ООО НТФ «МИКРОНИКС»

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ТРЁХОСЕВОЙ ДАТЧИК ВИБРАЦИИ С КОНТРОЛЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ВД15

Руководство по эксплуатации

ГСПК.402321.041 РЭ

Редакция 3.07

г. Омск

Содержание

1. Назначение устройства 3
2. Технические параметры 5
3. Устройство датчика 8
4. Монтаж акселерометра на объект 12
5. Особенности заказа и эксплуатации 13
6. Техническое обслуживание 15
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Типовые схемы подключения 16
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Амплитудно-частотная характеристика датчика . . 18
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Цоколёвка датчика и кабеля 19
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Варианты подключения 22

1. Назначение устройства

Датчик вибрации универсальный трёхосевой с контролем температуры (далее — «датчик вибрации» или «датчик») ВД15 измеряет среднеквадратические значения (СКЗ) виброускорения, виброскорости, виброперемещения и пик-фактор сигнала виброускорения. Также датчик позволяет записывать в свой внутренний буфер «сырой» сигнал виброускорения (raw data) с последующим его выводом по команде пользователя для дальнейшего анализа. Кроме того, датчик измеряет ускорение свободного падения и температуру в своём корпусе, что позволяет оценивать температуру поверхности контролируемого объекта. Датчик также позволяет пользователю самостоятельно выбирать диапазон измерений, ось измерений, время усреднения при измерении и некоторые другие параметры.

Датчик является цифровым устройством, чувствительным к колебаниям своего основания в трёх взаимно ортогональных направлениях (т. е. трёхосевой датчик). Изделие выпускается в двух вариантах подключения — со встроенным в корпус кабелем и с разъёмным подключением кабеля (см. рисунок 1).

Изделие производится с несколькими вариантами интерфейсов: RS-485, токовая петля 4-20 мА, дискретный выход. Вариант исполнения датчика и длина кабеля при неразъёмном подключении указываются при заказе изделия.

Во всех вариантах исполнения электроника датчика электрически изолирована от его корпуса, экран кабеля также не соединяется с корпусом датчика (это не относится к металлорукаву).

Область применения датчика — работа в качестве измерительного элемента виброизмерительных и виброзащитных систем, в том числе – в качестве вибровыключателя.

Датчик относится к невосстанавливаемым изделиям.

1.1. Варианты исполнения и подключения

Наименование изделия при заказе и в технической документации

Микроникс **ВД15х-А-Б-В-М-Г**

х — обозначение специальной версии ПО **(для базовой версии отсутствует):**

а — узкополосный вариант (0,1 Гц ≤ f раб ≤ 32 Гц);

б — вариант с измерением мгновенных значений всех параметров.

А — вариант исполнения и подключения (1, 7, 9 - разъёмное подключения изделия, 2, 8, 10 - неразъёмное (с заделанным в корпус кабелем)):

- ВД15-1 - датчик с выходом RS-485, разъём РС7ТВ;
- ВД15-1-5 - датчик с напряжением питания 5 В, с выходом RS-485, разъём РС4ТВ;
- ВД15-2 - датчик с выходом RS-485, неразъёмный;
- ВД15-7 - датчик с выходами RS-485, дискретным DO и ТП* 4-20 мА, разъём РС7ТВ;
- ВД15-8 - датчик с выходами RS-485, дискретным DO и ТП 4-20 мА, неразъёмный;
- ВД15-9 - датчик с выходом 4-20 мА, разъём РС4ТВ;
- ВД15-10 - датчик с выходом 4-20 мА, неразъёмный.

* DO — Discrete Output (Дискретный выход), ТП — интерфейс Токовая петля.

Б — напряжение питания постоянного тока (Uп, Вольт):

24 В — для всех вариантов, кроме ВД15-1-5; в маркировке не отображается, но указывается при заказе и других документах, буква "В" при этом опускается;

5 В — только для варианта ВД15-1-5 (указывается в виде суффикса -5, буква "В" при этом опускается).

В — длина кабеля из ряда 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25 метров: указывается только для модификаций с неразъёмным подключением (для разъёмного варианта отдельно заказывается кабельная сборка КС03 требуемой длины).

М — Указывается только для модификаций с неразъёмным подключением и защитой кабеля металлорукавом (диаметр 6 мм). Длина металлорукава меньше длины кабеля на 75 мм. Металлорукав электрически соединён с корпусом датчика.

Г — (применимо только к вариантам ВД15-9/10): указывается ось измерения (см. также п.1.2):

x — ось X, y – ось Y, z — ось Z;

м — модуль вектора вибропараметра, вычисляемый как корень квадратный из суммы квадратов осевых вибропараметров;

!! к интерфейсу ТП может быть подключено скз или мгновенное значение ускорения, скорости или перемещения по выбору пользователя;

!!! измерение модуля вектора вибросигнала освобождает от необходимости точного позиционирования корпуса датчика относительно оси вращения контролируемого механизма;

в — автовыбор оси с максимальным уровнем вибрации в момент измерения.

На корпусе датчика маркируется только первая часть наименования: "ВД15-"А"-"Б (при наличии)", остальные части наименования указываются только в сопроводительной документации.

Внимание!

В случае использования выхода DO для управления обмоткой реле рекомендуется последнюю шунтировать диодом в обратном включении для защиты выходного транзистора датчика от пробоя индуктивным выбросом.

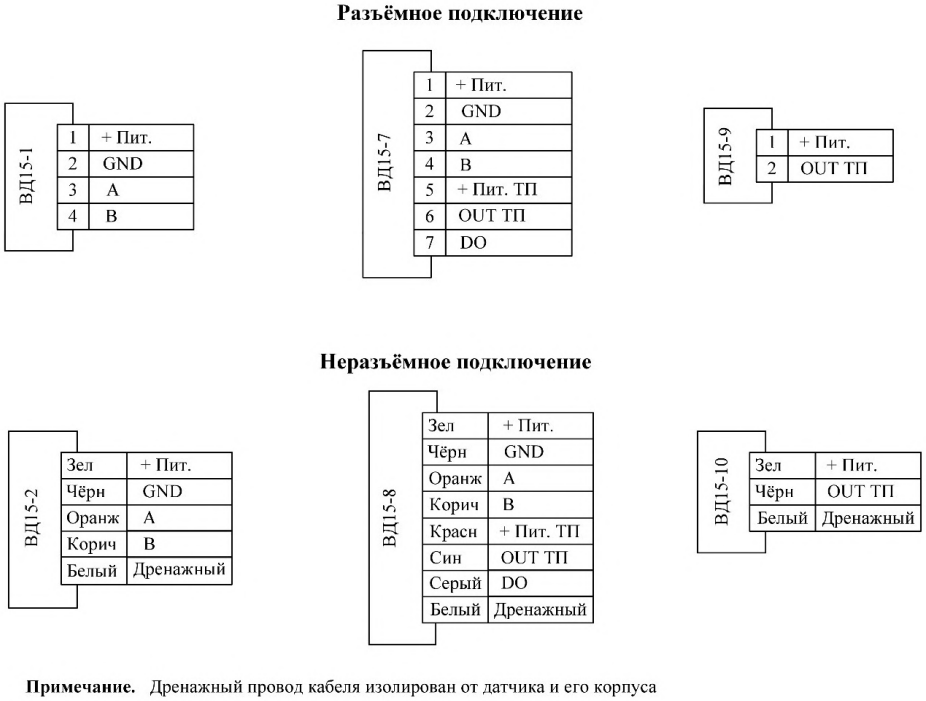


Рисунок 1. Варианты исполнения и подключения датчика ВД15

! Внимание: Схемы подключения **с**нятых с производства вариантов приведены в **Приложении 4.**

Здесь приняты обозначения:

+Пит, GND — питание и общий вывод датчика;

A, B — выходы интерфейса RS-485: Data+, Data- ;

Пит. ТП — питание токовой петли 4-20 мА;

OUT ТП — выход токовой петли 4-20 мА;

DO — выход (открытый коллектор) транзисторного ключа, значение «0» которого (т. е. открытое состояние) сигнализирует о превышении аварийного порога среднеквадратическим значением назначенного пользователем на вывод через ТП вибропараметра по выбранной оси измерения.

