

**ПРОСОФТ
СИСТЕМЫ**

REGLAB
ГРУППА КОМПАНИЙ «ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ»



ОКПД2 26.51.66.131

ДАТЧИКИ ВИБРАЦИИ ИВД-3

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПБКМ.468223.002 РЭ

Екатеринбург

Содержание

1	Описание и работа.....	4
1.1	Назначение изделия	4
1.2	Технические характеристики.....	4
1.3	Комплектность поставки	10
1.4	Устройство и работа	10
1.5	Маркировка.....	11
1.6	Упаковка	12
2	Использование по назначению	14
2.1	Эксплуатационные ограничения	14
2.2	Специальные условия применения	14
2.3	Подготовка к использованию	14
2.4	Использование датчика	15
2.5	Меры безопасности при использовании изделия	15
3	Техническое обслуживание.....	16
3.1	Общие указания	16
3.2	Меры безопасности.....	16
3.3	Проверка работоспособности изделия.....	16
3.4	Калибровка	16
4	Ремонт	16
5	Поверка.....	16
6	Хранение	17
7	Транспортирование	17
8	Утилизация.....	17
9	Гарантии изготовителя	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Ссылочные нормативные документы.....	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Габаритные, присоединительные и установочные размеры.....	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Схема подключения датчика и маркировки его кабеля.....	23
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное) Инструкция по работе с программой ConfigIVD.....	27
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д (справочное) Описание программного обеспечения.....	35

Данное руководство по эксплуатации (далее по тексту Руководство) распространяется на датчики вибрации ИВД-3 ПБКМ.468223.002 (далее по тексту – датчики).

Руководство содержит сведения о принципе работы, конструктивном исполнении, техническом обслуживании и эксплуатации датчиков.

К работе с датчиками допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В (группа III) и изучившие руководство по эксплуатации ПБКМ.468223.002 РЭ.

Пример записи датчиков при заказе и в документации другой продукции, в которой она может быть применена (в соответствии со спецификацией):

«Датчик вибрации ИВД-3X-Y-KzMw»,

где

ИВД-3 – тип датчика

X – тип и значение формируемого сигнала:

Ц – датчик с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) при измерении СКЗ виброскорости,

В – «датчик-выключатель» с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) при измерении СКЗ виброскорости, дискретными сигналами «исправность датчика», «предупреждение» и «авария»,

T – датчик с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) при измерении СКЗ виброскорости и токовым выходом от 0 до 20 мА при показании мгновенного значения виброускорения,

T420 – датчик с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) и токовым выходом от 4 до 20 мА при измерении СКЗ виброскорости;

Y – число осей измерения (одна или три);

Kz – длина кабеля, где z – значение длины от 1,5 м до 25,0 м;

Mw – длина защитного металлоодеяла для кабеля, где w – значение длины от 0 до 20,0 м.

Примечание – * трехосевые датчики нельзя устанавливать на насосы.

Датчики могут быть установлены во взрывоопасных помещениях.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте настоящего руководства, приведен в приложении А.

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

Датчики вибрации ИВД-3 предназначены для измерения среднего квадратического значения (далее – СКЗ) виброскорости по одному или трем взаимоперпендикулярным направлениям контролируемого объекта.

Датчики предназначены для вибрационного контроля и защиты турбоагрегатов, насосов, двигателей и другого промышленного оборудования, установленного во взрывоопасных и взрывобезопасных зонах.

Датчики могут входить в состав систем виброзащиты и виброконтроля электрических станций, нефтеперекачивающих и газокompрессорных станций, шахтных вентиляционных установок и других промышленных объектов.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Датчики соответствуют требованиям ТУ 4277-002-55181848-2006, ТР ТС 012/2011, ТР ТС 020/2011, ГОСТ 30296, ГОСТ 31610.0, ГОСТ ИЕС 60079-14, ГОСТ ИЕС 60079-17, ГОСТ ИЕС 60079-10-1, ГОСТ 31610.19, ПУЭ, ПОТЭЭ, комплекту документации, согласованной с органами по сертификации. Датчик с маркировкой взрывозащиты РВ Ex d I Mb X / 1Ex d IIC T5 Gb X дополнительно соответствует требованиям ГОСТ ИЕС 60079-1, ФНП «Правила безопасности в угольных шахтах», а датчик с маркировкой взрывозащиты 0Ex ia IIА T5 Ga X – требованиям ГОСТ 31610.11.

1.2.2 Датчики представляют собой изделие, исполнения которого соответствуют таблице 1.

Таблица 1 – Исполнения датчиков вибрации ИВД-3

Вариант исполнения	Формируемый сигнал		Число жил кабеля
	Тип	Назначение	
ИВД-3Ц-1-KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по одному каналу	4
ИВД-3Ц-3-KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по трем каналам	4
ИВД-3В-1-KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по одному каналу	7*
	Дискретный	Контроль неисправности датчика	
		Срабатывание предупредительного порога по СКЗ виброскорости	
Срабатывание аварийного порога по СКЗ виброскорости			
ИВД-3В-3- KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по трем каналам	7*
	Дискретный	Контроль неисправности датчика	
		Срабатывание предупредительного порога по СКЗ виброскорости по любому из трех каналов	
Срабатывание аварийного порога по СКЗ виброскорости по любому из трех каналов			
ИВД-3Т-3-KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по трем каналам	7*
	Токовый	Измерение виброускорения по трем каналам	

Продолжение таблицы 1

Вариант исполнения	Формируемый сигнал		Число жил кабеля
	Тип	Назначение	
ИВД-3Т420-1-KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по одному каналу	7*
	Токовый	Измерение СКЗ виброскорости по одному каналу	
ИВД-3Т420-3-KzMw	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости по трем каналам	7*
	Токовый	Измерение СКЗ виброскорости по одному каналу (максимальное значение по трем осям измерения)	
Примечание – * в число жил должны входить две интерфейсные жилы, необходимые для настройки датчика, которые при эксплуатации могут не использоваться.			

1.2.3 Время установления рабочего режима не более 10 с.

1.2.4 Датчики имеют непрерывный режим работы.

1.2.5 Электропитание датчиков напряжением постоянного тока от 12 до 24 В, ток потребления не более 60 мА.

Электропитание датчиков с маркировкой 0Ex ia ПА Т5 Х должно быть от искробезопасного источника питания уровня «ia» с выходными параметрами: $U_0 \leq U_i$, $I_0 \leq I_i$, $C_0 \geq C_i + C_c$, $L_0 \geq L_i + L_c$.

1.2.6 Датчики могут быть установлены во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, в которых возможно образование паро-газовоздушных смесей категорий ПА групп Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 в соответствии с приложением 1 ТР ТС 012/2011 для датчиков с маркировкой 0Ex ia ПА Т5 Ga Х.

Датчики могут быть установлены во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, в которых возможно образование паро-газовоздушных смесей категорий ПА, ПВ, ПС групп Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 в соответствии с приложением 1 ТР ТС 012/2011 для датчиков с маркировкой РВ Ex d I Mb Х / 1Ex d ПС Т5 Gb Х.

1.2.7 Метрологические и технические характеристики датчиков представлены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Метрологические характеристики	
Диапазон измерений СКЗ виброскорости по каждой из трех осей чувствительности, мм/с *	от 0,5 до 30,0
Диапазон выходного сигнала постоянного тока, мА	от 4 до 20
Диапазон рабочих частот измерений СКЗ виброскорости по каждой из трех осей чувствительности, Гц	от 10 до 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости во всем диапазоне частот и диапазоне амплитуд, %	± 10
Относительный коэффициент поперечного преобразования датчика, %, не более	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности срабатывания предупредительного и аварийного сигнала датчика при превышении заданных уставок во всем диапазоне измерений СКЗ виброскорости, мм/с	± 0,2

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, % / °С	± 0,1
Технические характеристики	
Затухание АЧХ, дБ/окт, не менее	6
Уровень собственного шума в единицах СКЗ виброскорости, мм/с, не более	0,03
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений, вызванной изменением напряжения питания, %	± 0,3
Диапазоны выходного токового сигнала при измерении мгновенного значения виброускорения (неунифицированный), мА	от 0 до 20
Диапазон показаний мгновенного значения виброускорения, м/с ²	от 0,2 до 45
Внутреннее статическое давление, выдерживаемое оболочкой датчика, МПа	0,5
Примечание – * с возможностью программной настройки границ диапазона.	

1.2.8 Характеристики назначения

Датчики обеспечивают:

- измерение и преобразование механических колебаний в цифровой сигнал СКЗ виброскорости по одному или трем взаимноперпендикулярным направлениям;
- формирование дискретных сигналов типа «открытый коллектор»;
- воспроизведение унифицированного токового сигнала, пропорционального СКЗ виброскорости;
- воспроизведение токового сигнала, пропорционального мгновенному значению виброускорения;
- информационный обмен по интерфейсу RS-485 (протокол обмена Modbus RTU) на скоростях от 1200 до 57600 Бод;
- возможность смены калибровочного коэффициента пользователем, при условии последующей поверки датчика;
- хранение калибровочных коэффициентов в энергонезависимой памяти, с фиксацией контрольных сумм.

Электрическая прочность изоляции между жилами кабеля и корпусом в нормальных условиях эксплуатации не менее 80 кВ действующего значения напряжения промышленной частоты, при предельной рабочей влажности 98 % не менее 50 кВ действующего значения напряжения промышленной частоты.

Сопротивление изоляции между жилами кабеля и корпусом в нормальных условиях эксплуатации не менее 50 МОм, при предельной рабочей температуре плюс 80 °С не менее 5 МОм, при предельной рабочей влажности 98 % не менее 1 МОм.

Датчики с видом взрывозащиты «ia» имеют характеристики согласно ГОСТ 31610.11: $U_i = 26,5 \text{ В}$, $I_i = 400 \text{ мА}$, $C_i = 0,1 \text{ мкФ}$, $L_i = 15 \text{ мкГн}$.

Датчики имеют характеристики дискретных каналов, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество каналов формирования дискретных сигналов	3
Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока, В	30
Максимальный постоянный ток коммутации, мА	100

Датчики имеют характеристики канала воспроизведения унифицированного токового сигнала пропорционального СКЗ виброскорости, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество каналов	1
Диапазон воспроизведения унифицированного сигнала, мА	от 4 до 20
Рабочее напряжение канала, В	от 12 до 24*
Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	600
Примечание – * рабочее напряжение канала соответствует напряжению питания датчика.	

1.2.9 Датчики конструктивно выполнены в виде моноблока с кабелем для внешних соединений. На концах жил кабеля установлены обжимные наконечники.

1.2.10 Датчики поставляются Пользователю откалиброванными и имеющими установки сетевых адресов и скорости обмена. Начальная конфигурация (сетевой адрес, скорость обмена, значение уставки, количество отсчетов формирования сигнала «авария») может быть изменена Пользователем самостоятельно в соответствии с руководством.

1.2.11 Характеристики надежности:

- наработка на отказ 100 000 ч;
- Назначенный срок службы 10 лет;
- средний срок хранения 2 лет;
- среднее время восстановления (при использовании ЗИП) 1 ч.

1.2.12 Характеристики устойчивости к внешним воздействиям.

Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой датчика: в составе корпуса и крышки по ГОСТ 14254 не менее IP 67.

Оболочка датчика выдерживает внутреннее статическое давление 2 МПа, а кабельный ввод – 3 МПа.

Максимальная температура нагрева наружной поверхности оболочки датчика не превышает 95 °С, а внутренних частей в нормальных условиях эксплуатации не превышает 60 °С.

Оболочка датчика (I и II группа электрооборудования) имеет механическую прочность по ГОСТ 31610.0, соответствующую высокой опасности механических повреждений.

Нормальные условия эксплуатации датчиков:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 5 до 80 %;
- тип атмосферы – II по ГОСТ 15150;
- атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

Рабочие условия эксплуатации датчиков:

- температура окружающего воздуха от минус 60 до плюс 80 °С;
- влажность воздуха до 98 % при 35 °С;
- тип атмосферы – II по ГОСТ 15150;
- атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

Датчики в транспортной таре выдерживают без повреждений транспортную тряску с числом ударов 6000 с максимальным ускорением 30 м/с².

1.2.13 Характеристики ЭМС

По устойчивости к электромагнитным помехам датчики соответствуют требованиям ГОСТ 30804.6.2.

При воздействии помех, указанных ниже, критерий качества функционирования - А.

