

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель руководителя ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«24» мая 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
Датчики вибрации ИВД-5

## **МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-851/04-2024**

г. Чехов  
2024 г.

## Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики вибрации ИВД-5 (далее по тексту – датчики), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок, а также поверки после ремонта датчика.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблицах Б.1-Б.4 Приложения Б.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин и меньшего числа поддиапазонов в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

## 1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок датчиков вибрации ИВД-5 выполняют операции, указанные в таблице 1.

### 1.2

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции  | Номер пункта МП | Проведение операции при поверке |               |
|--|-----------------|---------------------------------|---------------|
|  |                 | первичной                       | периодической |
| 1  | 2               | 3                               | 4             |
| Внешний осмотр   | 6               | да                              | да            |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений  | 7               | да                              | да            |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)   | 7.1             | да                              | да            |
| Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)  | 7.2             | да                              | да            |
| Проверка идентификационных данных программного обеспечения для датчиков ИВД-5Ц   | 8               | да                              | нет           |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям   | 9               | -                               | -             |
| Определение действительного значения коэффициента преобразования и определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения для датчиков ИВД-5А, ИВД-5У, ИВД-5СХ | 9.1             | да                              | да            |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2   | 3  | 4   |
|---|-----|----|-----|
| Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте для датчиков ИВД-5С0, ИВД-5С2, ИВД-5С3, ИВД-5А и ИВД-5У                                    | 9.2 | да | да  |
| Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты для датчиков ИВД-5С0, ИВД-5С2, ИВД-5С3, ИВД-5А и ИВД-5У              | 9.3 | да | да  |
| Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости датчиков ИВД-5С2   | 9.4 | да | да  |
| Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброподъема и размаха виброперемещения датчиков ИВД-5Ц                           | 9.5 | да | да  |
| Определение основной приведенной погрешности измерений СКЗ виброскорости датчиков ИВД-5С1   | 9.6 | да | да  |
| Определение относительного коэффициента по-перечного преобразования для датчиков ИВД-5А, ИВД-5У, ИВД-5СХ.   | 9.7 | да | нет |
| Примечание: Выбор выполняемых операций определяется для каждого датчика, исходя из комплекса нормированных метрологических характеристики (НМХ) по описанию типа. |     |    |     |

2.3 Последовательность проведения операций поверки с п 6 по п.7.2 обязательна.

## 2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства должны иметь защитное заземление.

2.4 Перед проведением поверки датчик должен быть подготовлен к работе в соответствии эксплуатационной документацией.

## 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на датчики вибрации ИВД-5 и данной методикой поверки.

#### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер пункта поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|------------------------|---|---|
| 1                      | 2   | 3   |
| 7.1                    | Средство измерений температуры от -10 до +60 °C с погрешностью не более ±1 °C;<br>Диапазоны: измерения температуры от -10 до +60 °C, ПГ ±0,4 °C; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, ПГ ±3 %; измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, ПГ ±5 гПа)  | Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18   |
| 9.1-9.3, 9.5, 7.2      | РЭ 3-го разряда по приказу Росстандарта №1706 от 18.08.2023 в диапазоне измерения напряжения и в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры; РЭ 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 № 668 в диапазоне измерения силы переменного тока и в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03;<br>Вольтметр универсальный GDM-79061, рег. № 76322-19;<br><br>Мультиметр 3458А, рег № 25900-03 |
| 9.1-9.3, 9.5, 9.7, 7.2 | РЭ 3-го разряда по приказу Росстандарта №1706 от 18.08.2023 в диапазоне измерения силы постоянного тока поверяемой аппаратуры   | Мультиметр 3458А, рег № 25900-03  |
| 9.4                    | Поверочная вибрационная установка 2-го разряда по приказу Росстандарта от 27.12.2018 г. №2772   | Преобразователь виброизмерительный 4383, рег. № 8516-81   |
| 9.1-9.7, 7.2           | Поверочная вибрационная установка 2-го разряда по приказу Росстандарта от 27.12.2018 г. №2772   | Виброустановка поверочная DVC-500, рег. № 58770-14  |

4.2 Все применяемые СИ должны быть поверены.

4.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

## **5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

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

5.2 При работе с средствами поверки и поверяемым датчиком должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующей эксплуатационной документации.

## **6 Внешний осмотр**

6.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие модификации датчика и его заводского номера маркировке на корпусе и в паспорте;
- соответствие комплектности датчика паспорту и ОТ;
- отсутствие внешних механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов;

6.2 Результаты считают положительными если выполнены все требования п 6.1.

## **7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением поверки поверяемое средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них, и выдержаны не менее 3 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 2 настоящей методики.

7.2 Опробование.

При опробовании:

- датчик закрепляют на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола и собирают схему согласно руководству по эксплуатации на датчик; датчики ИВД-5Ц подключают к персональному компьютеру, датчики ИВД-5СХ, ИВД-5У, ИВД-5А к мультиметру;
- на виброустановке задают значение измеряемой величины  $1,0 \text{ м/с}^2$  ( $\text{мм/с}$ ) (в зависимости от типа измеряемой величины) на базовой частоте, убеждаются в наличии сигнала на выходе датчика.

*Примечание: Схема подключения датчиков вибрации ИВД-5 приведена в Приложении А.*

7.2 Результаты считают положительными если выполнены все требования п 7.1 и п. 7.2.