1.2. У вариантов исполнения **ВД15-9/10,** в связи с отсутствием интерфейса RS-485, заводские настройки не могут быть изменены пользователем. Поэтому при заполнении опросного листа для заказа датчика необходимо указывать максимальное значение измеряемой величины: т. е. значение вибропараметра, соответствующее току 20 мА токовой петли. Также указывается вариант исполнения: одноосевой (величина тока в ТП пропорциональна величине вибропараметра по одной указанной оси: X, Y, Z), трёхосевой (значение тока пропорционально модулю вектора вибропараметра, т.е вариант «м») или автовыбор оси (т. е. вариант «в»).

2. Технические параметры

Примечание

В результате непрерывной работы по усовершенствованию выпускаемой продукции перечень параметров и функционал датчика шире приведённых в «Описании типа измерений» ГРСИ «Аршин».

2.1. Основные технические параметры базового исполнения

Таблица 1. Параметры ВД15

№	Параметр	Единица измерения	Значение	
			не менее	не более
1	Диапазоны измерений СКЗ виброускорения на базовой частоте 159,2 Гц: - режим «2g» - режим «4g» - режим «8g» - режим «16g»	м/с^2	 1 1 1 1	 7 21 49 104
2	Диапазоны измерений СКЗ виброскорости (измеряется на базовой частоте 80 Гц): - при подключении по интерфейсу RS-485	мм/с	 1	 200
	- при подключении по интерфейсу (4-20) мА для датчиков ВД15-7, ВД15-8		1 1 1 1	20 50 100 200
	- при подключении по интерфейсу (4-20) мА для датчиков ВД15-9, ВД15-10		3 3 3 5	20 50 100 200
3	Диапазон измерений СКЗ виброперемещения на базовой частоте 80 Гц	мкм	10	100
4	Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброускорения	Гц	5	1000
5	Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости[(1)]: - при подключении по интерфейсу RS-485 - при подключении по интерфейсу (4-20) мА	Гц	 5 10	 1000 1000
6	Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброперемещения[(2)]	Гц	2	200

Продолжение таблицы 1.

№	Параметр	Единица измерения	Значение	
			не менее	не более
7	Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 80 Гц, 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	мА/(мм/с)	0,8 0,32 0,16 0,08	
8	Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц при подключении по интерфейсу (4-20) мА	%	–	±5
9	Уровень собственных шумов при измерении СКЗ виброускорения по одной оси (интерфейс RS485)	м/с^2	–	0,08
10	Уровень собственных шумов при измерении виброускорения и виброскорости при подключении по интерфейсу (4-20) мА	мА	–	4,17
11	Пределы относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения на базовой частоте 159,16 Гц, в диапазоне измерений СКЗ виброускорения: - от 1 до 7 м/с² (по осям X, Y, Z)	%	–	±20
	- от 1 до 21 м/с², от 1 до 49 м/с², от 1 до 104 м/с²: (по осям X, Y)		–	±10
	- от 1 до 21 м/с², от 1до 49 м/с², от 1 до 104 м/с²: (по оси Z)		–	±5
12	Пределы относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости на базовой частоте 80 Гц, (по оси Z)	%	–	±10
13	Неравномерность амплитудной характеристики: - виброускорения (по любой оси X, Y, Z) - виброскорости (по оси Z)	%	– –	±5 ±10
14	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики: - виброускорения (по любой оси X, Y, Z) - виброскорости (по оси Z)	%	– –	±10 ±10
15	Напряжение питания постоянного тока: - для модификаций с интерфейсом RS-485 - для модификации ВД15-1-5 (кроме режима передачи «сырого» сигнала[3]) - для интерфейса ТП (4-20) мА (при наличии)	В	+15 +4,5 +18	+30 +5,5 +26
16	Максимальный потребляемый/ ток, (кроме ВД15-9 / 10, т. е. без ТП) при номинальном Uп = 24 Uп = 5 В	мА	-	40 60

Продолжение таблицы 1.

№	Параметр	Единица измерения	Значение	
			не менее	не более
17	Допустимое сопротивление нагрузки интерфейса «Токовая петля»[(4)]: - для датчиков ВД15-3, ВД15-4, ВД15-7, ВД15-8 - для датчиков ВД15-9, ВД15-10	Ом	 100 50	 500 700
18	Максимально допустимый постоянный ток по выходу DO при индуктивной/активной нагрузке	А	–	0,2/0,5
19	Максимально допустимое напряжение, прикладываемое к выходу DO	В	–	30
20	Габариты датчика (без кабеля) - высота - диаметр	мм	 – –	 40 29
21	Масса преобразователя (без кабеля)	кг	–	0,09
22	Монтаж датчика на поверхность с помощью шпильки		М8х1,25	
23	Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, в соответствии с ГОСТ 14254-2015: - для модификаций с разъемным подключением - для модификаций с неразъемным подключением		 IP67 IP68	 – –
24	Условия эксплуатации: температура окружающей среды относительная влажность воздуха при +35 ºС	 ºС %	 минус 50 –	 60 98
25	Средний срок службы, не менее	лет	–	10

Примечания:

1. Максимальное значение виброскорости, измеряемой на частоте 1 кГц, ≤ 16 мм/с.
2. Максимальное значение виброперемещения, измеряемого на частоте 200 Гц, ≤ 16,5 мкм.
3. Для режима передачи «сырого» сигнала минимальное Uп ≥ 5 В.
4. Максимальное сопротивление нагрузки определяется выражением:

$$R_H = (Uп - 12\ В) / 20\ мА.$$

При этом минимально допустимое сопротивление нагрузки ≥ 50 Ом.

Таблица 2. Дополнительное оборудование (поставляется по отдельному заказу)

№	Параметр	Единица измерения	Значение	
			не менее	не более
Дополнительное оборудование (по отдельному заказу)				
1	Шпильки переходные	М8х1,25/М10х1,0; М8х1,25/М6х1,0; М8х1,25/М5х0,8		
2	Кабельная сборка КС03, длина	м	1	25
3	Крепление магнитное КМ-3 или КМ-5	Усилие отрыва 25 кг		

2.2. Стойкость к механическим воздействующим факторам

Датчики всех вариантов исполнения соответствуют требованиям п.2.1. после воздействия следующих факторов:

- механического удара одиночного действия с пиковым ударным ускорением 3930 м/с^2 (400g);
- многократных присоединений / отсоединений к шпильке М8 при крутящем моменте не более 12 Н·м;
- многократных присоединений / отсоединений разъёма интерфейсного кабеля (для разъёмного исполнения).

2.3. Степень защиты от внешних воздействий

2.3.1. Степень защиты изделия от внешних воздействий — IP68 для неразъёмного исполнения и IP67 – для разъёмного (электроразъём имеет степень защиты IP67).

2.4. Надежность

2.4.1. Минимальная наработка до отказа датчиков в режимах и условиях, установленных ГОСТ 15150-69 и ГСПК.402321.041 ТУ — 16 000 ч.

2.4.2. Средний срок службы датчиков — не менее 10 лет.

2.4.3. Минимальный срок сохраняемости датчиков при хранении в отапливаемом хранилище или хранилище с кондиционированием воздуха, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру или находящихся в защищенном комплекте ЗИП — 10 лет.

3. Устройство датчика

3.1. Общее описание.