Датчики устойчивы к воздействию внешнего магнитного поля промышленной частоты, соответствующего четвертой степени жесткости испытаний согласно ГОСТ Р 50648, напряженностью:

- 30 А/м при непрерывном воздействии (длительностью одна минута);
- 300 А/м при кратковременном воздействии (длительностью одна секунда).

Датчики устойчивы к воздействию внешнего импульсного магнитного поля напряженностью 300 А/м, соответствующего четвертой степени жесткости испытаний согласно ГОСТ Р 50649 и ГОСТ 30336.

Датчики устойчивы к воздействию на корпус электростатических разрядов с напряжением импульсного разрядного тока, соответствующим второй степени жесткости при контактном разряде (4 кВ) и третьей степени жесткости при воздушном разряде (8 кВ) согласно ГОСТ 30804.4.2.

Датчики устойчивы к воздействию внешнего радиочастотного электромагнитного поля в полосе частот от 80 до 1000 МГц напряжённостью 10 В/м, соответствующего третьей степени жёсткости испытаний согласно ГОСТ 30804.4.3.

Датчики устойчивы к воздействию в цепях электропитания и цепях ввода-вывода наносекундных импульсных помех с амплитудой импульсов, соответствующих третьей степени жесткости испытаний согласно ГОСТ 30804.4.4 и ГОСТ Р 51516:

- 2 кВ, при частоте повторения пачек помех 5 кГц, для цепей электропитания;
- 1 кВ, при частоте повторения пачек помех 5 кГц, для цепей ввода-вывода.

Датчики устойчивы к воздействию в цепях электропитания и цепях ввода-вывода кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями в полосе частот от 0,15 до 80 МГц, соответствующих третьей степени жесткости, действующим значением 10 В согласно ГОСТ Р 51317.4.6.

Датчики устойчивы к воздействию кондуктивных помех в полосе частот 0 до 150 кГц, соответствующих третьей степени жесткости, действующим напряжением 10 В по ГОСТ Р 51317.4.16.

Датчики по нормам помехоэмиссии удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 51318.11:

- напряжение, создаваемое датчиком на вводах питания в полосе частот (0,15-0,5) МГц не более 79 дБ (квазипиковое значение) и не более 66 дБ (среднее значение) относительно 1 мкВ;
- напряжение, создаваемое датчиком на вводах питания в полосе частот (0,5-30) МГц не более 73 дБ (квазипиковое значение) и не более 60 дБ (среднее значение) относительно 1 мкВ;
- квазипиковое значение напряженности поля радиопомех на расстоянии 10 м от изделия в полосе частот (30-230) МГц не более 40 дБ относительно 1 мкВ/м;
- квазипиковое значение напряженности поля радиопомех на расстоянии 10 м от изделия в полосе частот (230-1000) МГц не более 47 дБ относительно 1 мкВ/м.

1.2.14 Взрывобезопасный уровень взрывозащиты электрооборудования с маркировкой взрывозащиты PB Ex d I Mb X / 1 Ex d IIC T5 Gb X обеспечен применением вида взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка d» и выполнением требований ГОСТ IEC 60079-1.

Особовзрывобезопасный уровень взрывозащиты датчика обеспечивается видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia» по ГОСТ 31610.11, а также выполнением конструкции данного изделия в соответствии с требованиями ТР ТС 012/2011.

Искробезопасность электрических цепей датчиков обеспечивается за счет ограничения тока и напряжения до искробезопасных значений сертифицированными барьерами искробезопасности, выполненными в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11.

Искробезопасность электрических цепей датчика обеспечивается ограничением емкости и индуктивности электрических цепей в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11.

Элементы, от которых зависит вид взрывозащиты, нагружены не более чем на 2/3 от номинальных значений тока, напряжения и мощности.

Свободные концы кабеля, предназначенные для подключения к соответствующим барьерам искробезопасности, промаркированы знаком X.

Корпус датчика не имеет искрящих при нормальной работе и греющихся выше 100 °С частей.

Искробезопасность электрических цепей датчиков обеспечивается отсутствием нагрева элементов, соединений и корпуса выше температуры 95 °С при максимальной допустимой температуре эксплуатации, выполнением требований ГОСТ 31610.0 по путям утечек и электрической прочности изоляции.

Температура в месте ввода кабеля не должна превышать 70 °С или 20 °С в месте разветвления проводов.

Пути утечек и электрических зазоров соответствуют требованиям ГОСТ 31610.11.

Электрической прочностью изоляции между искробезопасной цепью и корпусом в соответствии с п. 1.2.8.

Резьбовая крышка датчика предохранена от самоотвинчивания и снятия без применения специального инструмента за счет введения в резьбовое соединение компаунда.

Поверхности плат датчика покрыта полиуретановым лаком Stamolín.

Фрикционная искробезопасность обеспечена отсутствием лёгких сплавов в деталях оболочки датчиков.

Электростатическая искробезопасность достигается отсутствием материалов из пластмасс при изготовлении корпуса и крышки датчиков.

Объединять цепи питания нескольких датчиков не допускается. К цепи питания и сигнальным цепям каждого датчика должны подключаться барьеры искробезопасности.

Концы кабеля датчика соединяются с магистральными кабелем связи контроллера верхнего уровня и кабелем от блока питания через соединительную коробку разрешенную к применению во взрывоопасных зонах.

Искробезопасные цепи не заземляются.

В соответствии с требованиями главы 1.7 ПУЭ потребитель должен обеспечить уравнивание электрических потенциалов зон установок соединительной коробки и датчика, металлорукав которого закрепляется на коробке.

Корпуса датчиков подлежат заземлению посредством наружного заземляющего зажима. Сечение заземляющего проводника не менее 4 мм² по ГОСТ 21130.

1.2.15 Конструктивные характеристики

Габаритные размеры датчика, мм, не более 65,5x50x66 мм. Габаритный чертеж датчика представлен в приложении Б.

Датчик конструктивно выполнен в виде моноблока с кабелем для внешних соединений. На концах жил кабеля установлены обжимные наконечники.

Масса датчика с кабелем 1,5 м не превышает 1,2 кг.

Соединение датчиков по интерфейсным цепям осуществляется кабелем с парновитыми экранированными жилами с нормируемым волновым сопротивлением (120 Ом), по цепям питания – кабелем с сечением жил не менее 0,5 мм².

Для датчика применяется сертифицированный кабель типа:

- КИПЭВм 4×2×0,60 ТУ 16.К99–008–2001;
- КИПЭВт 4×2×0,60 ТУ 16.К99–008–2001;
- КуПе-К-тснг(А)-ХЛ 2×2×0,5 ТУ 3581-001-92800518-2012.

Длина кабеля согласно спецификации, от 1,5 до 25,0 м.

Допускается применять другие типы кабелей с аналогичными свойствами, сертифицированные на соответствие ТР ТС 004/2011 и имеющие сертификаты пожарной безопасности.

Для датчика с исполнением в защитном металлорукаве применяется герметичный металлорукав в ПВХ изоляции. Длина защитного металлорукава согласно спецификации, от 0 до 20 м.

В конструкции датчика предусмотрен наружный заземляющий зажим. Расположение зажима указано в приложении Б.

1.2.16 Датчики не подлежат разборке в процессе эксплуатации.

1.2.17 Датчики соответствуют требованиям ГОСТ 30546.1, ГОСТ 30546.2, ГОСТ 30546.3 в части соответствия сейсмостойкости 9 баллов по шкале MSK-64.

1.3 Комплектность поставки

Комплектность поставки датчика ИВД-3 соответствует таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Датчик вибрации ИВД-3	ПБКМ.468223.002	1
Крепежные принадлежности (4 установочных винта и контрольная проволока)	-	1
Технологическая программа	ConfigIVD	*
Руководство по эксплуатации	ПБКМ.468223.002 РЭ	*
Паспорт	ПБКМ.468223.002 ПС** РГДП.468223.002 ПС***	1
Примечания: * приведено на сайте: https://prosoftsystems.ru/catalog/show/cifrovoj-vibrodatcchik-ivd-3 . ** Обозначение паспорта для изготовителя ООО "Прософт-Системы". *** Обозначение паспорта для изготовителя ООО "РегЛаб".		

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Устройство датчика вибрации

Датчик представляет единую конструкцию, в которой установлены миниатюрные функциональные платы.

1.4.2 Работа датчика ИВД-3Ц

Датчик формирует цифровой сигнал, соответствующий значению СКЗ виброскорости.

Схема подключения датчика ИВД-3Ц приведена в приложении В.

1.4.3 Работа датчика ИВД-3В

Датчик формирует цифровой сигнал, соответствующий значению СКЗ виброскорости.

При превышении установленного предупредительного значения виброскорости, выдается дискретный сигнал «предупреждение».

При превышении установленного аварийного значения виброскорости, выдается дискретный сигнал «авария».

При исправности датчика выдается дискретный сигнал «исправность датчика».

Максимальное число дискретных сигналов – три.

Датчик формирует дискретные сигналы типа «открытый коллектор».

Схема подключения внешнего исполнительного устройства (реле) к датчику ИВД-3В приведена в приложении В.

1.4.4 Работа датчика ИВД-3Т

Датчик формирует цифровой сигнал, соответствующий значению СКЗ виброскорости и токовый сигнал, соответствующий мгновенному значению виброускорения.

Схема подключения датчика ИВД-3Т приведена в приложении В.

1.4.5 Работа датчика ИВД-3Т420

Датчик формирует цифровой и унифицированный токовый сигнал, соответствующий значению СКЗ виброскорости.

Схема подключения датчика ИВД-3Т420 приведена в приложении В.

1.4.6 Программное обеспечение

ПО осуществляет реализацию функций в соответствии с 1.2.8.

Встроенное ПО датчика является метрологически значимым. Встроенное ПО датчиков защищено от преднамеренных и непреднамеренных изменений паролем. Внешнее ПО датчиков защищено от преднамеренных изменений – паролем, от непреднамеренных изменений – функциями резервного копирования.

Уровень защиты ПО должен быть средний согласно Р 50.2.077.

Таблица 6 – Идентификационные данные встроенного ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО (идентификационный номер)
Встроенное ПО ИВД-3 (трехосевой)	ivd3_v122.bin	Не ниже 122.0
Встроенное ПО ИВД-3 (одноосевой)	IVD3_PIEZO_V3.bin	Не ниже 3.00
ConfigIVD	ConfigIVD Application	Не ниже 4.5.0.2


Технологическая программа ConfigIVD необходима для проверки датчика и изменения его параметров с использованием преобразователя интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB любой марки. Инструкция по работе с программой ConfigIVD представлена в приложении Г.

Описание программного обеспечения приведено в приложении Д.

1.5 Маркировка

На корпуса датчиков нанесена маркировка в соответствии с ТР ТС 012/2011.

Маркировка нанесена на корпус датчиков методом лазерной гравировки и содержит следующую информацию:

- наименование изготовителя;
- обозначение типа оборудования;
- маркировку взрывозащиты;
- специальный знак взрывобезопасности  по ТР ТС 012/2011;
- единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного Союза;
- наименование органа по сертификации и номер сертификата;
- степень защиты от внешних воздействий;
- искробезопасные входные параметры (U_i, I_i, C_i, L_i); *
- знак заземления возле заземляющего зажима;
- заводской номер;
- диапазон напряжения питания датчика;
- диапазон температуры окружающего воздуха;
- направления чувствительных осей датчика (согласно приложению Б**).

Примечания: * для датчиков с маркировкой 0Ex ia IIA T5 Ga X

** ось чувствительности Z направлена перпендикулярно плоскости основания датчика; ось чувствительности Y направлена вдоль кабеля датчика.

Датчики имеют маркировку взрывозащиты: 0Ex ia IIA T5 Ga X или PB Ex d I Mb X / 1Ex d IIC T5 Gb X:

где 0 – особовзрывобезопасный уровень взрывозащиты для электрооборудования группы II;

Ex – знак, указывающий, что электрооборудование соответствует стандартам на взрывозащиту;

ia – обозначение вида взрывозащиты «искробезопасность, уровень взрывозащиты «ia»;

IIA – подгруппа электрооборудования, предназначенного для применения в местах с потенциально взрывоопасной газовой средой, кроме шахт и их наземных строений;

T5 – обозначение температурного класса;

Ga – обозначения уровня взрывозащиты – «очень высокий»;

X – необходимы специальные условия для обеспечения безопасности в эксплуатации;

PB – взрывобезопасный уровень взрывозащиты для электрооборудования группы I;

d – обозначение вида взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»;

I – электрооборудование, предназначенное для шахт (рудников), опасных по рудничному газу;

Mb – обозначения уровня взрывозащиты – «высокий»;

1 – взрывобезопасный уровень взрывозащиты для электрооборудования группы II;

Gb – обозначения уровня взрывозащиты – «высокий»;

IIC – подгруппа электрооборудования, предназначенного для применения в местах с потенциально взрывоопасной газовой средой, кроме шахт и их наземных строений.