## **8 Проверка программного обеспечения средства измерений**

Проверка идентификационных данных программного обеспечения для датчиков ИВД-5Ц.

Запустить на компьютере программное обеспечение, входящее в комплект датчика ИВД-5Ц. Навести курсор мыши на заголовок программы «Тестирование и настройка датчиков вибрации ИВД» и нажать правую кнопку мышки. Выбрать раздел «О программе...»

Выполнить соединение датчика с компьютером (через адаптер) в соответствии руководством по эксплуатации на датчик. В окне программы (запущенной на компьютере) считать номер датчика и номер версии его программного обеспечения.

Результаты считают положительными, если номер датчика совпадает с указанным в паспорте на датчик, номер версии программного обеспечения совпадает с идентификационными данными, указанными в описании типа.

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям**

9.1 Определение действительного значения коэффициента преобразования и определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального для датчиков ИВД-5А, ИВД-5У, ИВД-5СХ.

Закрепляют датчик на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола.

На виброустановке последовательно задают значения измеряемой величины (ускорение, скорость в зависимости от типа измеряемой величины) в пяти точках, равномерно распределенных в интервале от 10 % до 100 % диапазона измерений на базовой частоте. Считывают по мультиметру соответствующее значения тока или напряжения на выходе датчика.

Определяют коэффициент преобразования  $K_i$ , в каждой точке диапазона по формуле (1) для датчиков ИВД-5У и ИВД-5А и по формуле (2) для датчиков ИВД-5СХ:

$$K_i = \frac{P_i}{S_i}, \quad (1)$$

$$K_i = \frac{P_{i-4}}{S_i}, \quad (2)$$

где  $P_i$  - значение тока (напряжения) в  $i$ -той точке на выходе датчика, измеренное с помощью мультиметра, мА (мВ);

$S_i$  – значение измеряемой величины, заданное в  $i$ -той точке на виброустановке ( $\text{м}/\text{с}^2$ ,  $\text{мм}/\text{с}$ ).

Определяют отклонение коэффициента преобразования  $\Delta_i$ , %, от номинального значения в каждой точке по формуле (3):

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

где  $K_H$  – номинальный коэффициент преобразования датчика, указанный в описании типа, ( $\text{mA}/(\text{мм} \cdot \text{с}^{-1})$ ,  $\text{mA}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ ,  $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ ).

За действительное значение коэффициента преобразования  $K_D$  ( $\text{mA}/(\text{мм} \cdot \text{с}^{-1})$ ,  $\text{mA}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ ,  $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ ) принимают среднее арифметическое по формуле (4)

$$K_D = \frac{\sum^n K_i}{n} \quad (4)$$

Полученное значение коэффициента преобразования  $K_D$  округляют до тысячных, записывают в паспорт на датчик и используют при дальнейшей поверке.

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если действительное значение коэффициента преобразования и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального для датчиков ИВД-5А, ИВД-5У, ИВД-5СХ не превышает значений, указанных в таблицах Б.2-Б.4 Приложения Г.

## 9.2 Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте.

Нелинейность амплитудной характеристики определяют для датчиков ИВД-5С0, ИВД-5С2, ИВД-5С3, ИВД-5А и ИВД-5У на базовой частоте.

Закрепляют датчик на виброустановке перпендикулярно к плоскости вибростола.

На базовой частоте последовательно задают значения измеряемой величины (ускорение, скорость) в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений, включая крайние\*. Считывают по мультиметру соответствующие значения тока или напряжения на выходе датчика.

\* Для поддиапазонов  $0,1 \div 0,2 \text{ м/с}^2$ , датчиков ИВД-5У, ИВД-5А, задают значения измеряемой величины в двух точках  $0,1; 0,2 \text{ м/с}^2$ ;

\* Для поддиапазонов  $0,1 \div 0,2 \text{ мм/с}$ , датчиков ИВД-5С0 задают значения измеряемой величины в двух точках  $0,1; 0,2 \text{ мм/с}$ ;

\* При невозможности задания виброустановкой необходимого значения измеряемой величины, допускается задавать другие значения в пределах границ диапазона измерений.

Определяют отклонение коэффициента преобразования  $\delta_i$  в  $i$ -й точке от действительного значения  $K_D$  по формуле (5) для датчиков ИВД-5С0, ИВД-5У и ИВД-5А, и по формуле (6) для датчиков ИВД-5С2, ИВД-5С3

$$\delta_i = \frac{\left( \frac{P_i}{S_i} - K_D \right)}{K_D} \cdot 100, \%, \quad (5)$$

$$\delta_i = \frac{\left( \frac{P_{i-4}}{S_i} - K_D \right)}{K_D} \cdot 100, \%, \quad (6)$$

где  $P_i$  - значение тока (напряжения) в  $i$ -й точке на выходе датчика, измеренное с помощью мультиметра, мА (мВ);

$S_i$  – значение измеряемой величины, заданное в  $i$ -й точке на виброустановке ( $\text{м/с}^2$ ,  $\text{мм/с}$ );

$K_D$  – действительное значение коэффициента преобразования ( $\text{мА/мм}\cdot\text{с}^{-1}$ ,  $\text{мА/м}\cdot\text{с}^2$ ,  $\text{мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$ ), определенное по формуле (4).

За нелинейность амплитудной характеристики  $\delta, \%$ , принимают максимальное по модулю значение из вычисленных по формулам (5) или (6) для соответствующего датчика

$$\delta = |\delta_i|_{max}$$

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте не превышает значений, указанных в таблицах Б.2-Б.4 Приложения Г.