Датчик выполнен на основе МЭМС микросхемы трёхосевого акселерометра и микропроцессора, реализующего алгоритмы цифровой обработки измеряемого вибросигнала.

Кроме собственно акселерометра, чувствительного к вибрации, в изделии имеется встроенный датчик температуры, позволяющий оценивать степень нагрева корпуса датчика и доступный по интерфейсу RS-485.

Значения температуры представлены с разрешением 1°С/бит в диапазоне -60….+85°С. Данные обновляются с частотой 12,5 Гц. В установившемся тепловом режиме показания температуры в среднем на 5°С превышают внешнюю температуру корпуса датчика (за счёт самопрогрева внутренних элементов). Значение превышения зависит от температуры внешней среды. Тепловая инерция (справочно): при подключении датчика с температурой +20°С к массивному нагретому телу с температурой +50°С время до установления показаний сенсора температуры составляет около 12 минут.

Для основных измеряемых датчиком вибропараметров: виброускорения, виброскорости, виброперемещения и пик-фактор вычисляются их среднеквадратические значения. Интервал времени, на котором измеряются и вычисляются среднеквадратические значения всех параметров, минимально равен $T_{и\ мин}$ = 0,16 с. Если параметры вибрации изменяются медленно или требуется уменьшить разброс результатов измерений, пользователь может увеличить интервал измерения $T_и$. Для этого следует увеличить значение N ($T_и = N \times T_{и\ мин}$, где N = 1÷5) до требуемого. Заводское значение параметра N=4. То есть в этом случае $T_и$ = 0,64 с. Изменить параметры можно с помощью программы «ВД-Сервис», скачав её с сайта НТФ «Микроникс».

При вычислении вибропараметров не учитывается (подавляется) постоянная составляющая 0 Гц обусловленная влиянием гравитационного поля Земли.

Дополнительные вибропараметры x, y, z, формируемые датчиком, пропорциональны средним ($T_{уср}$=2,5 мс) значениям ускорения по каждой из осей датчика и измеряются в единицах mg. Они полезны при оценке ориентации датчика в гравитационном поле Земли к которому он чувствителен. Поэтому датчик может использоваться и для измерения ускорения свободного падения.

После измерения сигналов виброускорения по трем осям, вычисляется модуль сигнала виброускорения. Затем производится интегрирование сигналов (т. е. вычисление виброскорости и виброперемещения). Полученные сигналы виброскорости или виброперемещения

(среднеквадратическое значение) могут быть поданы на преобразователь в токовый сигнал 4 – 20мА с выбором нужной оси или модуля.

Датчик ВД15, кроме измерения вышеуказанных вибропараметров, доступных пользователю по протоколам Modbus RTU, может по команде пользователя записывать непосредственно с МЭМС сенсора в свою память необработанный («сырой») сигнал, по любой оси или по всем трём осям одновременно. Затем, также по команде пользователя, запомненный вибросигнал выдаётся (только через последовательный протокол интерфейса UART CLI) на внешний компьютер для дальнейшей обработки и анализа. При этом хост-компьютер воспринимает датчик ВД15 (при использовании протокола UART CLI) как дополнительный COM-порт, обычно с наименованием «USB-SERIAL CH340».

3.2. Описание команд.

Формат CLI (Command Line Interface) команд, используемых при общении с датчиком, имеет вид:

:<uuid> <addr> <cmd> <params>\r\n

Терминальным символом для каждой команды выступает "\r" (CR, 0x0D), "\n" (LF, 0x0A), или "\r\n" (CRLF, 0x0D0A). Поля команды:

<uuid> (необязательно) - записанный UUID того устройства, С КОТОРЫМ датчик обменивается информацией (см. также п.3.2.1);

<addr> (обязательно) - адрес, соответствующий записанному адресу modbus устройства;

<cmd> (обязательно) - сама команда;

<params> (необязательно) - параметры, необходимые для уточнения отработки некоторых команд.

При этом поле <addr> == mb_cfg_t::device_address.

Описание доступных команд см. в Таблице 3.

После поступления по каналу RS-485 команды «Старт записи по оси *» (например, :RECORDING_START Z 1), датчик запоминает в своём буфере отсчёты виброускорения с частотой дискретизации 6400 Гц по выбранной оси измерения в течение 1 секунды. Длительность записи ограничена объёмом внутренней памяти датчика.

После заполнения буфера датчик сообщает пользователю об этом и ожидает команду на выдачу содержимого буфера. Затем, после поступления команды :RECORDING_SEND, выдаёт с заданной скоростью обмена через Modbus содержимое буфера и завершает передачу сообщением об окончании процесса. Регистры Modbus во время записи и передачи данных недоступны.

Данный режим работы датчика полезен при проведении детальных исследований вибросигнала, например, для визуализации его формы или построении частотного спектра.

Перечень доступных команд датчик сообщает через RS-485 сразу после подачи питания, а также по запросу с помощью команды :CONFIG_GET.

Таблица 3. Описание доступных UART-команд

№	Команда	Параметры	Описание
1	:RECORDING_START	<axis> <time> <axis> - оси X, Y, Z или A-для всех осей <time> - время записи пакета данных в диапазоне от 1 до 20 секунд с дискретностью 1 секунда	Запись в буфер отсчётов сырого сигнала в соответствии с введенными параметрами
2	:RECORDING_SEND	отсутствуют	Запрос на выдачу из буфера запомненных данных
3	:G_CHANGE	<range> <range> -2, 4, 8, 16, 32, 64	Выбор динамического диапазона акселерометра
4	:BAUDRATE_CHANGE	<baudrate> <baudrate> - скорость в диапазоне	Выбор скорости обмена данными через COM-порт

		от 100 до 2 000 000 бит/с	
5	:CONFIG_GET	отсутствуют	Запрос справки о программе
6	:CONFIG_DEFAULT	отсутствуют	Сброс настроек устройства до заводских
7	:DEVICE_RESET	отсутствуют	Сброс контроллера устройства
8	:AUTH_SET	<uuid> <uuid> - уникальный идентификатор соответствующего стандарта	Прошивка в ПЗУ индивидуального (уникального) UUID для ограничения доступа к функциями устройства
9	:AUTH_GET	отсутствуют	Чтение записанного в ПЗУ индивидуального (уникального) UUID
10	:AUTH_DELETE	отсутствуют	Удаление из ПЗУ индивидуального (уникального) UUID
11	:AUTH_MASTER_SET	<uuid> <uuid> - уникальный идентификатор соответствующего стандарта	Прошивка в ПЗУ группового (универсального) UUID для ограничения доступа к функциями устройства
12	:AUTH_MASTER_GET	отсутствуют	Чтение записанного в ПЗУ группового (универсального) UUID. Требуются права уровня Master.
13	:AUTH_MASTER_DELETE	отсутствуют	Удаление из ПЗУ группового (универсального) UUID. Требуются права уровня Master.
14	:STATUS	отсутствуют	Версия ПО, состояние датчика, наличие PSRAM и параметры связи
15	:AVERAGE_CHANGE_SIZE	<N>; N: целое 1–5	Задание величины интервала усреднения для виброускорения. Интервалы остальных вибропараметров функционально связаны с заданным. Требуется перезапуск.
16	:VALUES_GET	отсутствуют	Запрос всех доступных вибропараметров, имеющихся в регистрах датчика в данное время
17	:STREAM_START	отсутствуют	Запуск передачи непрерывного двоичного потока сырых данных по осям XYZ (виброосциллограф)
18	:STREAM_STOP	отсутствуют	Остановка потока данных и возврат к измерениям вибропараметров
19	:CONFIG_DUMP_READ	отсутствуют	Чтение полной конфигурации датчика и данных для её переноса. При заданных UUID требуются права Master

20	:CONFIG_DUMP_WRITE	<hex>	Запись конфигурации из дампа в память настроек датчика с проверкой CRC и параметров. Для актуализации величины интервала усреднения требуется перезапуск датчика пользователем. При заданных UUID требуются права Master

Для всех вариантов исполнения датчика, кроме ВД15-9/10, для измерения вибрации хорошо сбалансированных механизмов целесообразно использовать узкий динамический диапазон виброускорения датчика (см. п.1 Табл.1), тем самым увеличив его чувствительность. Выбор динамического диапазона производится записью соответствующего кода в регистр 8 (см. таблицу 4). Аналогично могут быть изменены диапазон измерения вибропараметра для интерфейса «Токовая петля» и порог срабатывания дискретного выхода (вибровыключателя).