Примечание – * для питания датчиков используют барьеры искробезопасности, для которых выполняются следующие условия: $U_0 \leq U_i, I_0 \leq I_i, C_0 \geq C_i + C_c, L_0 \geq L_i + L_c$, где C_c и L_c – емкость и индуктивность кабеля, соответственно.

Цветовая маркировка жил кабеля приведена в приложении В.

1.6 Упаковка

Каждый датчик должен быть обернут в пузырьковую полиэтиленовую пленку и уложен в коробку из гофрированного картона или в дощатый ящик. Свободное пространство должно быть выбрано бумагой, картоном или мягким синтетическим уплотнителем. В такой таре датчики должны храниться на складе.

На транспортной таре должно быть указано:

- наименование и адрес грузоотправителя;
- наименование и адрес грузополучателя;
- наименование изделия;
- условия хранения;
- маркировочные знаки по ГОСТ 14192: №1 «Хрупкое. Осторожно», №3 «Беречь от влаги», №5 «Пределы температуры» (от минус 40 до плюс 40 °С), №14 «Штабелировать запрещается».

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

Условия эксплуатации приведены в 1.2.12

При прокладке кабеля датчика температура окружающего воздуха не должна быть ниже минус 15 °С.

Датчик не должен подвергаться падениям, механическим повреждениям покрытий, воздействию плесени, растворов щелочных, кислотных и других агрессивных средств.

2.2 Специальные условия применения

Знак X, стоящий в маркировке взрывозащиты, означает, что при эксплуатации датчиков необходимо соблюдать следующие специальные условия:

2.2.1 Для датчиков с Ex-маркировкой PB Ex d I Mb X, 1Ex d IIC T5 Gb X: датчики выполнены с постоянно присоединённым кабелем. Присоединение свободного конца кабеля должно осуществляться с помощью сертифицированного электрооборудования, соответствующего требованиям одного из стандартов на виды взрывозащиты, перечисленные в ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011). Выбор кабеля должны выполняться согласно ГОСТ IEC 60079-14-2013, ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) и условий работы датчика.

2.2.2 Для датчиков с Ex-маркировкой 0Ex ia IIA T5 Ga X:

– Датчики выполнены с постоянно присоединённым кабелем. Присоединение свободного конца кабеля должно осуществляться с помощью сертифицированного электрооборудования, соответствующего требованиям одного из стандартов на виды взрывозащиты, перечисленные в ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011). Выбор кабеля должны выполняться согласно ГОСТ IEC 60079-14-2013, ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) и условий работы датчика.

– Электропитание датчиков должно осуществляться от искробезопасного источника питания уровня «ia» с выходными параметрами: $U_0 \leq U_i$, $I_0 \leq I_i$, $C_0 \geq C_i + C_c$, $L_0 \geq L_i + L_c$,

где U_0 – максимальное выходное напряжение;

U_i – максимальное входное напряжение датчика;

I_0 – максимальный выходной ток;

I_i – максимальный входной ток;

C_0 – максимальная внешняя емкость;

C_i – максимальная внутренняя емкость;

C_c – емкость соединительного кабеля;

L_0 – максимальная внешняя индуктивность;

L_i – максимальная внутренняя индуктивность;

L_c – индуктивность соединительного кабеля.

2.2.3 Монтаж и эксплуатация должны исключать нагрев корпуса датчика выше температур, допустимых для оборудования температурного класса, указанного в маркировке датчика.

2.3 Подготовка к использованию

При установке, монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании должны выполняться требования ГОСТ IEC 60079-14, ГОСТ IEC 60079-17 и ПОТЭЭ, главы 7.3 ПУЭ, главы 3.4 ПТЭЭП.

Перед установкой датчик необходимо выдержать в нормальных условиях эксплуатации не менее 24 часов.

После вскрытия тары необходимо проверить комплектность оборудования и провести внешний осмотр датчика:

–корпус датчика не должен иметь механических повреждений;

–на корпусе датчика должна присутствовать маркировка.

Требования к установочным размерам приведены в приложении Б.

Выполнить подключение кабеля датчика согласно приложению В.

2.4 Использование датчика

Подать питание на датчик.

Не более чем через 10 с датчик выйдет в рабочий режим.

Для выключения датчика следует выключить его питание.

Перечень возможных неисправностей датчика и способы их устранения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Неисправность	Причина	Меры по устранению
Параметры на работающем агрегате, имеющем явно удовлетворительное состояние, находится на уровне промышленного фона или выше аварийного уровня	Неисправность датчика	Заменить неисправный датчик
Параметры не передаются на контроллер верхнего уровня	1 Отсутствие контакта в клеммных соединениях/неисправность интерфейсной линии 2 Выключено питающее напряжение датчика	1 Проверить соединения 2 Включить питание датчика
Периодическая потеря связи с датчиком	1 Неисправность интерфейсной линии 2 Наличие нескольких устройств в сети Modbus с одинаковыми сетевыми адресами	1 Проверить соединения 2 Смена сетевого адреса устройства

2.5 Меры безопасности при использовании изделия

Неиспользуемые жилы кабеля датчика необходимо заизолировать.

Корпус датчика подлежит заземлению с помощью наружного заземляющего зажима.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

Проверка и техническое обслуживание должны выполняться с учетом ГОСТ 31610.17-2012 и настоящим Руководством по эксплуатации.

Техническое обслуживание датчика в процессе эксплуатации осуществляется лицом ответственным за его эксплуатацию.

Техническое обслуживание должно включать в себя:

- наружный осмотр целостности наружных деталей и покрытий корпусов, внешних кабелей, соединителей и заземления;
- сухую очистку наружных частей от грязи, пыли;
- проверку прочности крепления датчика и его составных частей, затяжки винтовых клеммных зажимов.

Техническое обслуживание состоит из:

- ежемесячного,
- внеочередного.

Внеочередное техническое обслуживание проводится при замене, ремонте или перемонтаже датчиков.

При обслуживании датчика монтаж, демонтаж, консервация, покраска датчика не проводится.

3.2 Меры безопасности

К обслуживанию датчиков должен допускаться персонал, имеющий не ниже III группы по электробезопасности.

По способу защиты человека от поражения электрическим током датчик относится к классу I по ГОСТ 12.2.007.0.

Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.1.019.

3.3 Проверка работоспособности изделия

Работоспособность датчика проверяется с помощью программы ConfigIVD. Последовательность проверки приведена в приложении Г.

3.4 Калибровка

Калибровка датчиков проводится по методике калибровки приведенной в приложении Г.

4 Ремонт

Ремонт датчика производят предприятия-изготовители: ООО «Прософт-Системы» (г. Екатеринбург). ООО «РегЛаб» (г. Екатеринбург).

5 Поверка

Поверка датчиков проводится по методике поверки МП 823/03-2024 организацией, аккредитованной на право проведения поверки. Интервал между поверками - 3 года.

6 Хранение

Датчики до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя.

Срок хранения 2 года. Условия хранения датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды – 1 (Л) по ГОСТ 15150 (температура от минус 40 до плюс 40 °С, влажность до 98% при 25 °С).

При вводе в эксплуатацию после хранения более 12 месяцев перед установкой рекомендуется провести калибровку датчика в соответствии с приложением Г и выполнить поверку.

7 Транспортирование

Датчики, упакованные в соответствии с требованиями 1.6 настоящего руководства, допускается транспортировать любым видом наземного транспорта в закрытых транспортных средствах.

При транспортировании самолетом датчики должны быть размещены только в отапливаемых герметизированных отсеках.

Расстояния и скорости перевозки авиационным и железнодорожным транспортом не ограничиваются. Условия транспортирования датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды – 1 по ГОСТ 15150 (температура от минус 40 до плюс 40 °С, влажность до 98% при 25 °С).

При транспортировании автомобильным транспортом выполнять следующие требования:

- условия автотранспортирования средние (С) по ГОСТ 23216;
- упакованные по 1.6 настоящего руководства датчики следует размещать и закреплять в закрытом кузове грузового автомобиля по «Правилам безопасного размещения и крепления грузов в кузове автомобильного транспортного средства».

8 Утилизация

Датчик не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Утилизация проводится по соответствующей технологии, принятой на предприятии, эксплуатирующем датчик.

9 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие датчиков требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий (правил) эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок на датчик устанавливается 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев с момента изготовления.

Гарантийный ремонт датчиков производит изготовитель. Если датчик в период гарантийного срока вышел из строя из-за неправильной эксплуатации, нарушения условий хранения или транспортирования, стоимость ремонта оплачивает потребитель.

Гарантийный срок продлевается на время проведения ремонта.

Адреса предприятий-изготовителей:

ООО "Прософт-Системы": ул. Волгоградская, 194а, г. Екатеринбург, 620102, Россия

Факс: (343) 3-100-106, тел.: (343) 3-565-111

ООО "РегЛаб": ул. Зоологическая, стр. 9, этаж 2, офис 306, г. Екатеринбург, 620149, Россия

Тел.: +7 (343) 270-23-35

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Ссылочные нормативные документы