9.3 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики для датчиков ИВД-5С0, ИВД-5С2, ИВД-5С3, ИВД-5А и ИВД-5У определяют относительно действительного значения коэффициента преобразования.

Закрепляют датчик на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола. Задают значение параметра вибрации (ускорение, скорость в зависимости от типа измеряемой величины) на десяти частотах рабочего диапазона частот, включая минимальную, максимальную и базовую частоты. Измерения проводятся при постоянных значениях измеряемой величины (виброускорения, виброскорости; амплитуда виброускорения должно быть не менее 10 м/с<sup>2</sup>, амплитуда виброскорости — не менее 10 мм/с). Считывают по мультиметру соответствующие значения тока или напряжения на выходе датчика. Для каждой частоты определяют коэффициент преобразования по формулам (1) или (2), вычисляют относительное отклонение  $\gamma_i$  коэффициента преобразования от действительного значения, определенного на базовой частоте, используя формулы, аналогичные (5) или (6).

\* При невозможности задания виброустановкой необходимого значения измеряемой величины, допускается задавать другие значения в пределах границ диапазона измерений.

За неравномерность амплитудно-частотной характеристики  $\gamma$ , %, принимают максимальное по модулю значение  $\gamma_i$  для соответствующего датчика

$$\gamma = |\gamma_i|_{max}$$

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты не превышает значений, указанных в таблицах Б.2-Б.4 Приложения Г.

9.4 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости датчиков ИВД-5С2

Используя результаты измерений пп. 9.2; 9.3 основную относительную погрешность измерений СКЗ виброскорости  $\delta_{оп}$ , %, определяют по формуле (7)

$$\delta_{оп} = \pm \sqrt{\delta_{эт}^2 + \delta^2 + \gamma^2}, \quad (7)$$

где  $\delta_{оп}$  – основная относительная погрешность измерения виброскорости %;

$\delta_{эт}$  – погрешность эталонного средства измерений, %;

$\delta$  – нелинейность амплитудной характеристики, %, (п.8.3);

$\gamma$  – неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %, (п.8.4).

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если основная относительная погрешность измерений СКЗ виброскорости датчиков ИВД-5С2 не превышает значений, указанных в таблице Б.2 Приложения Г.

9.5 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения и размаха виброперемещения датчиков ИВД-5Ц

#### 9.5.1 Определение основной относительной погрешности в диапазоне амплитуд

Закрепляют датчик на виброустановке перпендикулярно к плоскости вибrostола. Подключают датчик к компьютеру, запускают программу ConfigIVD3.exe (далее ConfigIVD). На базовой частоте последовательно задают значения параметра вибрации (ускорение, скорость, перемещение в зависимости от типа измеряемой величины) в пяти точках диапазона амплитуд, включая минимальную и максимальную амплитуды\*. На каждом заданном значении амплитуды считывают показания программы ConfigIVD.

\* При невозможности задания виброустановкой необходимого значения измеряемой величины, допускается задавать другие значения в пределах границ диапазона измерений.

Вычисляют относительные погрешности измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения и размаха виброперемещения в рабочем диапазоне амплитуд  $\delta_{опai}$ , %, по формуле (8)

$$\delta_{опai} = \frac{P_{ii} - P_{3i}}{P_{3i}} \cdot 100, \%, \quad (8)$$

где  $P_{ii}$  – измеренное значение ( $\text{м}/\text{с}^2$ ,  $\text{мм}/\text{с}$ ,  $\text{мкм}$ );

$P_{3i}$  – заданное значение ( $\text{м}/\text{с}^2$ ,  $\text{мм}/\text{с}$ ,  $\text{мкм}$ ).

За оценку относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения и размаха виброперемещения в рабочем диапазоне амплитуд  $\delta_{опa}$ , %, принимают максимальное по модулю значение  $\delta_{опai}$

$$\delta_{опa} = |\delta_{опai}|_{max}$$

#### 9.5.2 Определение основной относительной погрешности в диапазоне частот

Последовательно задают значение параметра вибрации (ускорение, скорость, перемещение в зависимости от типа измеряемой величины) не менее чем на десяти частотах рабочего диапазона частот, включая минимальную, максимальную и базовую частоты. Измерения проводятся при постоянных значениях измеряемой величины (виброускорения, виброскорости, виброперемещения; амплитуда виброускорения должно быть не менее  $10 \text{ м}/\text{с}^2$ , амплитуда виброскорости — не менее  $10 \text{ мм}/\text{с}$ , размах виброперемещения — не менее  $10 \text{ мкм}$ ). На каждом заданном значении частоты считывают показания программы ConfigIVD.

\* При невозможности задания виброустановкой необходимого значения измеряемой величины, допускается задавать другие значения в пределах границ диапазона измерений.

Вычисляют значение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения и размаха виброперемещения в рабочем диапазоне частот  $\gamma_{\text{опч}i}$ , %, по формуле (9)

$$\delta_{\text{опч}i} = \frac{P_{ii} - P_{3i}}{P_{3i}} \cdot 100, \%, \quad (9)$$

где  $P_{ii}$  – измеренное значение ( $\text{м}/\text{с}^2$ ,  $\text{мм}/\text{с}$ ,  $\text{мкм}$ );  
 $P_{3i}$  – заданное значение ( $\text{м}/\text{с}^2$ ,  $\text{мм}/\text{с}$ ,  $\text{мкм}$ ).