Через интерфейс RS-485 в процессе эксплуатации пользователю доступны все измеряемые параметры вибрации.

Для чтения регистров могут использоваться функции Modbus: 03 - Read Holding Registers, 04 - Read Input Registers. Для записи - 16 - Write Multiple Holding Registers.

Для облегчения процесса эксплуатации изделия разработана сервисная программа **«ВД15-Сервис»,** позволяющая через интерфейс RS-485 легко параметризировать датчик, а также визуализировать на экране компьютера результаты измерения и параметры связи. Порядок работы с программой описан в «Руководстве пользователя «ВД15-Сервис» ГСПК.ПО.6.ВД15.001 РП, см. также п.3.4. данного Руководства.

3.3. Описание регистров протокола Modbus RTU приведено в таблице 4.

Таблица 4. Описание Modbus регистров изделия

Адрес регистра	Описание регистра	Статус	Размер, байт
Конфигурационные регистры:			
0	Статус пароля (-1/ 0 в зависимости от того, верно введён пароль или нет). Для разрешения однократной записи в любой из регистров необходимо в регистр 0 записать код «2712»	R/W	2
1	Версия программы изделия (актуальная на момент выхода данной редакции РЭ, - 15)	R	2
2	Скорость обмена по RS-485. **!!!**Указывается без двух последних нулей. *Например, для 115200 указывается значение 1152 (*)*	R/W	2
3	Четность: 0 - без контроля четности, 1 - нечетность, 2 - четность	R/W	2
4	Количество стоповых бит: 1 или 2	R/W	2
5	Modbus адрес устройства	R/W	2
6	Задержка включения DO при превышении аварийного порога виброскорости; дискретность 1 мс	R/W	2
7	Аварийный порог виброскорости; дискретность 1 единица м/с2 / мм/с / мкм (в зависимости от параметра)	R/W	2
8	Динамический диапазон, ±g: 2, 4, 8, 16	R/W	2
9	Код параметра, значения которого передаются по интерфейсу ТП**:** 0 - виброускорение, 1 - виброскорость, 2 - виброперемещение.	R/W	2
10	Код оси, значения которого передаются по интерфейсу ТП в соответствии с регистром 9:	R/W	2

Адрес регистра	Описание регистра	Статус	Размер, байт
	0 - ось X, 1 - ось Y, 2 - ось Z, 3 - модуль вектора.		
11	Максимальное значение диапазона параметра, выбранного в регистрах 9 и 10 (интерфейс ТП), в единицах м/с2 / мм/с / мкм (в зависимости от параметра)	R/W	2
12	Задержка старта датчика после включения питания, мс	R/W	2
13	Служебный регистр (для внутреннего использования)	R	2
Регистры отладочных данных:			
14	Код последней ошибки аппаратуры датчика: 0 - корректная работа, 1 - отсутствует связь с акселерометром, 2 - акселерометр поврежден (см. п.5.4)	R	2
15	Счётчик числа ошибок работы аппаратуры датчика	R	2
Регистры данных **виброускорения** по осям:			
16	Старшие байты измеренного значения виброускорения по оси X (формат float big-endian, без byte swap), м/с^2	R	2
17	Младшие байты значения виброускорения по оси X	R	2
18	Старшие байты измеренного значения виброускорения по оси Y (формат float big-endian, без byte swap), м/с^2	R	2
19	Младшие байты значения виброускорения по оси Y	R	2
20	Старшие байты измеренного значения виброускорения по оси Z (формат float big-endian, без byte swap), м/с^2	R	2
21	Младшие байты значения виброускорения по оси Z	R	2
22	Старшие байты измеренного значения виброускорения по модулю вектора вибрации (формат float big-endian, без byte swap), м/с^2	R	2
23	Младшие байты значения виброускорения по модулю вектора вибрации	R	2
Регистры данных **виброскорости** по осям:			
24	Старшие байты измеренного значения виброскорости по оси X (формат float big-endian, без byte swap), мм/с	R	2
25	Младшие байты значения виброскорости по оси X	R	2
26	Старшие байты измеренного значения виброскорости по оси Y (формат float big-endian, без byte swap), мм/с	R	2
27	Младшие байты значения виброскорости по оси Y	R	2
28	Старшие байты измеренного значения виброскорости по оси Z (формат float big-endian, без byte swap), мм/с	R	2
29	Младшие байты значения виброскорости по оси Z	R	2
30	Старшие байты измеренного значения виброскорости по модулю вектора вибрации (формат float big-endian, без byte swap), мм/с	R	2
31	Младшие байты значения виброскорости по модулю вектора вибрации	R	2
Регистры данных **виброперемещения** по осям:			
32	Старшие байты измеренного значения виброперемещения по оси X (формат float big-endian, без byte swap), мкм	R	2
33	Младшие байты значения виброперемещения по оси X	R	2
34	Старшие байты измеренного значения виброперемещения по оси Y (формат float big-endian, без byte swap), мкм	R	2

Адрес регистра	Описание регистра	Статус	Размер, байт
35	Младшие байты значения виброперемещения по оси Y	R	2
36	Старшие байты измеренного значения виброперемещения по оси Z (формат float big-endian, без byte swap), мкм	R	2
37	Младшие байты значения виброперемещения по оси Z	R	2
38	Старшие байты измеренного значения виброперемещения по модулю вектора вибрации (формат float big-endian, без byte swap), мкм	R	2
39	Младшие байты значения виброперемещения по модулю вектора вибрации	R	2
Регистры данных **пик-фактора виброускорения** по осям:			
40	Старшие байты значения пик-фактора виброускорения по оси X (формат float big-endian, без byte swap)	R	2
41	Младшие байты значения пик-фактора виброускорения по оси X	R	2
42	Старшие байты значения пик-фактора виброускорения по оси Y (формат float big-endian, без byte swap)	R	2
43	Младшие байты значения пик-фактора виброускорения по оси Y	R	2
44	Старшие байты значения пик-фактора виброускорения по оси Z (формат float big-endian, без byte swap)	R	2
45	Младшие байты значения пик-фактора виброускорения по оси Z	R	2
Регистры вспомогательных данных			
46	Старшие байты измеренного значения температуры в корпусе датчика (формат float big-endian, без byte swap), °C	R	2
47	Младшие байты измеренного значения температуры в корпусе датчика	R	2
48	Старшие байты усреднённого за 0,64 с значения виброускорения в канале X (формат float big-endian, без byte swap), mg	R	2
49	Младшие байты среднего значения виброускорения в канале X	R	2
50	Старшие байты усреднённого за 0,64 с значения виброускорения в канале Y (формат float big-endian, без byte swap), mg	R	2
51	Младшие байты среднего значения виброускорения в канале Y	R	2
52	Старшие байты усреднённого за 0,64 с значения виброускорения в канале Z (формат float big-endian, без byte swap), mg	R	2
53	Младшие байты среднего значения виброускорения в канале Z	R	2

* Доступны значения скоростей (бит/с) от 100 до 2 000 000 включительно.