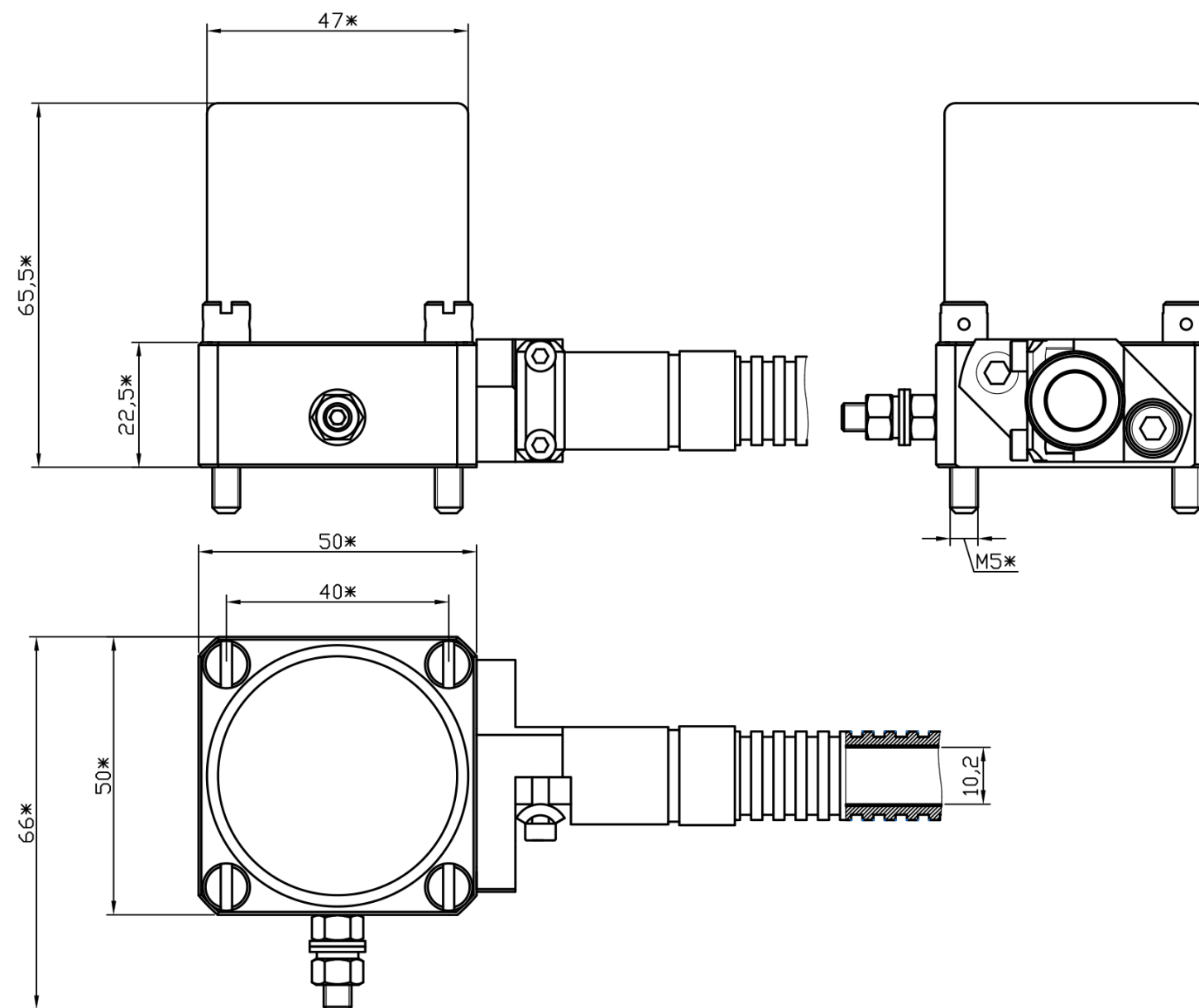
Таблица А.1

Обозначение	Наименование	Номер пункта, в котором дана ссылка
ГОСТ 12.1.019-2017	ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты	3.2
ГОСТ 12.2.007.0-75	Изделия электротехнические. Общие правила безопасности	3.2
ГОСТ 30546.1-98	Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости	1.2.17
ГОСТ 30546.2-98	Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний	1.2.17
ГОСТ 30546.3-98	Методы определения сейсмостойкости машин, приборов и других технических изделий, установленных на месте эксплуатации, при их аттестации или сертификации на сейсмическую безопасность	1.2.17
ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011)	Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 0. Общие требования	1.2.1, 1.2.12, 1.2.14
ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011)	Взрывоопасные среды. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i»	1.2.1, 1.2.8, 1.2.14
ГОСТ 31610.19-2014 / IEC 60079-19:2010	Взрывоопасные среды. Часть 19. Ремонт, проверка и восстановление электрооборудования	1.2.1
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов	1.6
ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)	1.2.12
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	1.2.12, 6, 7
ГОСТ 21130-75	Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры	1.2.14
ГОСТ 23216-78	Изделия электротехнические хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний	7

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Наименование	Номер пункта, в котором дана ссылка
ГОСТ 30296-95	Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов	1.2.1
ГОСТ 30336-95 (МЭК 1000-4-9-93) / ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ Р 51318.11-2006 (СИСПР 11:2004)	Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ Р 50648-94	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ Р 51516-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость измерительных реле и устройств защиты к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ ИЕС 60079-1-2011	Взрывоопасные среды. Часть 1. Оборудование с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемые оболочки "d"	1.2.1, 1.2.14
ГОСТ ИЕС 60079-14-2013	Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок	1.2.1, 2.2
ГОСТ ИЕС 60079-17-2013	Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок	1.2.1, 2.2
ПОТЭЭ	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок	2.2
ПТЭЭП	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей	2.2
ПУЭ	Правила устройства электроустановок	1.2.1, 2.2
Р 50.2.077-2014	Испытания средств измерений в целях утверждения типа	1.4.6
ТР ТС 012/2011	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»	1.2.1, 1.5
	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах»	1.2.1
ТУ 16.К99-008-2001	Кабели симметричные с низким значением погонной ёмкости для высокоскоростной передачи данных в соответствии со стандартом EIA-485	1.2.14
ТУ 16.К09-124-2004	Кабели гибкие шахтные на номинальное переменное напряжение до 380 В	1.2.14
ТУ 3581-001-92800518-2012	Кабель монтажный для промышленной автоматики КуПе-ОЭ	1.2.14

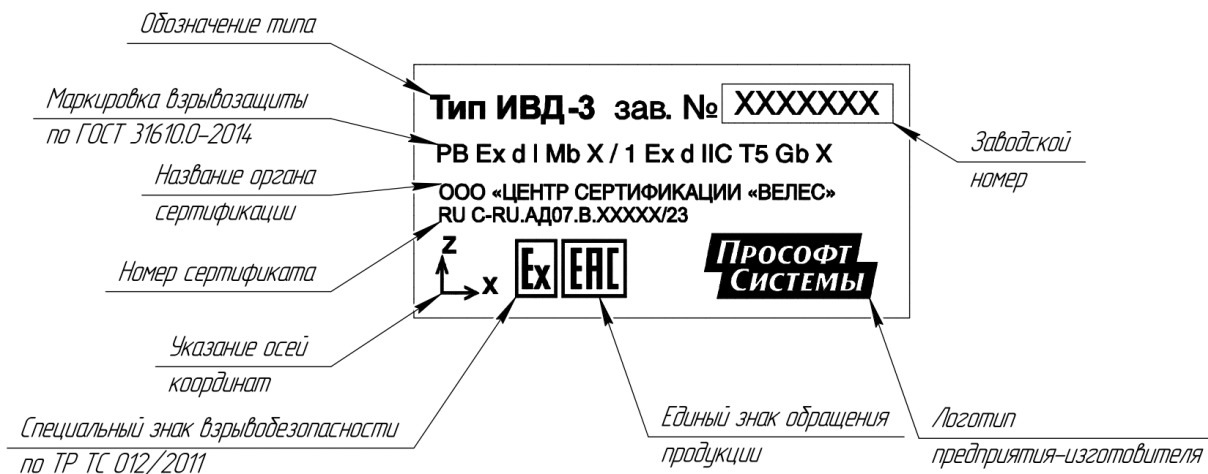
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)
Габаритные, присоединительные и установочные размеры



* Размеры для справок.

Рисунок Б.1 – Габаритный чертеж

Б(2:1)
 Маркировка п.11 ТТ



В(2:1)
 Маркировка п.11 ТТ

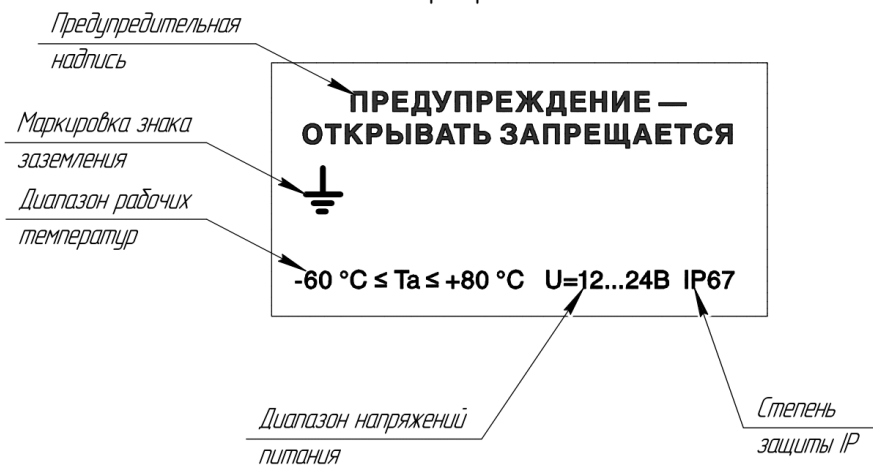
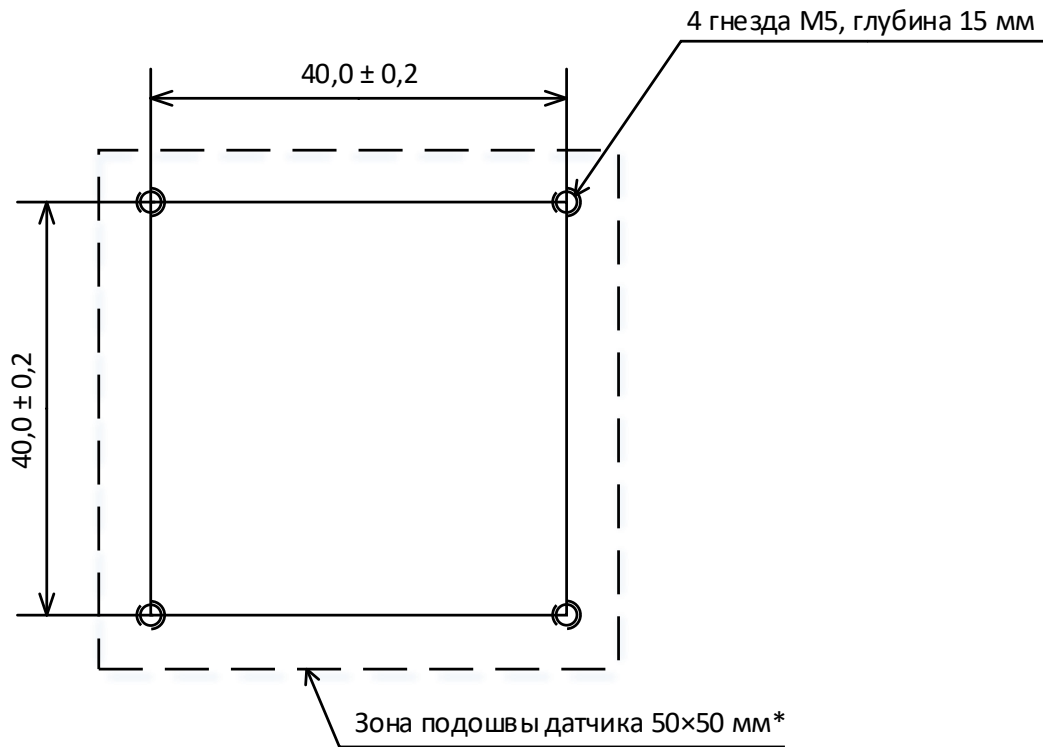


Рисунок Б.2 – Маркировка датчика вибрации ИВД-3

Разметка для установки датчика ИВД-3



* - Допуск плоскостности поверхности в зоне подошвы датчика 0,2/50×50

Рисунок Б.3 – Разметка для установки датчика

Датчик ИВД-3 крепится посредством четырех винтов ИВД.01.013.

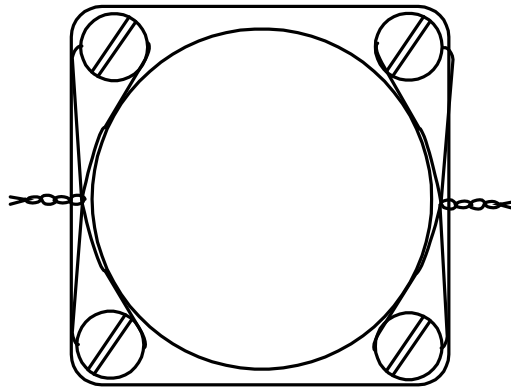


Рисунок Б.4 – Образец контровки датчика

Винты попарно контрить стальной проволокой Ø 0,3 – 0,5 мм согласно рисунку Б.5.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Схема подключения датчика и маркировки его кабеля