За оценку относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения и размаха виброперемещения в рабочем диапазоне частот  $\delta_{\text{опч}}$ , %, принимают максимальное по модулю значение  $\delta_{\text{опч}i}$

$$\delta_{\text{опч}} = |\delta_{\text{опч}i}|_{\max}$$

9.5.3 Основную относительную погрешность измерений СКЗ виброскорости (СКЗ виброускорения, размаха виброперемещения) определяют по формуле (10)

$$\delta_{\text{оп}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{эт}}^2 + \delta_{\text{опа}}^2 + \delta_{\text{опч}}^2}, \quad (10)$$

где  $\delta_{\text{оп}}$  – основная относительная погрешность измерения СКЗ виброскорости (СКЗ виброускорения, размаха виброперемещения), %;

$\delta_{\text{эт}}$  – погрешность поверочной виброустановки, %;

$\delta_{\text{опа}}$  – относительная погрешность измерений в рабочем диапазоне амплитуд, %;

$\delta_{\text{опч}}$  – относительная погрешность измерений в рабочем диапазоне частот, %.

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если основная относительная погрешность измерений СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения и размах виброперемещения датчиков ИВД-5Ц не превышает значений, указанных в таблице Б.1 Приложения Г.

9.6 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений СКЗ виброскорости датчиков ИВД-5С1

Закрепляют датчик на виброустановке перпендикулярно плоскости вибростола.

Последовательно задают значения виброскорости в точках 10, 50 и 100 % диапазона измерений амплитуд на минимальной, базовой и максимальной частотах\*.

\* При невозможности задания виброустановкой необходимого значения измеряемой величины, допускается задавать другие значения в пределах границ диапазона измерений.

Для каждой контрольной точки считывают соответствующее значение тока по мультиметру.

Для каждого измеренного значения тока на заданном значении виброскорости, вычисляют значение приведенной погрешности по формуле (11):

$$\delta_{\text{пп} i}^V = \pm \left| \frac{\left( \frac{I_{s i}}{K_D} - V_i \right)}{V_{\max} - V_{\min}} \right| \cdot 100, \%, \quad (11)$$

где  $\delta_{\text{пп} i}^V$  - значение приведенной погрешности измерений СКЗ виброскорости;

$I_{s i}$  - измеренное значение тока на заданном значении виброскорости, мА;

$K_D$  - действительное значение коэффициента преобразования,  $\text{mA}/\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$V_i$  - заданное значение виброскорости,  $\text{мм}/\text{с}$ ;

$V_{\max}$  - верхний предел диапазона измерения виброскорости,  $\text{мм}/\text{с}$ ;

$V_{\min}$  - нижний предел диапазона измерения виброскорости,  $\text{мм}/\text{с}$ .

За оценку приведенной погрешности измерений СКЗ виброскорости  $\delta_{\text{пп}}^V$ , %, принимают максимальное по модулю значение  $\delta_{\text{пп} i}^V$

$$\delta_{\text{пп}}^V = |\delta_{\text{пп} i}^V|_{\max}$$

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если основная приведенная к диапазону измерений погрешность измерений СКЗ виброскорости датчиков ИВД-5С1 не превышает значений, указанных в таблице Б.2 Приложения Г.

#### 9.7 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования для датчиков ИВД-5А, ИВД-5У, ИВД-5СХ.

Закрепить датчик при помощи специального переходника на виброустановке таким образом, чтобы измерительная ось датчика, для которой определяется коэффициент поперечного преобразования, была перпендикулярна оси движения вибростола.

Измерения проводят на базовой частоте и при значениях параметров вибрации (ускорение, скорость, виброперемещение) в диапазоне 10-15 % от максимального значения.

Последовательно поворачивая датчик вокруг измерительной оси датчика, для которой определяется коэффициент поперечного преобразования, на углы  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $270^\circ$ , считывают в каждом положении значения выходного сигнала  $P_i$ .

Для аналоговых датчиков их выход соединяют со входом мультиметра, значения выходного сигнала датчиков снимают по мультиметру, для цифровых датчиков показания снимают с помощью программы ConfigIVD.

Для датчиков с аналоговым выходом (ИВД-5С0, ИВД-5У, ИВД-5А) значение относительного коэффициента поперечного преобразования определяют по формуле (12)

$$\Delta_{\text{пп}} = \frac{P_{\max}}{S \cdot K_D} \cdot 100, \%, \quad (12)$$

где  $P_{\max}$  - максимальное из  $P_i$  значение тока (напряжения) на выходе датчика, мА (мВ);

$K_D$  - действительное значение коэффициента преобразования датчика,  $\text{mA}/\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$  ( $\text{mA}/\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ ,  $\text{мВ}/\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ );

$S$  - значение параметра вибрации, воспроизводимое на виброустановке,  $\text{м}/\text{с}^2$  ( $\text{мм}/\text{с}$ ).

Для датчиков с аналоговым выходом (ИВД-5С1, ИВД-5С2, ИВД-5С3) значение относительного коэффициента поперечного преобразования определяют по формуле (13)

$$\Delta_{\text{ПП}} = \frac{I_{max} - I_i}{V \cdot K_D} \cdot 100, \%, \quad (13)$$

где  $I_{max}$  – максимальное из  $I_i$  значение тока на выходе датчика, мА;

$K_D$  – действительное значение коэффициента преобразования датчика, мА/мм·с<sup>-1</sup>;

$V$  – значение параметра виброскорости, воспроизводимое навиброустановке, мм/с.