Для упрощения работы с вышеуказанными регистрами рекомендуется использовать бесплатно распространяемую программу «ВД-Сервис» ГСПК.ПО.6.ВД15.001 РП (см. сайт изготовителя)**.**

3.4 Порядок использования программы «ВД-Сервис».

Программа «ВД-Сервис» запускается на компьютере пользователя после подключения к нему датчика вибрации. Датчик запитывается от внешнего блока питания и подключается к компьютеру через приобретаемый самостоятельно преобразователь интерфейсов RS-485/USB. Для подключения нужно клеммы кабеля датчика соединить в соответствии с его цоколёвкой, а именно: оранжевый провод соединить с выводом A(+) преобразователя интерфейсов, коричневый провод — с выводом B(-); зеленый провод соединить с клеммой +24 В источника питания, а черный тонкий (GND) — с клеммой -24 В. Затем, после запуска программы «ВД-Сервис», в открывшемся окне выбрать используемый порт и нажать кнопку «Подключиться». В случае успешного соединения во вкладке «Конфигурация» должны отобразиться текущие значения регистров

датчика. Если соединения не произошло, проверить схему соединения в соответствии с Приложением 1 и настройки параметров программы.

Для изменения содержимого любого регистра датчика необходимо:

В ячейку «Значение» регистра 0 (Статус пароля) ввести пароль (2712), нажать Enter.

В ячейку «Значение» настраиваемого регистра ввести требуемое значение, нажать Enter.

Поставить галочку напротив изменяемого параметра, этот параметр будет записан в датчик.

Нажать кнопку «Записать».

В случае успешной записи ячейка с галочкой окрасится в зеленый цвет, т. е. значение регистра изменено. В случае неверного пароля ячейка с галочкой окрасится в красный цвет. В случае ошибки записи (по любой причине) ячейка с галочкой окрасится в синий цвет. Для сброса ошибки записи необходимо перезапустить датчик, сняв и снова подав питание.

Более полное описание порядка работы, включая работу с «сырым» сигналом, приведено в упомянутом Руководстве пользователя «ВД-Сервис», которое можно скачать с сайта производителя.

4. Монтаж датчика на объект

4.1. Установка датчика на объект может осуществляться при помощи шпильки М8 (а также М5, М6, М10 с помощью переходных шпилек) или магнитного крепления КМ-3 или КМ5.

Внимание!

При монтаже датчика его соединительный кабель следует жёстко зафиксировать максимально близко к датчику, но при этом кабель должен иметь петлю в вертикальной плоскости с радиусом изгиба 50-70 мм. Рекомендуемый вариант крепления датчика приведён на рисунке 2.

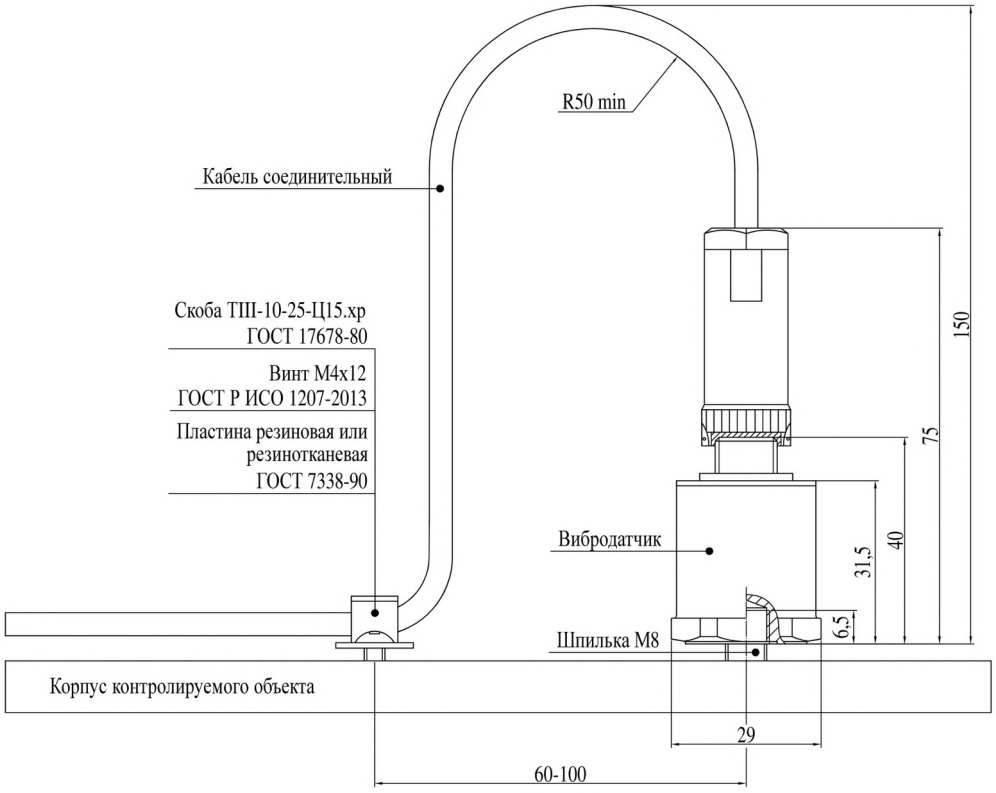


Рисунок 2. Требования к установке датчика на объекте

4.2. Установку датчика при помощи шпильки производить в следующей последовательности:

- На поверхности объекта подготовить опорную площадку диаметром не менее 25 мм с чистотой поверхности не хуже Ra 0,63 мкм и неплоскостностью не более 0,01 мм;
- Выполнить в центре площадки отверстие с резьбой М8, глубиной резьбовой части не менее 6 мм при неперпендикулярности оси отверстия относительно поверхности площадки не более 1º;
- Рекомендуется смазать опорную поверхность датчика консистентной смазкой;

- Ввернуть до упора в резьбовое отверстие датчика шпильку и, вращая датчик, ввернуть его до упора в опорную площадку, затем затянуть ключом. Крутящий момент при первичном креплении датчика сухой шпилькой 12-14 Н·м;

- соединить датчик с виброизмерительным устройством при помощи кабеля.

4.3. Установку датчика при помощи магнитного крепления «Микроникс КМ-3» ГСПК.402321.047 производить в следующей последовательности:

- Ввернуть до упора в резьбовое отверстие датчика шпильку и, вращая датчик, ввернуть его до упора в отверстие магнитного крепления;

- Установить датчик с магнитным креплением на объект измерений;

- Соединить датчик с виброизмерительным устройствам при помощи кабеля.

Внимание!

Запрещается снимать с объекта датчик, установленный на магнитном креплении, натяжением соединительного кабеля.

4.4. При установке на магнитном креплении необходимо следить за тем, чтобы датчик был прикреплён устойчиво (не качался) на объекте измерений. В противном случае результаты измерений могут быть недостоверными.

5. Особенности заказа и эксплуатации

5.1. При заказе, помимо варианта исполнения датчика, для неразъёмных вариантов с длиной кабеля, отличной от 1м, нужно задать длину кабеля. Для разъёмных вариантов возможен заказ как кабельной сборки заданной длины, так и только ответной части разъёма.

Датчик выполнен в герметичном металлическом корпусе цилиндрической формы из нержавеющей стали. Его внешний вид (варианты неразъёмного и разъёмного подключения кабеля) приведён на рисунках 3 и 4. Варианты исполнения ВД15-1-5 и ВД15-9, подключаются через разъём РС4ТВ (4 контакта), все остальные разъёмные варианты — через РС7ТВ (7 контактов).

Корпус датчика изолирован от проводов питания (+24 В, GND), проводов интерфейсов и экрана (дренажного провода) кабеля (не путать с металлорукавом, который соединяется с корпусом).