Датчик ИВД-3Ц

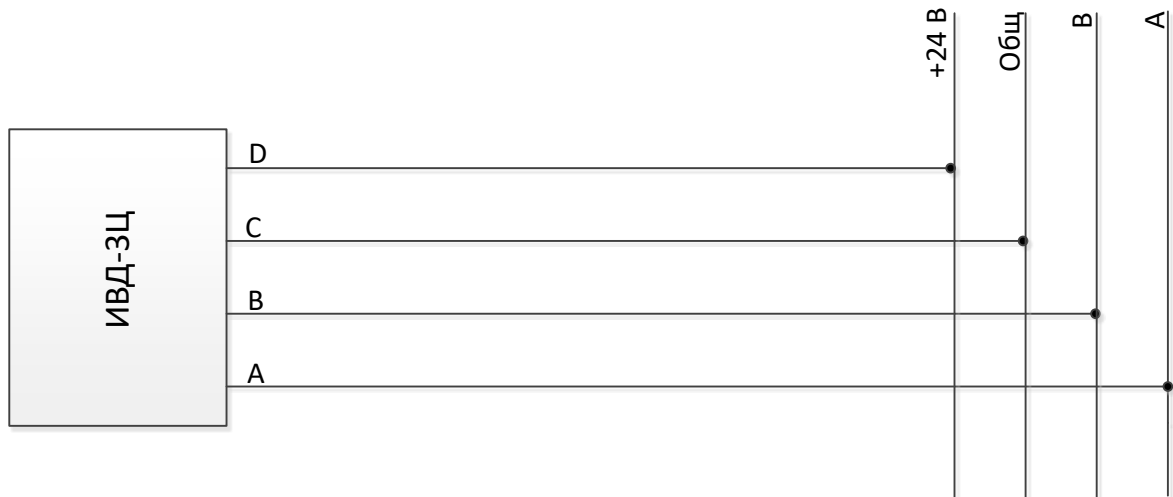
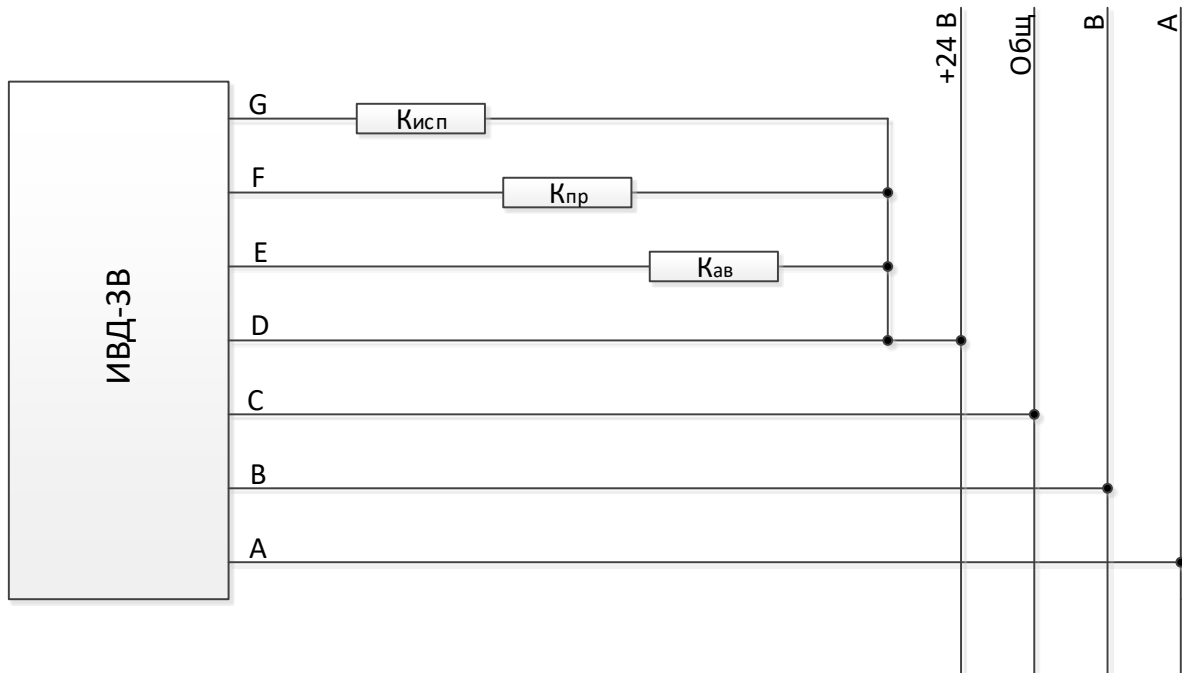


Рисунок В.1

Таблица В.1 – Цветовая маркировка жил кабеля

Обозначение	Соответствующая электрическая цепь	Цветовая маркировка
A	Интерфейс RS-485, A(Data+)	Желтый
B	Интерфейс RS-485, B(Data-)	Зеленый
C	Питание, общий	Черный
D	Питание, от 12 до 24 В	Красный

Датчик ИВД-3В



К_{исп} – обмотка реле в цепи сигнал «исправность датчика»

К_{пр} – обмотка реле в цепи сигнала «предупреждение»

К_{ав} – обмотка реле в цепи сигнала «авария»

Рисунок В.2

Таблица В.2 – Цветовая маркировка жил кабеля

Обозначение	Соответствующая электрическая цепь	Цветовая маркировка
А	Интерфейс RS-485, A(Data+)	Желтый
В	Интерфейс RS-485, B(Data-)	Зеленый
С	Питание, общий	Черный
Д	Питание, от 12 до 24 В	Красный
Е	Дискретный сигнал, «авария»	Желто-красный
Ф	Дискретный сигнал, «предупреждение»	Желто-зеленый
Г	Дискретный сигнал, «исправность датчика»	Желто-черный

Датчик ИВД-3Т

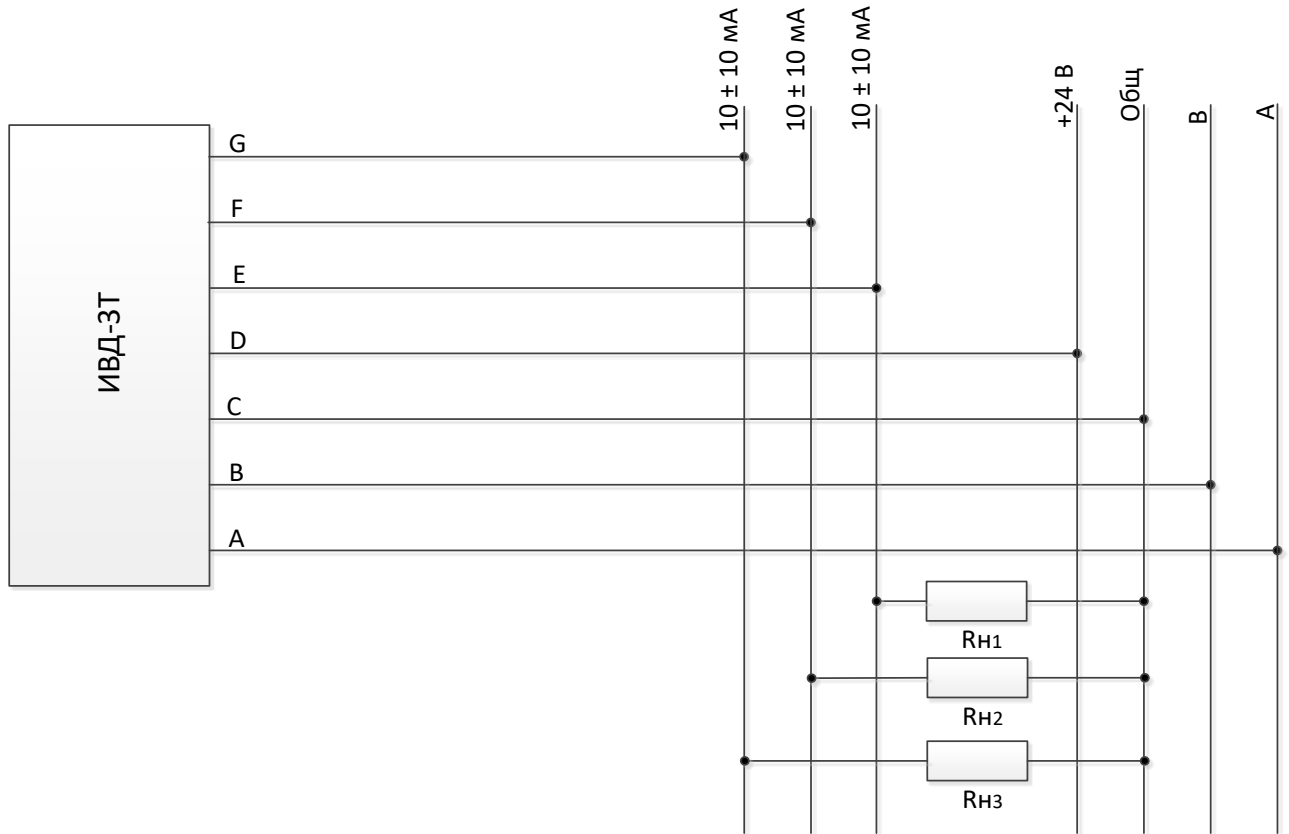


Рисунок В.3

Таблица В.3 – Цветовая маркировка жил кабеля

Обозначение	Соответствующая электрическая цепь	Цветовая маркировка
A	Интерфейс RS-485, A(Data+)	Желтый
B	Интерфейс RS-485, B(Data-)	Зеленый
C	Питание, общий	Черный
D	Питание, от 12 до 24 В	Красный
E	Мгновенное значение виброускорения по оси X	Желто-зеленый
F	Мгновенное значение виброускорения по оси Y	Желто-черный
G	Мгновенное значение виброускорения по оси Z	Желто-красный

Датчик ИВД-3Т420

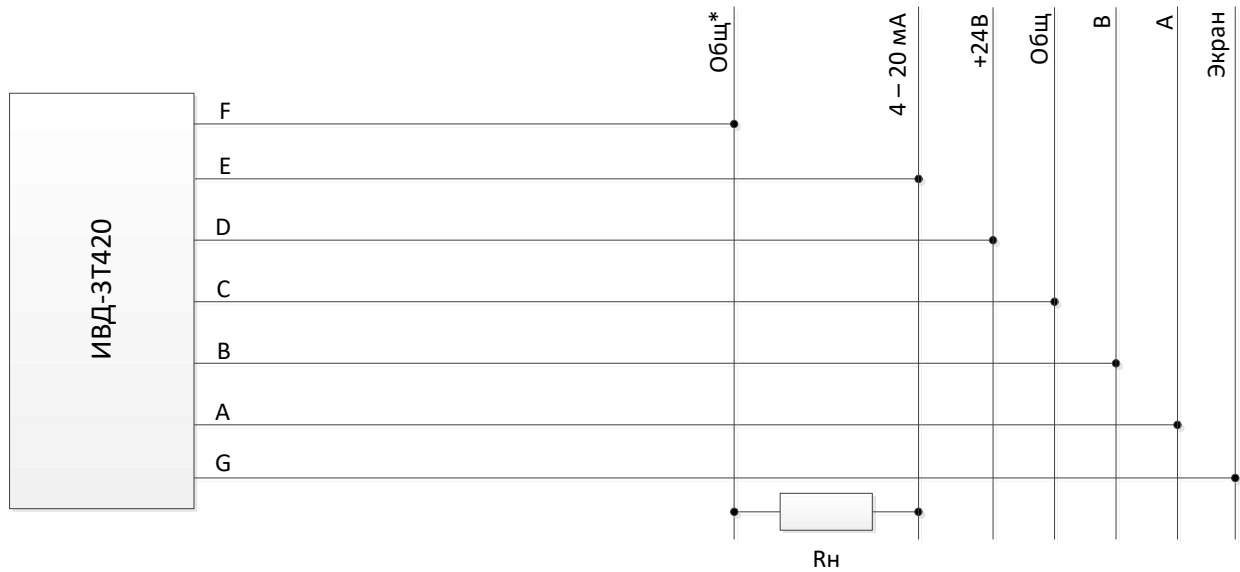


Рисунок В.4

Таблица В.4 – Маркировка жил кабеля датчика ИВД-3Т420

Обозначение	Соответствующая электрическая цепь	Цветовая маркировка
А	Интерфейс RS-485, A(Data+)	Желтый
В	Интерфейс RS-485, B(Data-)	Зеленый
С	Питание, общий	Черный
Д	Питание, от 12 до 24 В	Красный
Е	Значение СКЗ виброскорости*	Желто-черный
F	Питание, общий*	Зелено-черный
Г	Экран (заземляющая жила)	Белый

Примечание – * для модификаций ИВД-3Т420-1 – значение по оси Z; для модификаций ИВД-3Т420-3 – максимальное из значений по незамаскированным осям

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное) Инструкция по работе с программой ConfigIVD

Г.1 Назначение

Программа ConfigIVD предназначена для проверки и настройки датчиков на предприятии – изготовителе и на объекте заказчика.

Программа поставляется в виде исполняемого *exe* – файла.

Г.2 Подготовка к работе

Подключить датчик через адаптер RS-485/RS-232 или адаптер RS-485/USB к порту RS-232 ПК или USB-порту соответственно и подать питающее напряжение.

В папке «ConfigIVD» создать ярлык для ConfigIVD.exe – рисунок Г.1.