Для датчиков с цифровым выходом (ИВД-5Ц) значение относительного коэффициента поперечного преобразования определяют по формуле (14)

$$\Delta_{\text{ПП}} = \frac{S_{max}}{S} \cdot 100, \%, \quad (14)$$

где  $S_{max}$  – максимальное значение параметра вибрации на выходе датчика, м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм);

$S$  – значение параметра вибрации, воспроизводимое навиброустановке, м/с<sup>2</sup> (мм/с, мкм).

Датчик соответствует метрологическим требованиям, если относительный коэффициент поперечного преобразования для датчиков ИВД-5А, ИВД-5У, ИВД-5СХ не превышает значений, указанных в таблицах Б.2-Б.4 Приложения Г.

## 10 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме, и содержащее результаты по разделам 6 - 9 настоящей методики поверки.

Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным действующим законодательством.

При положительных результатах, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

Инженер по метрологии  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»  
Инженер по метрологии  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

П.А. Гриценко  
О.В. Санаева

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(справочное)**  
**Схемы подключения датчиков ИВД-5**

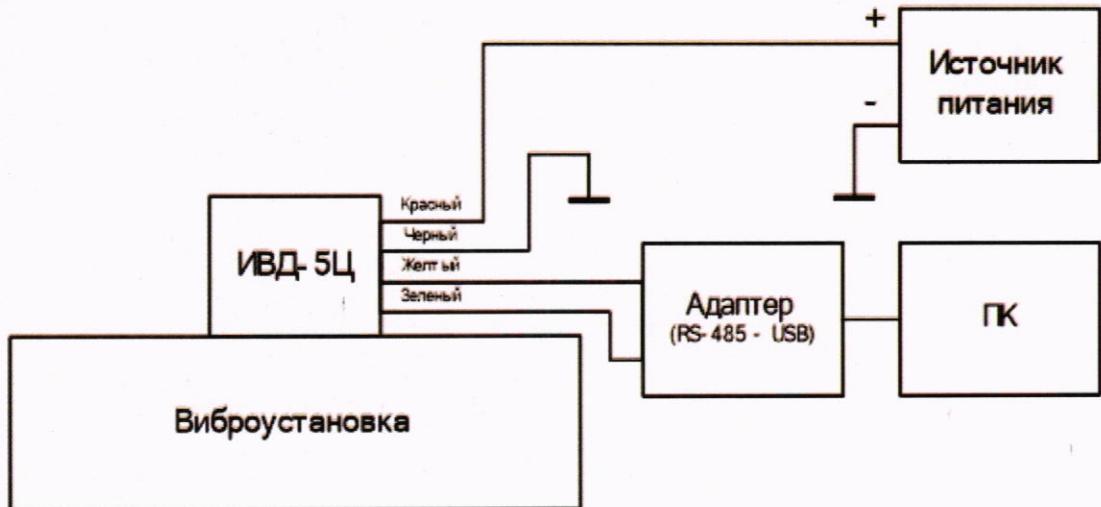


Рисунок 1 – Схема подключения датчиков ИВД-5Ц

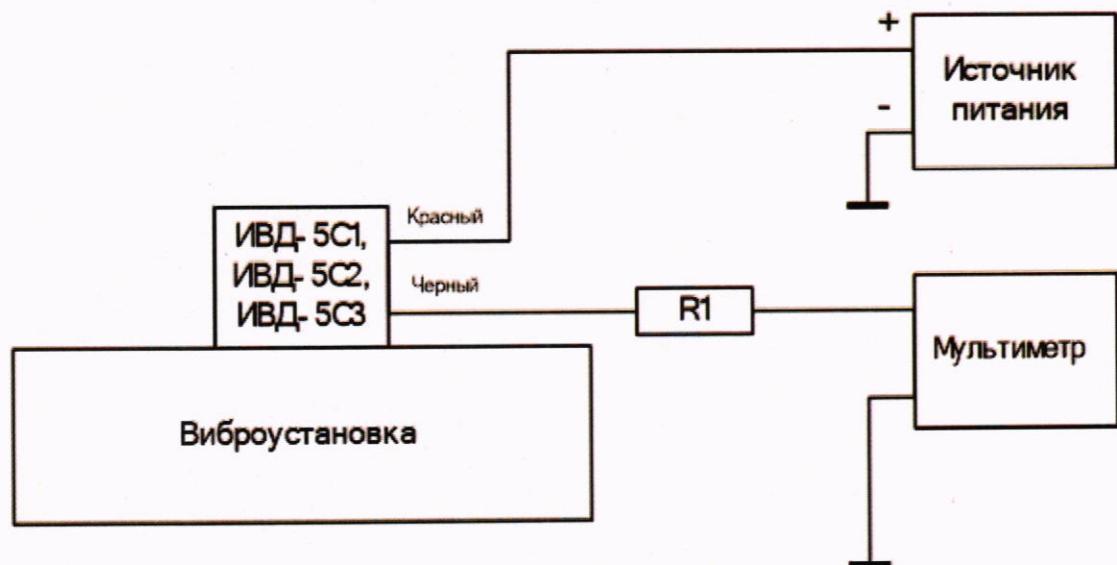


Рисунок 2 – Схема подключения датчиков ИВД-5С1, ИВД-5С2, ИВД-5С3

\* Нагрузочное сопротивление  $R1$  должно выбираться из диапазона от 50 до 250 Ом; мультиметр в режиме измерения постоянного тока.

