\text{АЧХ}} = \left(\frac{K_{\text{Дfi}} - K_{\text{Д}}}{K_{\text{Д}}} \cdot 100 \right)_{\text{МАХ}}, \quad (7)$$

где $K_{\text{Д}}$ – действительное значение коэффициента преобразования датчика на базовой частоте 80 Гц (определенное в пункте 10.1), $\text{мА}/(\text{мм} \cdot \text{с}^{-1})$;

$K_{\text{Дfi}}$ – значение коэффициента преобразования датчика при i -ом значении частоты, $\text{мА}/(\text{мм} \cdot \text{с}^{-1})$, определяемое по формуле:

$$K_{\text{Дfi}} = \frac{I_{\text{измi}}^{-4}}{A_{\text{Эi}}}, \quad (8)$$

где $I_{\text{измi}}$ – значения тока на выходе датчика, при i -ом значении частоты, мА;

$A_{\text{Эi}}$ – значение СКЗ виброскорости, заданное на поверочной установке при i -ом значении частоты, мм/с .

10.3.7 В случае, если значение неравномерности АЧХ датчика превышает значения, указанные в приложении А, результаты поверки считают отрицательными.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки свободной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.3 Нанесение знака поверки на СИ не предусмотрено.

11.4 В случае положительных результатов поверки по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке установленного образца.

11.5 В случае отрицательных результатов поверки по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

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



П.А. Мокеев

Начальник отдела поверки и калибровки средств измерений
теплотехнических и физико-химических величин
ФБУ «Омский ЦСМ»



Д.А. Воробьев

Инженер по метрологии отдела поверки и испытаний средств
измерений в приборостроении ФБУ «Омский ЦСМ»



И.О. Богданов

Приложение А
(обязательное)

Метрологические требования, которые должны быть
подтверждены в результате поверки датчика

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений СКЗ виброускорения, м/с ²	от 1 до 7 от 1 до 21 от 1 до 49 от 1 до 106
Диапазон измерений СКЗ виброскорости, мм/с: - при подключении по интерфейсу RS-485 - при подключении по интерфейсу (4-20) мА для датчиков ВД15-3, ВД15-4, ВД15-7, ВД15-8 - при подключении по интерфейсу (4-20) мА для датчиков ВД15-9, ВД15-10	от 1 до 200 от 1 до 20 от 1 до 50 от 1 до 100 от 1 до 200 от 3 до 20 от 3 до 50 от 3 до 100 от 5 до 200
Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброускорения, Гц	от 5 до 1000
Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости, Гц: - при подключении по интерфейсу RS-485 - при подключении по интерфейсу (4-20) мА	от 5 до 1000 от 10 до 1000
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 80 Гц, мА/(мм·с ⁻¹), при подключении по интерфейсу (4-20) мА в диапазоне измерений СКЗ виброскорости: - от 1 до 20 мм/с - от 1 до 50 мм/с - от 1 до 100 мм/с - от 1 до 200 мм/с	0,8 0,32 0,16 0,08
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц, %	±5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения на базовой частоте 159,16 Гц, %, в рабочем диапазоне измерений СКЗ виброускорения: - от 1 до 7 м/с ² (по осям X, Y, Z) - от 1 до 21 м/с ² , от 1 до 49 м/с ² , от 1 до 106 м/с ² : (по осям X, Y) - от 1 до 21 м/с ² , от 1 до 49 м/с ² , от 1 до 106 м/с ² : (по оси Z)	±20 ±10 ±5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости на базовой частоте 80 Гц, % (по оси Z)	±10
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики: - виброускорения (по осям X, Y, Z), % - виброскорости (по оси Z), %	±10 ±10
<i>Примечание – диапазоны измерений метрологических характеристик указаны в прилагаемом на датчик паспорте. Эксплуатация датчика без действующего паспорта запрещена.</i>	