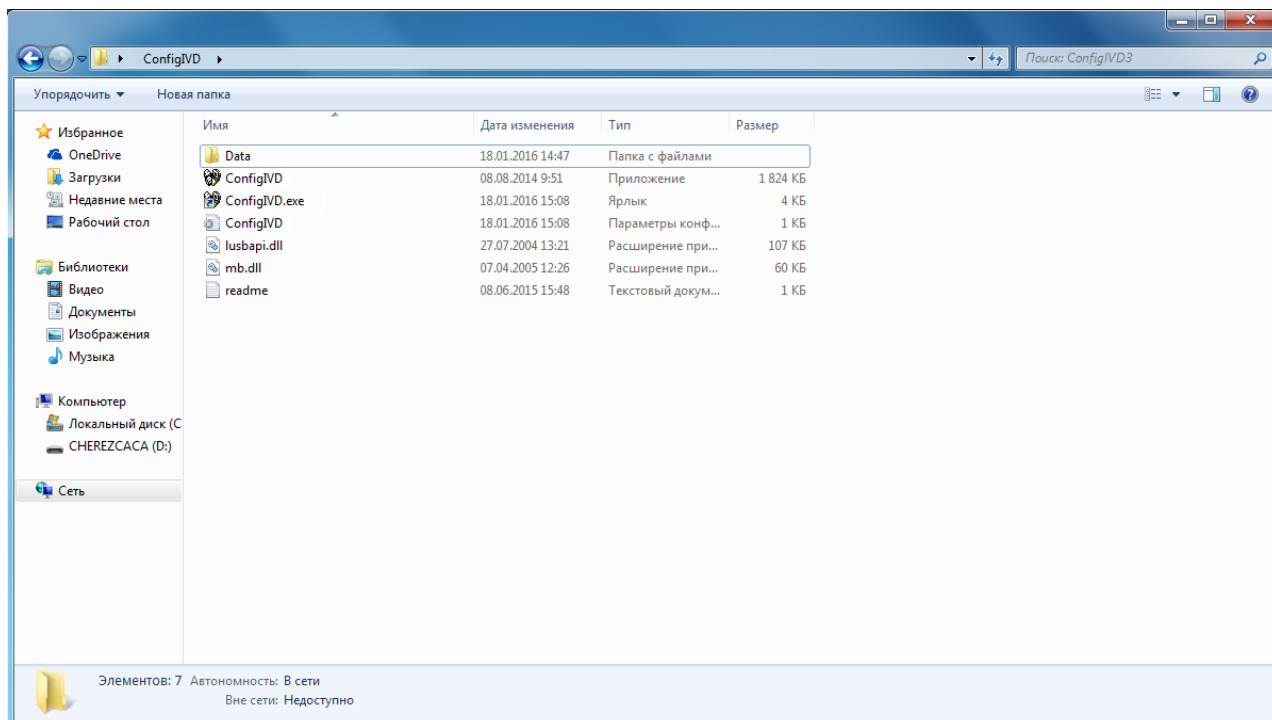


Рисунок Г.1 – Окно «ConfigIVD»

Для настройки открыть свойства ярлыка – рисунок Г.2

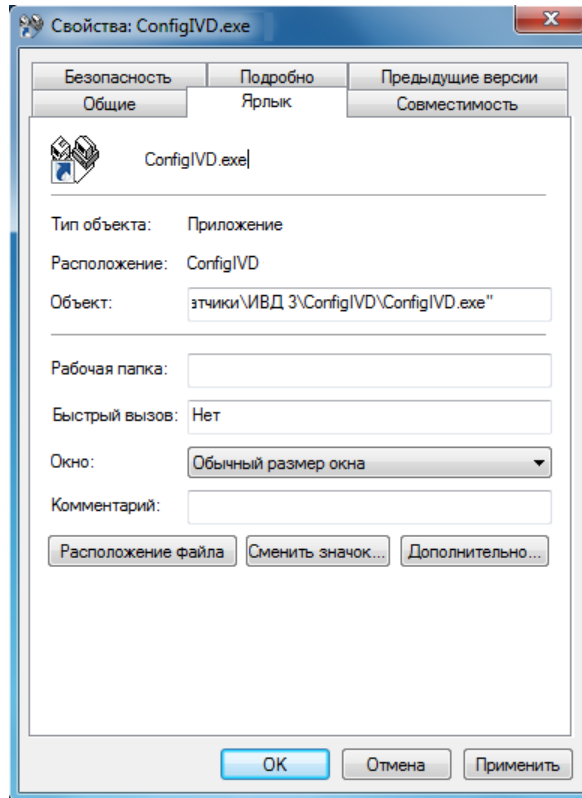


Рисунок Г.2 – Окно «Свойства: ConfigIVD.exe»

В окне «Объект» (рисунок Г.3) после ...exe» через пробел набрать /calibr/, нажать кнопки «Применить» и «ОК».

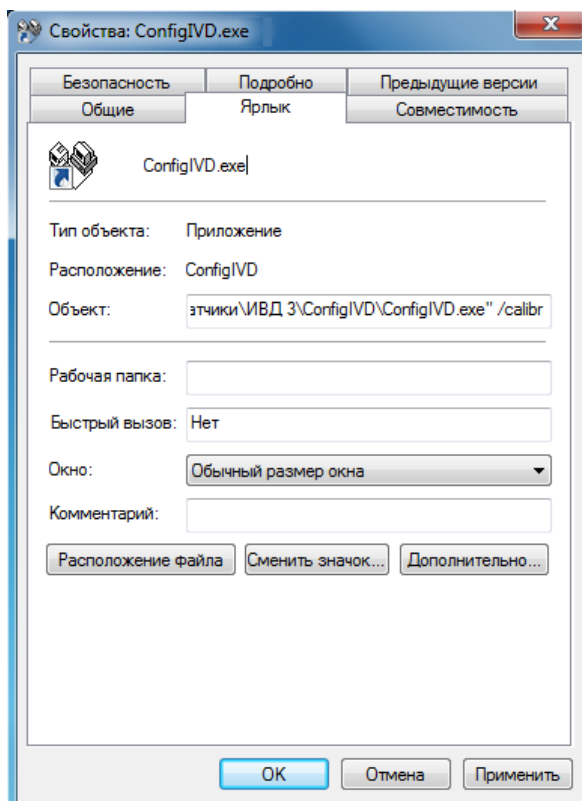


Рисунок Г.3 – Окно «Свойства: ConfigIVD.exe»

Далее ярлык можно перенести на рабочий стол и с помощью него открывать программу ConfigIVD.exe для настройки датчиков.

Г.3 Работа с программой

ВНИМАНИЕ! ВО ИЗБЕЖАНИЕ СБОЙНЫХ СИТУАЦИЙ, И ОШИБОК ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДАТЧИКА ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ МАНИПУЛЯЦИИ, НЕ ОПИСАННЫЕ В ДАННОЙ ИНСТРУКЦИИ.

Г.3.1 Установка связи с датчиком

Г.3.1.1 Запустить программу – файл ConfigIVD.exe

После запуска на экране монитора появится окно «Тестирование и настройка датчика вибрации» – рисунок Г.4.

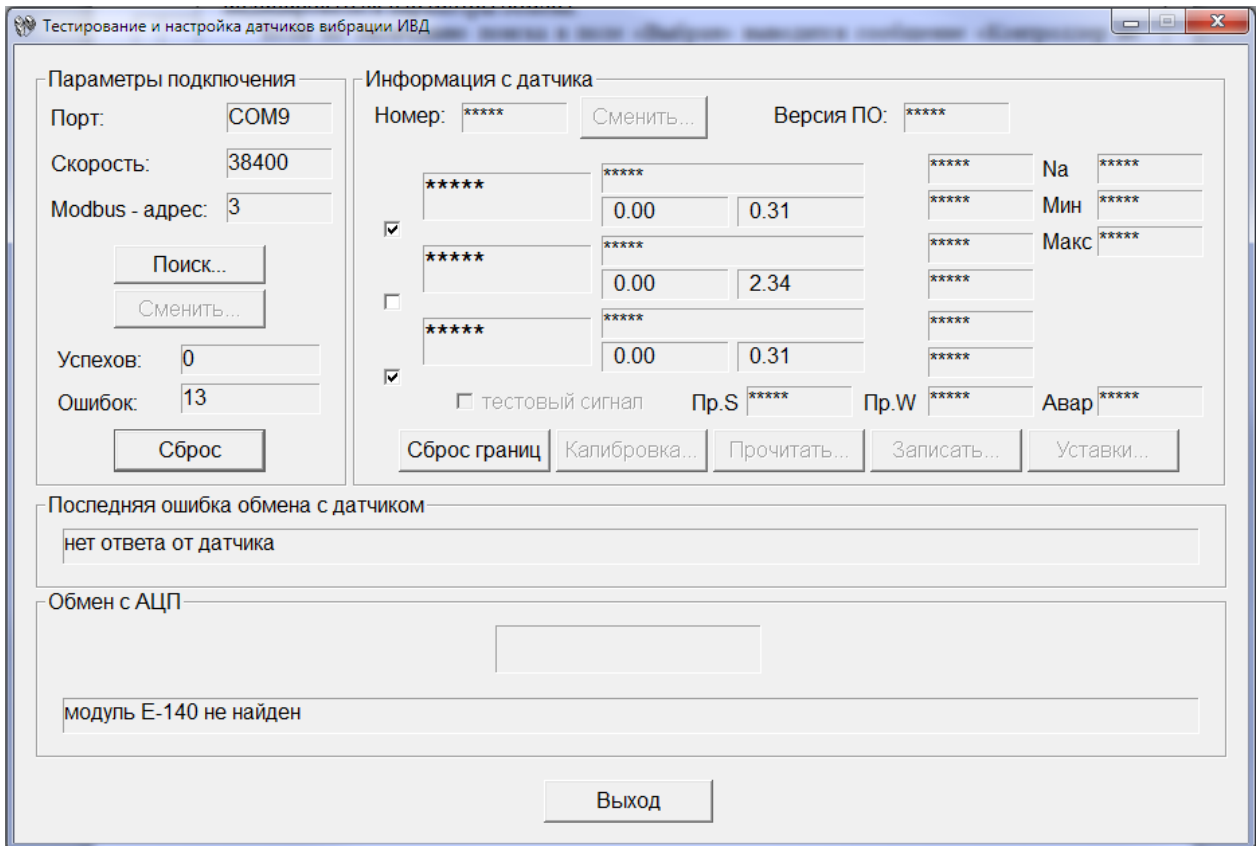


Рисунок Г.4 – Окно «Тестирование и настройка датчика вибрации»

Если номер порта, скорость обмена и адрес датчика соответствуют величинам, установленным по умолчанию, которые выводятся в соответствующих окнах на панели «Параметры подключения», то в окне «Успехов» будет увеличивающееся количество успешных обменов. Обмен с датчиком считается установленным.

Если обмен с датчиком не установлен, то в окне «Ошибок» будет выводиться увеличивающееся количество ошибок обмена. В этом случае необходимо провести следующие действия.

Г.3.1.2 Нажмите кнопку* «Поиск»

Примечание – * Здесь и далее по тексту выражение «Нажать кнопку» означает, что необходимо «щелкнуть» левой кнопкой «мыши» на соответствующей виртуальной кнопке.

При нажатии кнопки «поиск» открывается форма «Поиск датчика» – рисунок Г.5

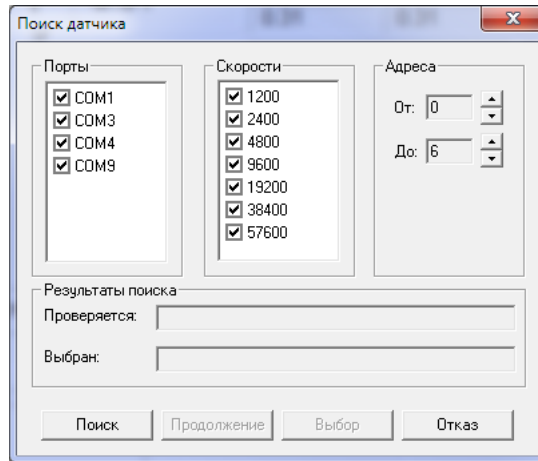


Рисунок Г.5 – Окно «Поиск датчика»

Г.3.1.3 В окне «Поиск датчика» задать номер порта, через который датчик подключен к ПК, скорости обмена и диапазон адресов обмена. Нажмите кнопку «Поиск».

На панели «Результаты поиска» в окне «Проверяется» будут индицироваться текущие параметры поиска, а в случае успешного окончания поиска в окне «Выбран» будут индицироваться параметры обмена.

Если по окончании поиска в окне «Выбран» выводится сообщение «Контроллер не найден», то это свидетельствует либо о неисправности датчика, либо о неисправности линии, либо о неправильных действиях оператора.

Г.3.1.4 Нажмите кнопку «Выбор»

При этом закрывается форма «Поиск датчика» и на панели «Параметры подключения» в окнах «Порт», «Скорость», «Modbus – адрес» индицируются выбранные параметры обмена, а в окне «Успехов» индицируется увеличивающееся число успешных обменов – рисунок Г.6.