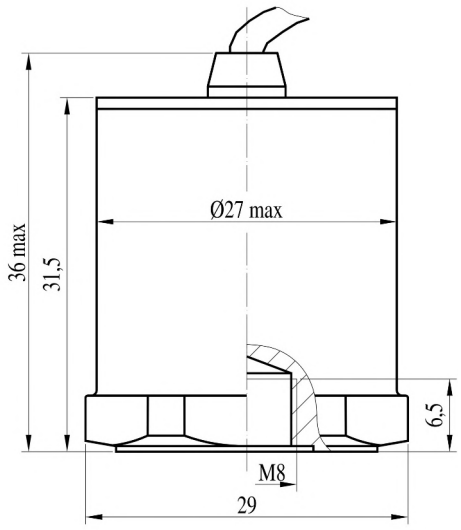


Рисунок 3. Габариты датчика

В случае разъёмного соединения подключение кабеля к датчику осуществляется через четырёх- или семиконтактный разъём РСГхТВ (где х=4 или 7, в зависимости от варианта исполнения, рисунок 4).

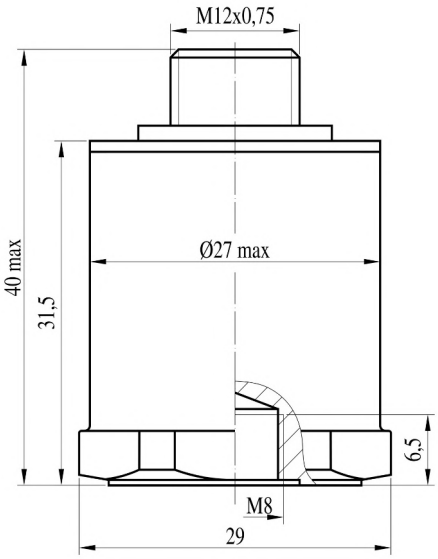




Рисунок 4. Габариты датчика с разъёмом и фото обоих вариантов

5.2. При использовании датчика следует учитывать, что виброскорость (V [мм/с]) вычисляется из виброускорения (А[м/с^2]) по формуле:

$$V=A\cdot 1000/(2\cdot\pi\cdot f),$$ где f – частота сигнала.

Следуя этой формуле при известном виброускорении можно рассчитать уровни виброскорости при минимальной (5 Гц) и максимальной (1000 Гц) частотах вибрации.

5.3. В случае загрязнения разъёма или попадания в него влаги смазать контакты разъёма влаговытесняющим спреем LIQUI MOLY 3110/8047 или аналогичным.

5.4. Подключение датчика производится по схемам, приведённым в Приложении 1.

Изделие имеет защиту от переполюсовки питания.

Цепь интерфейса «Токовая петля» (ТП) гальванически изолирована (кроме вариантов ВД15-9/10).

В условиях низкого уровня электромагнитных помех токовую петлю можно запитать от того же источника, что и сам датчик, по приведённой в Приложении 1.2 трёхпроводной схеме.

Для обеспечения надёжной работы в сложной помеховой обстановке рекомендуется запитывать цепь интерфейса «Токовая петля» (ТП) по четырёхпроводной схеме от отдельного источника (кроме варианта ВД15-9/10), а также устанавливать на кабель ферритовый фильтр.

5.5. **Датчик имеет сервисный режим работы**, в котором параметры связи на время до отключения питания сбрасываются в значения по умолчанию (115200 бит/с, 8 бит без контроля чётности, стоп-бит 1, адрес датчика равен 1). Это может быть нужно для связи с датчиком в том случае, когда параметры интерфейса RS-485 датчика по какой-либо причине заранее не известны (утеряны). Вход в этот режим производится следующим образом:

- Демонтировать датчик с контролируемого устройства, оставив его кабель подключенным к внешнему контроллеру и источнику питания;
- Установить (сориентировать) датчик относительно Земли в положение -Z↓ (т. е. основанием вверх, ориентация остальных осей произвольная);
- Включить питание датчика при отключенном его опросе;
- Выдержать корпус в этом положении 1-3 с, после чего перевернуть его в положение +Z↑ (т. е. основанием вниз) на то же время 1-3 с и снова перевести датчик в положение -Z↓ на 1-3 с;
- Включить опрос датчика и убедиться (например, с помощью программы «ВД15-Сервис» или «ModbusPoll»), что датчик отвечает на запросы. При этом контроллер-мастер должен иметь стандартные параметры интерфейса RS-485: скорость передачи 115200 бит/с, посылка 8 бит без

контроля чётности, стоп-бит 1, адрес датчика равен 1. После этого можно редактировать содержимое необходимых регистров датчика.

Установленные вышеуказанным способом параметры связи действуют только до выключения питания датчика. Для сохранения или модификации эти параметры необходимо зафиксировать стандартным образом в памяти датчика (например, с помощью программы ВД15-Сервис).

5.6. Усреднённые на интервале 0,64 секунды значения ускорения по каждой из осей, выводимые в регистры 47—52 ("Дополнительные сигналы датчика"), могут быть использованы (при отсутствии вибрации) для контроля за ориентацией датчика относительно геовертикали, т. к. датчик чувствителен к гравитационному полю Земли и в данные регистры в этих условиях записываются измеряемые компоненты вектора ускорения свободного падения (плюс вибронаводки).

5.7. При каждом включении питания датчика производится его самотестирование, по результатам которого в регистр 14 заносится соответствующий код:

0 — изделие исправно;

1 — нет связи контроллера с МЭМС акселерометром;

2 — измеренное значение ускорения свободного падения не соответствует его истинному значению.

Если код не равен 0, следует выключить и снова включить питание датчика. Если это не поможет, датчик подлежит замене на исправный.

5.8. В регистр 15 заносится количество внутренних ошибок, обнаруживаемых с момента включения питания изделия (т. е. в течение текущей сессии).

6. Техническое обслуживание

6.1. Визуальный профилактический осмотр датчика должен производиться не реже 1 раза в месяц с целью проверки состояния кабеля и отсутствия повреждений корпуса.

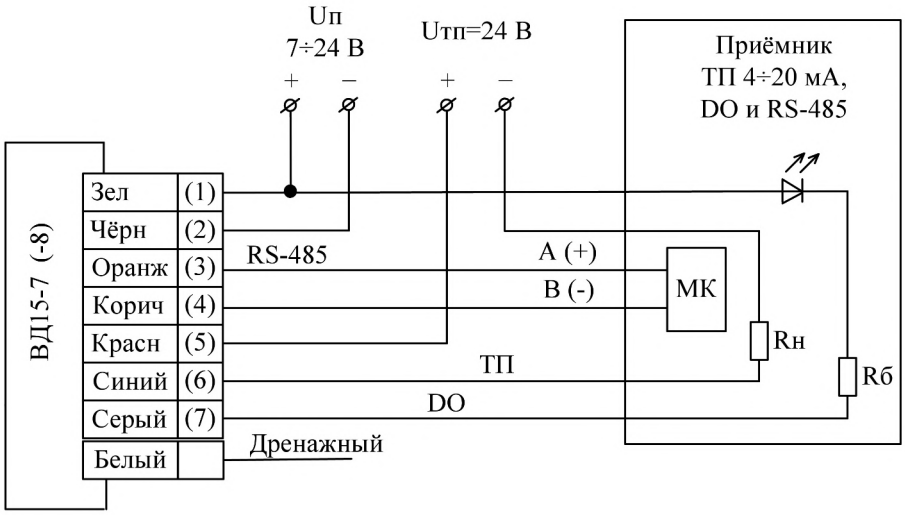
6.2. Любая попытка вскрытия корпуса прекращает действие гарантийных обязательств производителя.