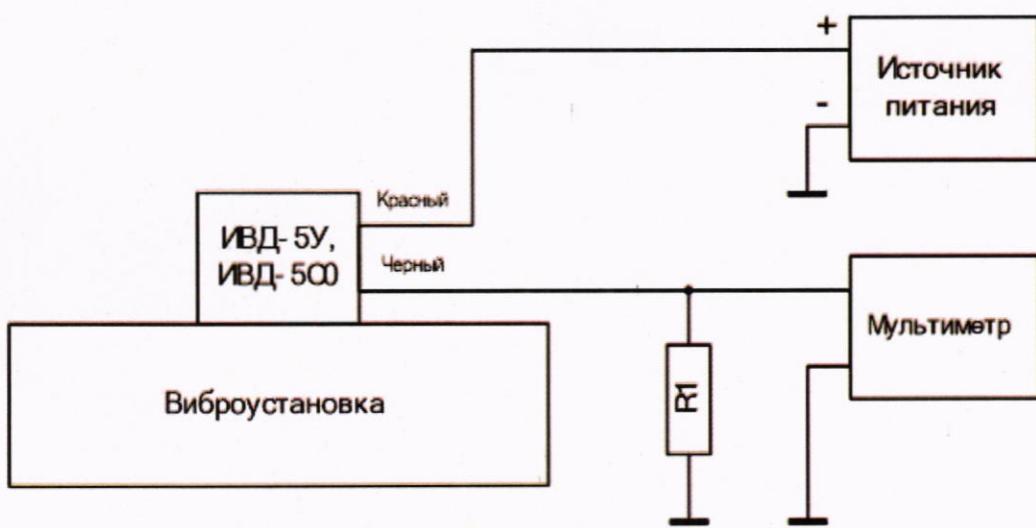


Рисунок 3 – Схема подключения датчиков ИВД-5У, ИВД-5С0

\* Нагрузочное сопротивление  $R_1$  должно выбираться из диапазона от 50 до 250 Ом; мультиметр в режиме измерения переменного напряжения.



Рисунок 4 – Схема подключения датчиков ИВД-5А

\* Мультиметр в режиме измерения переменного напряжения, питание датчика производится источником постоянного тока, задаваемый ток 4,0 мА.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(обязательное)**  
**Метрологические характеристики датчиков вибрации ИВД-5**

Таблица Б.1 – Метрологические характеристики датчиков ИВД-5Ц

| Наименование характеристики  | Значение   |
|--|--|
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости, мм/с   | от 0 до 10<br>от 0 до 20<br>от 0 до 30<br>от 0 до 40<br>от 0 до 50   |
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости с нормированными метрологическими характеристиками, мм/с  | от 0,1 до 10<br>от 0,1 до 20<br>от 0,1 до 30<br>от 0,1 до 40<br>от 0,1 до 50<br>от 0,5 до 10<br>от 0,5 до 20<br>от 0,5 до 30<br>от 0,5 до 40<br>от 0,5 до 50 |
| Диапазон измерений СКЗ виброускорения, м/с <sup>2</sup>  | от 0 до 30<br>от 0 до 100  |
| Диапазон измерений СКЗ виброускорения с нормированными метрологическими характеристиками, м/с <sup>2</sup>   | от 0,1 до 30<br>от 0,1 до 100  |
| Диапазон измерений размаха виброперемещения, мкм   | от 0 до 1000   |
| Диапазон измерений размаха виброперемещения с нормированными метрологическими характеристиками, мкм  | от 5 до 1000   |
| Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости и СКЗ виброускорения, Гц   | от 2 до 200<br>от 2 до 500<br>от 2 до 1000<br>от 10 до 200<br>от 10 до 500<br>от 10 до 1000<br>от 10 до 5000<br>от 10 до 8000                                |
| Диапазон рабочих частот при измерении размаха виброперемещения, Гц   | от 10 до 500   |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений<br>СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения, %<br>- в диапазонах частот: от 10 до 200 Гц, от 10 до 500 Гц, от 10 до 1000 Гц, от 10 до 5000 Гц<br>- в диапазоне частот: от 2 до 200 Гц, от 2 до 500 Гц, от 2 до 1000 Гц, от 10 до 8000 Гц | ± 10<br>± 15   |

Продолжение таблицы Б.1

| Наименование характеристики  | Значение  |
|--|-----------|
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений размаха виброперемещения, %   | $\pm 10$  |
| Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости, СКЗ виброускорения, размаха виброперемещения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий, % / °C | $\pm 0,1$ |
| Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более  | $\pm 5$   |
| Примечание – диапазон измерений метрологических характеристик и частотный диапазон датчика указаны в прилагаемом паспорте. Эксплуатация датчика без действующего паспорта запрещена  |           |