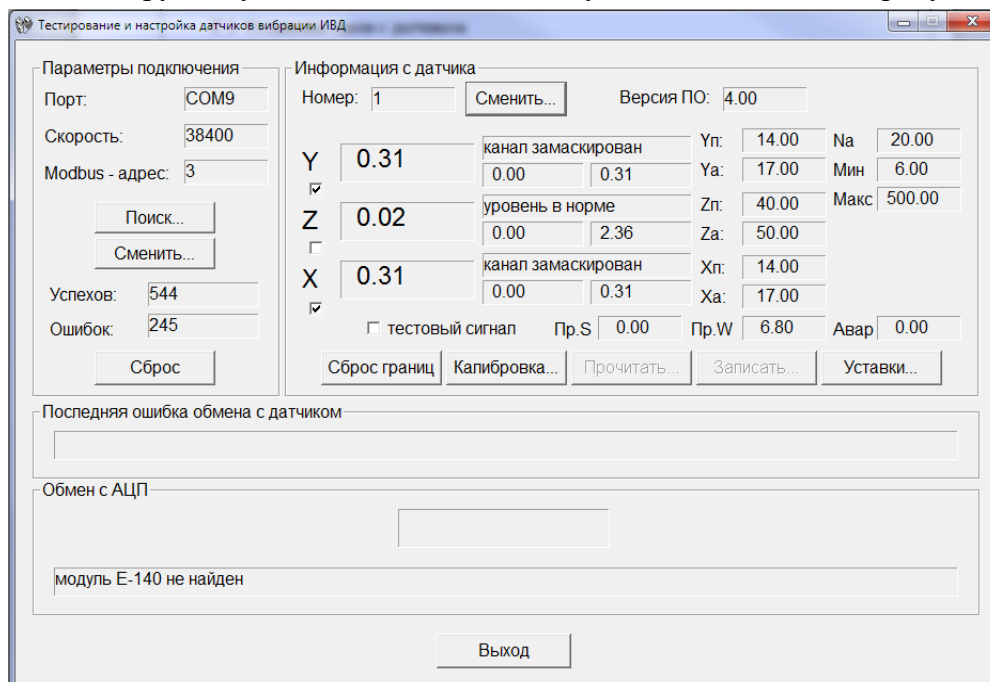


Рисунок Г.6 – Окно «Тестирование и настройка датчика вибрации»

Г.3.2 Изменение параметров обмена

При необходимости пользователь может изменить параметры обмена.

Г.3.2.1 В окне «Тестирование и настройка датчика вибрации» на панели «Параметры подключения» нажать кнопку «Сменить» при этом открывается форма «Сменить параметры обмена» - рисунок Г.7.

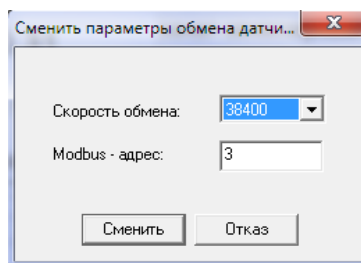


Рисунок Г.7 – Окно «Сменить параметры обмена»

Г.3.2.2 На форме «Сменить параметры обмена» в окне «Скорость обмена» выбрать из списка нужную скорость, в окне «Modbus-адрес» ввести требуемый номер и нажать кнопку «Сменить» (или «Отказ» при отказе от изменений).

Форма «Сменить параметры обмена» закрывается, а на форме «Тестирование и настройка датчика вибрации» появляются новые значения параметров обмена.

ВНИМАНИЕ! ПРИ ВВОДЕ НЕКОРРЕКТНЫХ ДАННЫХ ОБМЕН С ДАТЧИКОМ БУДЕТ ПРЕКРАЩЕН.

В этом случае необходимо вернуться к Г.3.1.

Г.3.3 Изменение уставок

Значения предупредительной и аварийной уставок могут быть изменены пользователем.

Г.3.3.1 На форме «Тестирование и настройка датчика вибрации» на панели «Информация с датчика» нажать кнопку «Уставки», при этом откроется форма «Сменить уставки» - рисунок Г.8.

Г.3.3.2 В соответствующие окна введите требуемое значение уставок и нажмите кнопку «Сменить» (или «Отказ» при отказе от изменения).

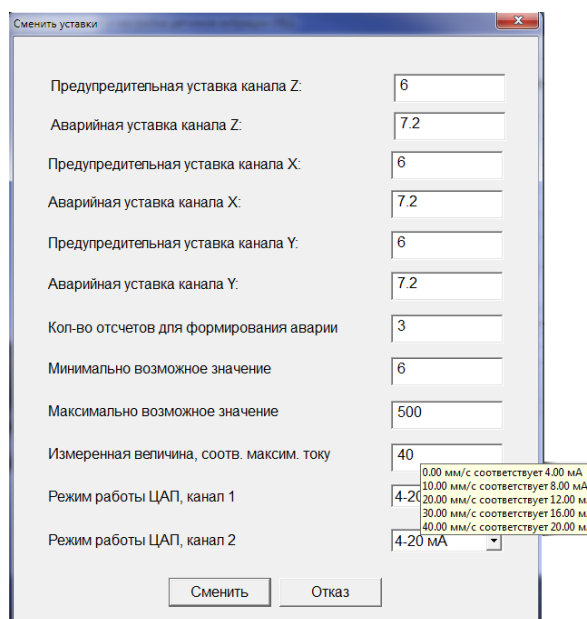


Рисунок Г.8 – Окно «Сменить уставки»

В соответствующие поля введите требуемое значение уставок и нажмите кнопку «Сменить» (или «Отказ» при отказе от изменения).

При этом окно «Сменить уставки» закрывается, а в окне «Тестирование и настройка датчика вибрации» на панели «Информация с датчика» в соответствующих полях индицируются новые значения уставок.

При наведении курсора на область «Измеренная величина, соотв. максим. току», всплывает подсказка.

Г.4 Калибровка датчика.

Г.4.1. Калибровка осей чувствительности датчика

В окне «Тестирование и настройка датчика вибрации» на панели «Информация с датчика» нажать кнопку «Калибровка», при этом откроется окно «Калибровка трехкомпонентного датчика» - рисунок Г.9.

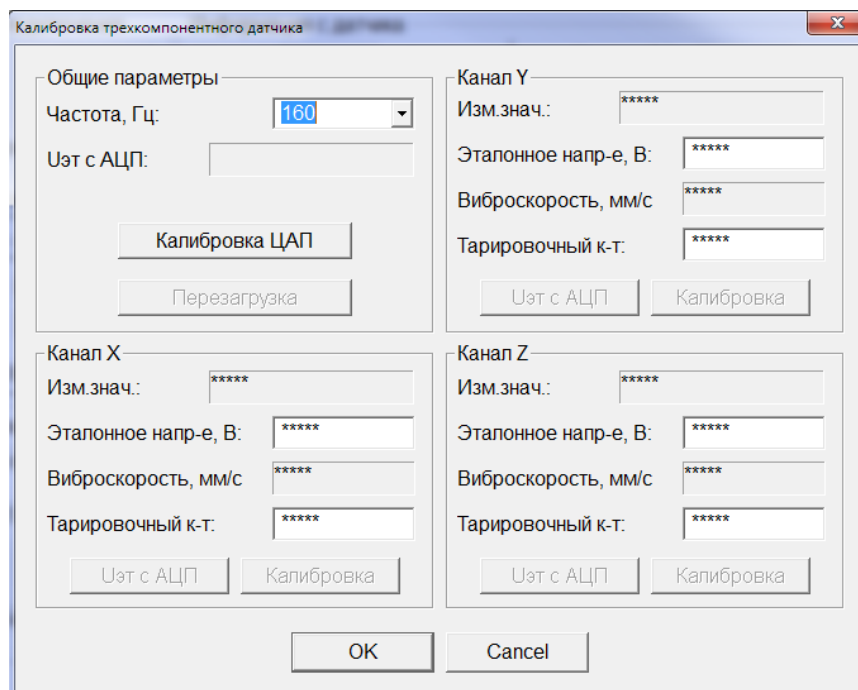


Рисунок Г.9 – Окно «Калибровка трехкомпонентного датчика»

На панели «Общие параметры» в поле «Частота» выставить величину частоты вибростенда, ввести её в память программы клавишей «Enter».

Панель разбита на области, соответствующие трем каналам датчика. В окне «Тарировочный к-т» выводится текущее значение тарировочного коэффициента по каждому каналу.

Калибровку датчика можно выполнить тремя способами: рассчитав тарировочный коэффициент, определив эталонное напряжение или используя внешний АЦП.

Г.4.1.1 Калибровка датчика с расчетом тарировочного (калибровочного) коэффициента.

Установить датчик на вибростенд, задать необходимый уровень вибрации, $V_{эт}$, мм/с. Измеренное значение скорости вибрации, $V_{д}$, мм/с считать с программы ConfigIVD, в окне «Изм.знач.» на одной из панелей «Канал X», «Канал Y», Канал Z» (в зависимости от того, какой канал датчика ИВД-3 калибруется).

Произвести расчет тарировочного коэффициента, K , по формуле (Г.1).

$$K = \frac{V_{эт}}{V_{д}}, \quad (Г.1)$$

где K – тарировочный коэффициент;

$V_{эт}$ – уровень вибрации на вибростенде, мм/с;

$V_{д}$ – показания датчика, мм/с.

Ввести полученное значение в окно «Тарировочный к-т», записать его в память датчика клавишей «Enter».

Г.4.1.2 Калибровка датчика с помощью определенного эталонного значения.

Установить датчик на вибростенд и задать необходимый уровень вибрации на вибростенде. На одной из панелей «Канал X», «Канал Y», «Канал Z» (в зависимости от того, какой канал датчика ИВД-3 калибруется) в поле «Эталонное напряжение, В» введите значение напряжения, рассчитанное по формуле (Г.2).

$$U_{\text{эт}} = 10^{-4} \cdot (2 \cdot \pi \cdot f) \cdot V_{\text{кал}} \quad (\text{Г.2})$$

где $V_{\text{кал}}$ – значение виброскорости, мм/с, заданное на вибростенде,

f – частота вибростенда, Гц.

Нажмите кнопку «Enter».

Численные значения коэффициента перед $V_{\text{кал}}$ приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1

Частота вибростенда, Гц.	Значение коэффициента $10^{-4} \cdot (2\pi f)$
159,2	0,10000
79,6	0,05000
64	0,04021
45	0,02827

В поле «Виброскорость, мм/с» должна появиться величина виброскорости на стенде.

Нажмите кнопку «Калибровка», при этом в память датчика записывается новое значение тарифовочного коэффициента.

Г.4.1.3 Калибровка датчика с использованием внешнего АЦП

К ПК подключить внешний АЦП (L-Card, E14-140-M) и установить на ПК все необходимые драйверы.

На канал 1 АЦП подключить сигнал обратной связи с эталонного датчика (сигнал виброускорения, с заранее настроенной чувствительностью 100 мВ/м/с²).

После подключения АЦП установить датчик на вибростенд и задать необходимый уровень вибрации. Нажать кнопку «Uэт с АЦП».

Нажать кнопку «Калибровка», при этом в память датчика записывается новое значение тарифовочного коэффициента.

Г.4.2. Калибровка ЦАП

Пользователь может произвести калибровку ЦАП.

В окне «Калибровка трехкомпонентного датчика» нажать на кнопку «Калибровка ЦАП», при этом откроется окно «Калибровка ЦАП» (рисунок Г.10).

К выходным каналам датчика подключить мультиметр.

В окне «Калибровка ЦАП» нажать на кнопку «Подать на ЦАП минимальное значение». С мультиметра считать значение тока на выходе и внести его в поле «значение на выходе, мА».

В окне «Калибровка ЦАП» нажать на кнопку «Подать на ЦАП максимальное значение». С мультиметра считать значение тока на выходе и внести его в поле «значение на выходе, мА».

Нажать на кнопку «Калибровка», при этом произойдет калибровка ЦАП. Кнопку «Отмена» нажать при отменен калибровки.

Для завершения калибровки ЦАП нажать на кнопку «Выход».