МИКРОНИКС
научно-техническая фирма

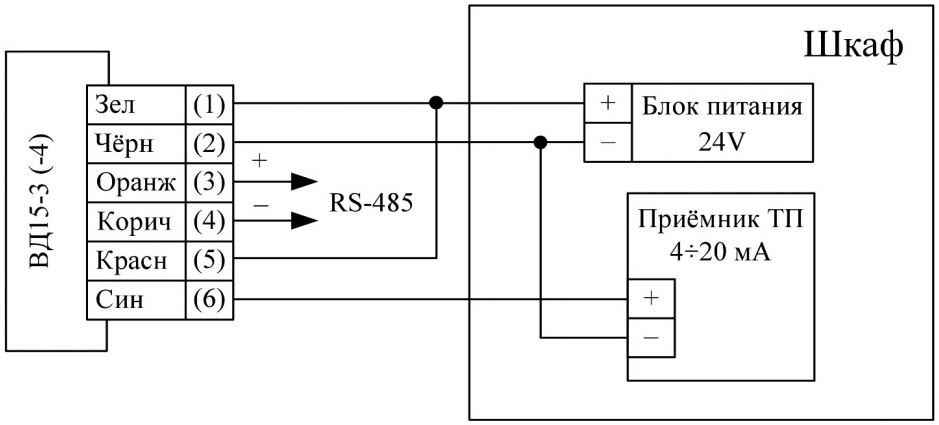
ООО «Научно-техническая фирма «Микроникс»
644007, Россия, г. Омск, ул. Третьяковская, д. 69
т/ф (3812) 25-42-87, e-mail: micronix@mx-omsk.ru
www.mx-omsk.ru микроникс.рф
Юридический адрес: 644029, Россия, г. Омск, ул. Нефтезаводская, д. 14.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Типовые схемы подключения к интерфейсу «Токовая петля»

1.1 Четырёхпроводная с гальваноразвязкой и отдельным блоком питания для токовой петли



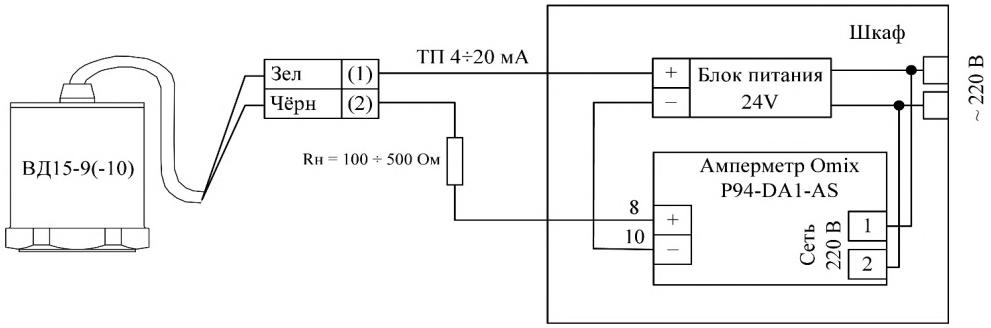
1.2 Трёхпроводная с общим блоком питания датчика и токовой петли



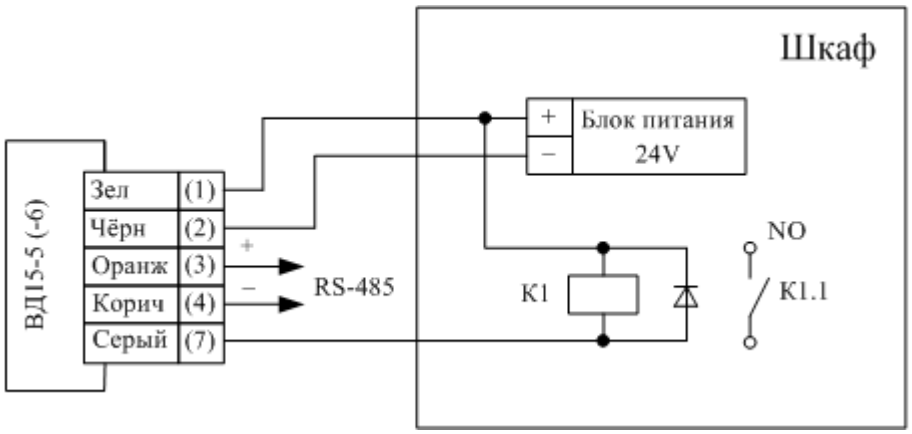
Внимание!

Входное сопротивление приёмника токовой петли должно соответствовать допустимому сопротивлению нагрузки интерфейса «Токовая петля», заявленному в технических параметрах датчика (Rн=100÷500 Ом).

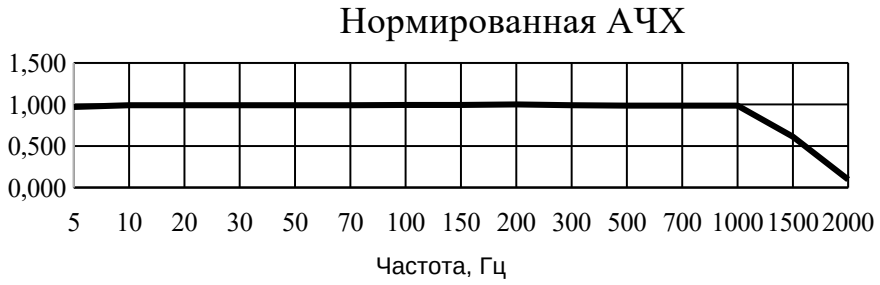
1.3 Двухпроводное подключение датчика с интерфейсом «Токовая петля»



1.4 Подключение дискретного выхода



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Типовая амплитудно-частотная характеристика датчика



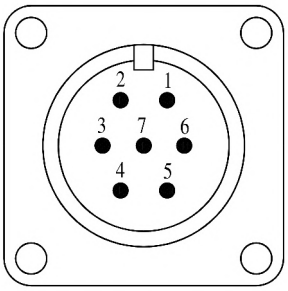
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Цоколёвка датчика и семижильного кабеля

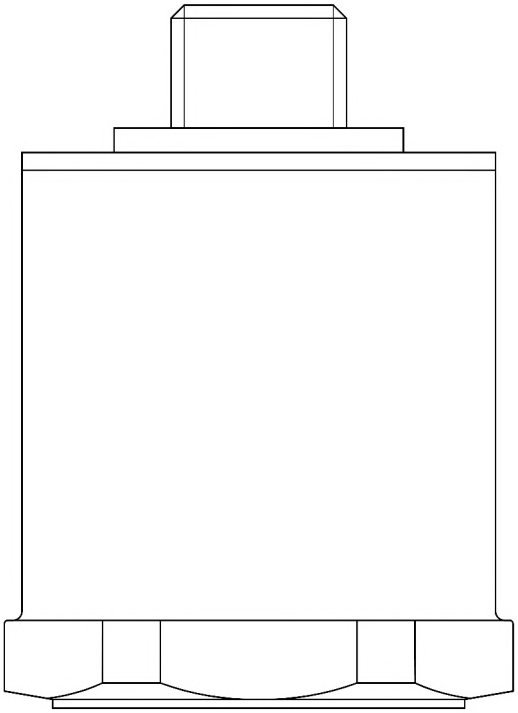
Внимание!

Неправильное подключение может повлечь за собой выход датчика из строя.