Таблица Б.2 – Метрологические характеристики датчиков ИВД-5СХ

| Наименование характеристики   | Значение                                      |
|---|---|
| Базовая частота*, Гц  | 80, 160                                       |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %   | $\pm 10$                                      |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования виброскорости, вызванного изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий, % / °C  | $\pm 0,1$                                     |
| Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более   | $\pm 5$                                       |
| ИВД-5С0   |   |
| Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте, $mA/mm \cdot s^{-1}$ в диапазоне измерений от 0,1 до 30,0 $mm/s$<br>в диапазоне измерений от 0,1 до 100,0 $mm/s$   | 0,1; 0,05<br>0,05                             |
| Диапазон измерений виброскорости, $mm/s$  | от 0 до 30<br>от 0 до 100                     |
| Диапазон измерений виброскорости с нормированными характеристиками, $mm/s$  | от 0,1 до 30<br>от 0,1 до 100                 |
| Диапазон рабочих частот при измерении виброскорости, Гц*  | от 2 до 1000<br>от 5 до 1000<br>от 10 до 1000 |
| Неравномерность амплитудно-частотной характеристики:<br>в диапазоне от $2 \cdot F_n$ (нижнего предела диапазона рабочих частот) до $0,8 \cdot F_b$ (верхнего предела диапазона рабочих частот), %<br>в диапазоне от $F_n$ до $2 \cdot F_n$ (нижнего предела диапазона рабочих частот), от $0,8 \cdot F_b$ до $F_b$ (верхнего предела диапазона рабочих частот), % | $\pm 10$<br>$\pm 20$                          |
| Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте, %:<br>- в диапазоне измерений от 0,1 до 0,2, включ. $mm/s$<br>- в диапазоне измерений от 0,2 до 30 $mm/s$   | $\pm 20$<br>$\pm 10$                          |

## Продолжение таблицы Б.2

| Наименование характеристики  | Значение   |
|--|--|
| <b>ИВД-5С1</b>   |  |
| Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте, $\text{мА}/\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$ в диапазоне измерений от 0,1 до 25,0 $\text{мм}/\text{с}$   | 0,64   |
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости, $\text{мм}/\text{с}$   | от 0 до 25   |
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости с нормированными характеристиками, $\text{мм}/\text{с}$   | от 0,1 до 25,0   |
| Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости, Гц*   | от 10 до 1000  |
| Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений СКЗ виброскорости, %  | $\pm 10$   |
| Пределы допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности измерения СКЗ виброскорости, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий, % / $^{\circ}\text{C}$ | $\pm 0,1$  |
| <b>ИВД-5С2</b>   |  |
| Номинальный** коэффициент преобразования на базовой частоте, $\text{мА}/\text{мм}\cdot\text{с}^{-1}$   |  |
| в диапазоне измерений, $\text{мм}/\text{с}$ :  |  |
| - от 0,1 до 10,0, от 0,5 до 10,0   | 1,6  |
| - от 0,1 до 20,0, от 0,5 до 20,0   | 0,8  |
| - от 0,1 до 30,0, от 0,5 до 30,0   | 0,533  |
| - от 0,1 до 40,0, от 0,5 до 40,0   | 0,4  |
| - от 0,1 до 50,0, от 0,5 до 50,0   | 0,32   |
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости, $\text{мм}/\text{с}$   | от 0 до 10<br>от 0 до 20<br>от 0 до 30<br>от 0 до 40<br>от 0 до 50   |
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости с нормированными характеристиками, $\text{мм}/\text{с}$   | от 0,1 до 10,0<br>от 0,1 до 20,0<br>от 0,1 до 30,0<br>от 0,1 до 40,0<br>от 0,1 до 50,0<br>от 0,5 до 10,0<br>от 0,5 до 20,0<br>от 0,5 до 30,0<br>от 0,5 до 40,0<br>от 0,5 до 50,0 |

## Продолжение таблицы Б.2

| Наименование характеристики  | Значение  |
|--|---|
| Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости, Гц  | от 2 до 200<br>от 2 до 500<br>от 2 до 1000<br>от 5 до 200<br>от 5 до 500<br>от 5 до 1000<br>от 10 до 200<br>от 10 до 500<br>от 10 до 1000<br>от 10 до 5000<br>от 10 до 8000 |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, %<br>в диапазонах частот: от 5 до 200, от 5 до 500, от 5 до 1000, от 10 до 200, от 10 до 500, от 10 до 1000, от 10 до 5000 Гц<br>в диапазонах частот: от 2 до 200, от 2 до 500, от 2 до 1000, от 10 до 8000 Гц | $\pm 10$<br>$\pm 15$  |
| Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения СКЗ виброскорости, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий, % / °C   | $\pm 0,1$   |
| <b>ИВД-5С3</b>   |   |
| Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте, $\text{mA}/\text{мм}\cdot\text{s}^{-1}$   |   |
| в диапазоне измерений, $\text{мм}/\text{s}$ :  |   |
| - от 0,1 до 10,0, от 0,5 до 10,0   | 1,6   |
| - от 0,1 до 20,0, от 0,5 до 20,0   | 0,8   |
| - от 0,1 до 30,0, от 0,5 до 30,0   | 0,533   |
| - от 0,1 до 40,0, от 0,5 до 40,0   | 0,4   |
| - от 0,1 до 50,0, от 0,5 до 50,0   | 0,32  |
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости, $\text{мм}/\text{s}$   | от 0 до 10<br>от 0 до 20<br>от 0 до 30<br>от 0 до 40<br>от 0 до 50  |

## Продолжение таблицы Б.2

| Наименование характеристики   | Значение   |
|---|--|
| Диапазон измерений СКЗ виброскорости с нормированными характеристиками, мм/с  | от 0,1 до 10,0<br>от 0,1 до 20,0<br>от 0,1 до 30,0<br>от 0,1 до 40,0<br>от 0,1 до 50,0<br>от 0,5 до 10,0<br>от 0,5 до 20,0<br>от 0,5 до 30,0<br>от 0,5 до 40,0<br>от 0,5 до 50,0 |
| Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости, Гц   | от 2 до 200<br>от 2 до 500<br>от 2 до 1000<br>от 5 до 200<br>от 5 до 500<br>от 5 до 1000<br>от 10 до 200<br>от 10 до 500<br>от 10 до 1000<br>от 10 до 5000<br>от 10 до 8000      |
| Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %<br>в диапазонах частот: от 5 до 200, от 5 до 500, от 5 до 1000, от 10 до 200, от 10 до 500, от 10 до 1000, от 10 до 5000 Гц<br>в диапазонах частот: от 2 до 200, от 2 до 500, от 2 до 1000, от 10 до 8000 Гц | ± 10<br>± 15   |
| Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте, %   | ± 10   |
| * Базовая частота для конкретного экземпляра датчика указывается в паспорте на датчик   |  |
| Примечание – диапазон измерений метрологических характеристик и частотный диапазон датчика указаны в прилагаемом паспорте. Эксплуатация датчика без действующего паспорта запрещена   |  |

Таблица Б.3 – Метрологические характеристики датчиков ИВД-5У

| Наименование характеристики   | Значение |
|---|----------|
| Базовая частота*, Гц  | 80, 160  |
| Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте, $\text{mA}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ |          |
| в диапазоне измерений, $\text{м}/\text{с}^2$ :  |          |
| - от 0,1 до 50  | 0,13     |
| - от 0,1 до 100   | 0,065    |
| - от 0,1 до 150   | 0,044    |

## Продолжение таблицы Б.3

| Наименование характеристики   | Значение  |
|---|---|
| Диапазон измерений мгновенного значения виброускорения, $\text{м}/\text{с}^2$   | от 0 до 50<br>от 0 до 100<br>от 0 до 150  |
| Диапазон измерений мгновенного значения виброускорения с нормированными характеристиками, $\text{м}/\text{с}^2$   | от 0,1 до 50<br>от 0,1 до 100<br>от 0,1 до 150  |
| Диапазон рабочих частот при измерении мгновенного значения виброускорения, Гц   | от 0,5 до 200<br>от 0,5 до 500<br>от 0,5 до 1000<br>от 0,5 до 8000<br>от 0,5 до 10000<br>от 2 до 200<br>от 2 до 500<br>от 2 до 1000<br>от 2 до 8000<br>от 2 до 10000<br>от 10 до 1000<br>от 10 до 5000<br>от 10 до 8000<br>от 10 до 10000 |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %   | $\pm 10$  |
| Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %:<br>в диапазонах частот:<br>- от 2 до 200 Гц, от 2 до 500 Гц, от 2 до 1000 Гц, от 2 до 5000 Гц, от 10 до 1000 Гц, от 10 до 5000 Гц<br>- от 0,5 до 200 Гц, от 0,5 до 500 Гц, от 0,5 до 1000 Гц, от 0,5 до 8000 Гц, от 2 до 8000 Гц, от 10 до 8000 Гц<br>- от 0,5 до 10000 Гц, от 10 до 10000 Гц | $\pm 10$<br>$\pm 15$<br>$\pm 20$  |
| Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте, %:<br>- в диапазоне измерений от 0,1 до 0,2, включ. $\text{м}/\text{с}^2$<br>- в диапазоне измерений от 0,2 до 150 $\text{м}/\text{с}^2$  | $\pm 20$<br>$\pm 10$  |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования виброускорения, вызванного изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий, % / °C   | $\pm 0,1$   |
| Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более   | $\pm 5$   |
| * Базовая частота для конкретного экземпляра датчика указывается в паспорте на датчик   |   |
| Примечание – диапазон измерений метрологических характеристик и частотный диапазон датчика указаны в прилагаемом паспорте. Эксплуатация датчика без действующего паспорта запрещена   |   |

Таблица Б.4 – Метрологические характеристики датчиков ИВД-5А

| Наименование характеристики  | Значение        |
|--|-----------------|
| Базовая частота*, Гц   | 80, 160         |
| Номинальный коэффициент преобразования виброускорения на базовой частоте, мВ/(м·с <sup>-2</sup> ) (мВ/g)   | 10,2 (100)      |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %  | ±10             |
| Диапазон измерений мгновенного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup>   | от 0 до 490     |
| Диапазон измерений мгновенного значения виброускорения с нормированными характеристиками, м/с <sup>2</sup>   | от 0,1 до 150   |
| Диапазон рабочих частот при измерении мгновенного значения виброускорения, Гц  | от 0,5 до 10000 |
| Диапазон рабочих частот при измерении мгновенного значения виброускорения с нормированными характеристиками, Гц  | от 2 до 10000   |
| Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %:<br>- в диапазонах частот: от 2 до 8000 Гц включ.<br>- в диапазонах частот: св. 8000 до 10000 Гц                                    | ± 15<br>± 20    |
| Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте, %:<br>- в диапазоне измерений от 0,1 до 0,2 м/с <sup>2</sup> включ.<br>- в диапазоне измерений св. 0,2 до 150 м/с <sup>2</sup> | ± 20<br>± 10    |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %  | ± 10            |
| Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования виброускорения, вызванного изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий, % / °C                            | ± 0,1           |
| Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более  | ± 5             |
| * Базовая частота для конкретного экземпляра датчика указывается в паспорте на датчик  |                 |
| Примечание – диапазон измерений метрологических характеристик и частотный диапазон датчика указаны в прилагаемом паспорте. Эксплуатация датчика без действующего паспорта запрещена        |                 |