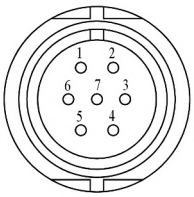
3.1 Разъемное исполнение датчика ВД15-1, ВД15-3, ВД15-5, ВД15-7

Разъем датчика РС7ТВ

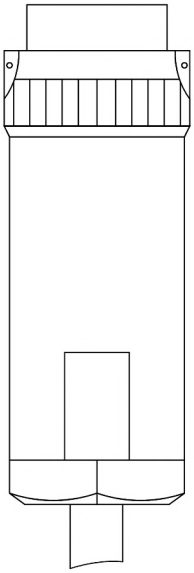


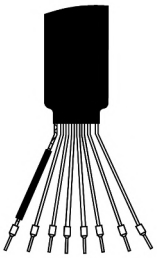


Разъем кабеля КС03



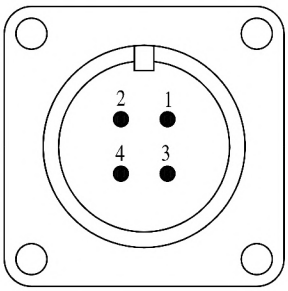
1 (+Пит.) — зелёный
2 (GND) — чёрный
3 (A) — оранжевый
4 (B) — коричневый
5 (+Пит. ТП) — красный
6 (OUT ТП) — синий
7 (DO) — серый
8 дренажный провод — белый

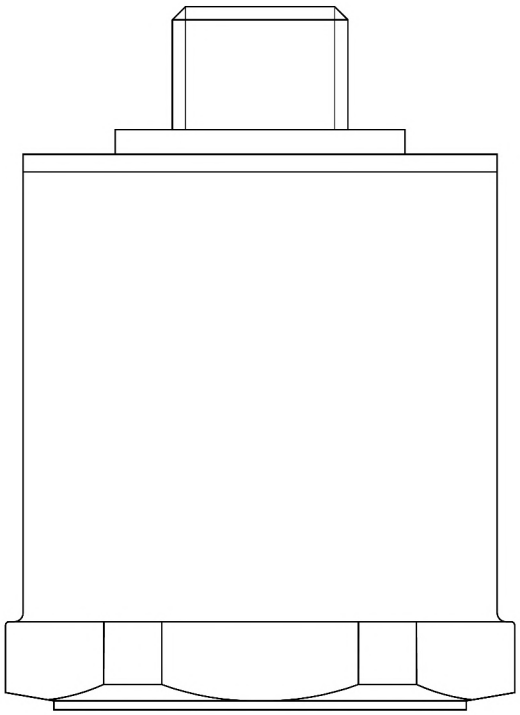




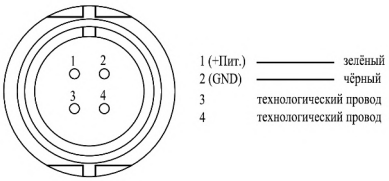
3.2 Разъемное исполнение датчика ВД15-9

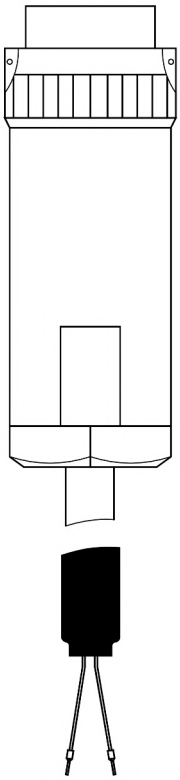
Разъем датчика РС4ТВ





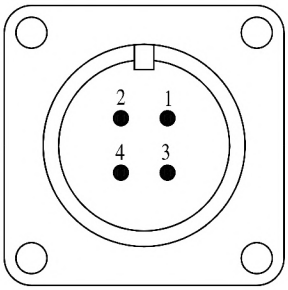
Разъем кабеля КС04

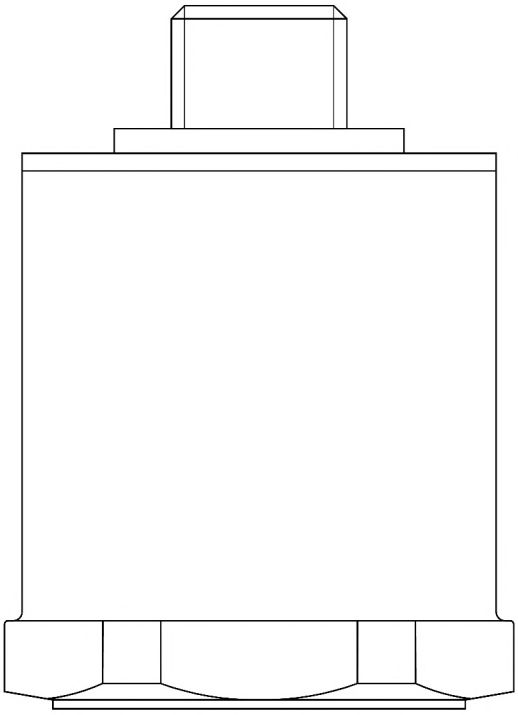




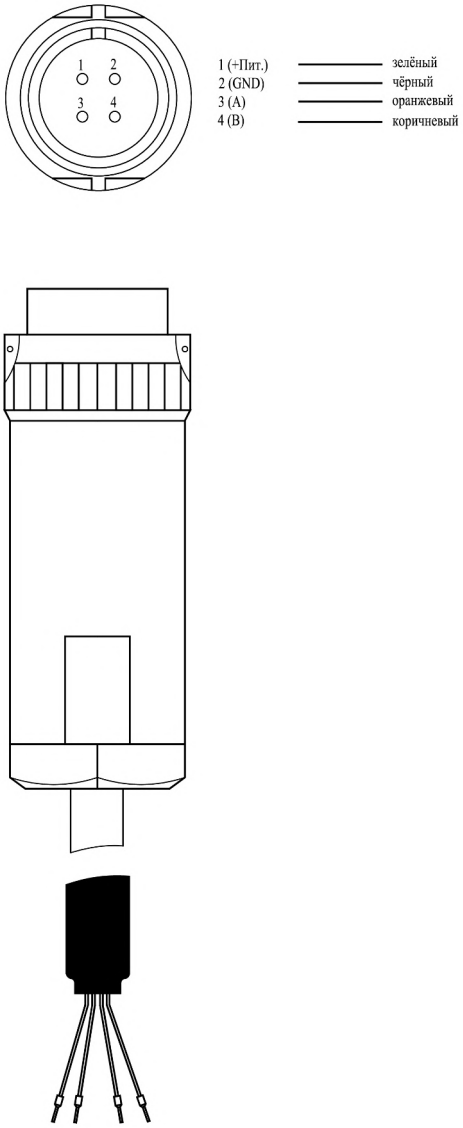
3.3 Разъемное исполнение датчика ВД15-1-5

Разъем датчика РС4ТВ





Разъем кабеля КС04м



ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Варианты подключения.

Устаревшие варианты подключения через семижильный кабель (*кабель снят с производства*)

Разъёмное подключение

ВД15-1

1	+ Пит.
2	GND
3	A
4	B

ВД15-3

1	+ Пит.
2	GND
3	A
4	B
5	+ Пит. ТП
6	OUT ТП

ВД15-5

1	+ Пит.
2	GND
3	A
4	B
5	DO

ВД15-7

1	+ Пит.
2	GND
3	A
4	B
5	+ Пит. ТП
6	OUT ТП
7	DO

ВД15-9

1	+ Пит.
2	OUT ТП

Неразъёмное подключение

ВД15-2

Зел	+ Пит.
Чёрн	GND
Оранж	A
Корич	B

ВД15-4

Зел	+ Пит.
Чёрн	GND
Оранж	A
Корич	B
Красн	+ Пит. ТП
Син	OUT ТП

ВД15-6

Зел	+ Пит.
Чёрн	GND
Оранж	A
Корич	B
Э/к	DO

ВД15-8

Зел	+ Пит.
Чёрн	GND
Оранж	A
Корич	B
Красн	+ Пит. ТП
Син	OUT ТП
Э/к	DO

ВД15-10

Зел	+ Пит.
Чёрн	OUT ТП

* Э/к – Экран кабеля

!!! Внимание! Варианты исполнения ВД15-3(4) и ВД15-5(6) *сняты с производства*.