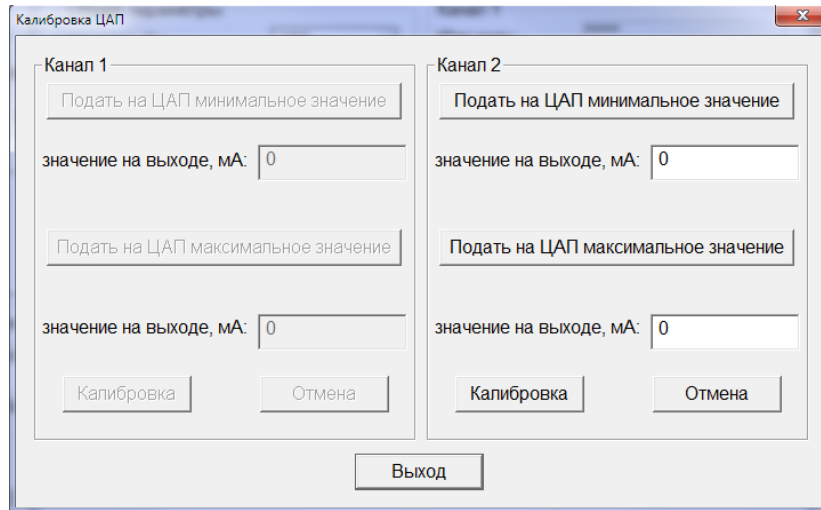


Рисунок Г.10 – Окно «Калибровка ЦАП»

Нажмите кнопку «ОК» в окне «Калибровка трехкомпонентного датчика», для его закрытия.

По завершению работы с программой ConfigIVD нажать на кнопку «Выход» в окне «Тестирование и настройка датчиков вибрации».

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Описание программного обеспечения

Д.1 Назначение

Программа предназначена для обеспечения работы датчиков ИВД-3, производящих передачу данных по интерфейсу RS-485 в контроллер верхнего уровня по протоколу Modbus RTU и выдачу дискретных сигналов при превышении заданной уставки.

Д.2 Основные характеристики

Формат входных / выходных данных – 32-разрядный с плавающей запятой по стандарту IEEE-754.

Скорости обмена по RS-485 от 1200 бод до 57,6 Кбод.

Д.3 Принципы работы

В течение некоторого периода времени идет накопление данных, по окончании данного периода осуществляется расчет величины СКЗ виброскорости. Данные действия составляют цикл расчета.

Достоверными данными после подачи питания считаются данные полученные после первых двух циклов расчета.

Событием считается смена статуса выходных каскадов для управления реле:

- нормальный («-1») – реле разомкнуто;
- предупредительный («значение»>0) – реле замкнуто;
- аварийный («значение»>0) – реле замкнуто.

По каждому каналу задаются предупредительные и аварийные уставки. В зависимости от соотношения величины зазора и этих уставок, определяется статус канала: нормальный («-1»), предупредительный («-2») и аварийный («-107»).

В регистре «счетчик событий» фиксируется количество событий с момента включения питания.

В регистры «последнее событие» заносится номер реле, по которому зафиксировалось последнее событие.

Д.4 Работа с датчиком

Д.4.1 Опрос данных

Данные хранятся в области «3х...» и доступны для чтения соответствующими командами Modbus. Номера регистров и их назначение:

1-2 «Z» - измеренное значение* по оси Z, период обновления 1,5 с;

Примечание: -* - значения – положительные числа с плавающей запятой.

3-4 «X» - измеренное значение по оси X, период обновления 1,5 с;

5-6 «Y» - измеренное значение по оси Y, период обновления 1,5 с;

7-8 «Превышение предупредительной уставки по одной из осей» - текущий статус реле по превышению вибрацией предупредительной уставки по одной из осей;

9-10 Превышение аварийной уставки по одной из осей - текущий статус реле по превышению вибрацией аварийной уставки по одной из осей;

Возможные значения статусов:

–«-1» - реле разомкнуто, текущий уровень ниже соответствующей уставки;

–«значение>0» - реле замкнуто, произошло срабатывание реле при достижении уровня в канале значения, которое выше соответствующей уставки. Значение, при котором произошло срабатывание, фиксируется в значении статуса. При изменении текущей величины вибрации до значения ниже уровня уставки сигнал управления реле снимается.

17-18 «Счетчик событий» - количество события с момента включения питания, событие – изменение статуса реле;

19-20 «Последнее событие» - код реле, по которому было зафиксировано последнее событие («1» предупредительный, «2» аварийный);

29-30 «Режим работы» - код режима работы, задается аппаратно и определяется автоматически при запуске датчика.

ВНИМАНИЕ! ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОТЕРИ «РАБОЧИХ» НАСТРОЕК, РЕКОМЕНДУЕМ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ПРОГРАММОЙ-КОНФИГУРАТОРОМ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.

Данные доступные для записи хранятся в области «4х...» и доступны для записи/чтения соответствующими командами Modbus. Новые данные вступят в силу только после соответствующей команды «Записать 4х0001-4х0032», описанной ниже. Исключение составляет лишь запись группы регистров 4х0001-4х0004, после которой произойдет перезагрузка с новыми значениями (остальные комбинации групп записанных регистров исключениями не являются). Номера регистров и их назначение:

1-2 «Скорость» - скорость в сети, может принимать стандартные фиксированные значения (1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600);

3-4 «Номер в сети» - номер в сети, может принимать значения «0»-«247»;

5-6 «Эталон Z»- эталонное значение вибрации по оси Z;

7-8 «Калибровочный коэффициент Z»- калибровочный коэффициент канала по оси Z;

9-10 «Эталон X» - эталонное значение вибрации по оси X;

11-12 «Калибровочный коэффициент X»- калибровочный коэффициент канала по оси X;

13-14 «Эталон Y» - эталонное значение вибрации по оси Y;

15-16 «Калибровочный коэффициент Y»- калибровочный коэффициент канала по оси Y;

Эталонные значения задаются на этапе калибровки. После записи «1» в один из регистров в области 0х «калибр Z», «калибр X» или «калибр Y», происходит автоматический расчет калибровочного коэффициента для соответствующего канала.

17-18 «Номер датчика» - заводской номер датчика, который присваивается изготовителем на этапе первоначальной калибровки;

19-20 «Уставка предупредительная Z» - предупредительный уровень по оси Z;

21-22 «Уставка аварийная Z» - аварийный уровень по оси Z;

23-24 «Уставка предупредительная X» - предупредительный уровень по оси X;

25-26 «Уставка аварийная X» - аварийный уровень по оси X;

27-28 «Уставка предупредительная Y» - предупредительный уровень по оси Y;

29-30 «Уставка аварийная Y» - аварийный уровень по оси Y;

Уровни уставок задаются в тех же единицах измерения, в которых откалиброван канал. При достижении одной из уставок, будет выдан сигнал на управление соответствующим реле. Снятие сигнала происходит при снижении уровня уставки. В «Счетчик событий» и «Последнее событие» фиксируются соответственно код реле и уровень срабатывания (либо «-1» если сигнал снят).

31-32 «Маскирование канала» - тип 32- разрядное целое, младшие три бита маскирование каналов, нулевой бит-маскирование Z, первый бит – маскирование X, третий бит – маскирование Y.

Д.4.2 Запись данных

После записи регистров из области «4х...» новые данные хранятся в ОЗУ, чтобы записать их в ПЗУ необходимо записать «1» в 0x01, при этом произойдет перезагрузка датчика с новыми параметрами. Для перезапуска датчика без внесения изменений необходимо записать «1» в 0x06.

Д.4.3 Карта памяти

Таблица Д.1 - Режим работы датчика ИВД-3

Номер единичного выхода в области «0х...»	Область данных 0х (coils)	Номера регистров	Область данных доступных для чтения 3х (InputRegisters)	Номера регистров	Область данных доступных для записи 4х (HoldingRegisters)
1	Записать 4х0001-4х0038	1-2	Z	1-2	Скорость
2	Калибр Z	3-4	X	3-4	Номер в сети
3	Калибр X	5-6	Y	5-6	Эталон Z
4	Калибр Y	7-8	Статус реле «Превышение предупредительной уставки»	7-8	Калибровочный коэффициент Z
5	Режим работы «3»	9-10	Статус реле «Авария по одной из осей»	9-10	Эталон X
6	Перезагрузка	11-12	Статус канала “Z”	11-12	Калибровочный коэффициент X
		13-14	Статус канала “X”	13-14	Эталон Y
		15-16	Статус канала “Y”	15-16	Калибровочный коэффициент Y
		29-30	Режим работы	19-20	Уставка предупредительная Z
				21-22	Уставка аварийная Z
				23-24	Уставка предупредительная X
				25-26	Уставка аварийная X
				27-28	Уставка предупредительная Y
				29-30	Уставка аварийная Y
				31-32	Маскирование каналов
				33-34	Количество отсчетов для формирования аварийного сигнала

Д.5 Протокол Modbus. Функции

Д.5.1 Передача в сети Modbus

Стандартные Modbus-порты используют совместимый последовательный интерфейс RS-232C. Устройства с контроллерами могут быть соединены напрямую или через модем. Устройства соединяются, используя технологию главный-подчиненный, при которой только одно устройство (главный) может инициировать передачу (сделать запрос). Другие устройства (подчиненные) передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия. Датчик является подчиненным устройством в сети, и не может инициировать передачу.

Д.5.2 Цикл «запрос - ответ»

Таблица Д.2

Запрос от главного	Ответ подчиненного
Адрес устройства	Адрес устройства
Код функции	Код функции
8-битные байты данных	8-битные байты данных
Контрольная сумма	Контрольная сумма

Запрос: Код функции в запросе сообщает подчиненному устройству, какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции «3» осуществляет запрос на чтение содержимого регистров подчиненного.

Ответ: Если подчиненный дает нормальный ответ, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится запрошенная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется, и в байтах данных передается причина ошибки.

Д.5.3 Режим последовательной передачи

В сетях Modbus может быть использован способ передачи RTU. В этом режиме сообщение начинается с интервала тишины равного времени передачи 3,5 символов при данной скорости передачи в сети, затем передается адрес устройства.

Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала. Фрейм сообщения передается непрерывно. Если интервал тишины продолжительностью 3,5 символа возник во время передачи фрейма, принимающее устройство заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения.

Таким образом, если новое сообщение начнется раньше интервала в 3,5 символа, принимающее устройство воспримет его как продолжение предыдущего сообщения. В этом случае устанавливается ошибка, так как возникнет несовпадение контрольных сумм.

Д.5.3.1 Содержание адресного поля

Адресное поле фрейма содержит 8 бит. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне 1 - 247. Каждому подчиненному устройству присваивается адрес в пределах от 1 до 247.

Д.5.3.2 Содержание поля функции

Поле функции фрейма содержит 8 бит. Функции, реализованные в датчике, приведены ниже.

Когда подчиненный отвечает главному, он использует поле кода функции для фиксации ошибки. В случае нормального ответа подчиненный повторяет оригинальный код функции. Если имеет место ошибка, возвращается код функции с установленной единицей в старшем бите.

Например, сообщение от главного подчиненному прочитать группу регистров имеет следующий код функции:

0000 0011 (03 hex).

Если подчиненный выполнил затребованное действие без ошибки, он возвращает такой же код. Если имеет место ошибка, то он возвращает:

1000 0011 (83 hex).

В добавление к изменению кода функции, подчиненный размещает в поле данных заводской код, который говорит главному, какая именно ошибка произошла или причину ошибки. Возможные варианты ошибок так же приведены ниже.

Д.5.3.3 Содержание поля данных

Поле данных в сообщении от главного к подчиненному содержит дополнительную информацию, которая необходима подчиненному для выполнения указанной функции. Оно может содержать адреса регистров или выходов, их количество, счетчик передаваемых байтов данных.

Например, если главный запрашивает у подчиненного прочитать группу регистров (код функции 03), поле данных содержит адрес начального регистра и количество регистров. Если главный хочет записать группу регистров (код функции 10 hex), поле данных содержит адрес начального регистра, количество регистров, счетчик количества байтов данных и данные для записи в регистры.

Д.5.3.4 Содержание поля контрольной суммы

Поле контрольной суммы содержит 16-ти битовую величину. Контрольная сумма является результатом вычисления Cyclical Redundancy Check сделанного над содержанием сообщения. CRC добавляется к сообщению последним полем младшим байтом вперед.

Д.6 Функции, реализованные в программе

Д.6.1 Стандартные функции

Д.6.1.1 Read Holding Registers

Чтение двоичного содержания регистров (ссылка 4X) в подчиненном.

Сообщение запроса специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения. Регистры адресуются начина с 0: регистры 1-16 адресуются как 0-15.

В таблице Д.3 приведен пример чтения регистров 40108-40110 с подчиненного устройства 17.

Таблица Д.3

Запрос Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	03
Начальный адрес ст.	00
Начальный адрес мл.	6B
Количество регистров ст.	00
Количество регистров мл.	03
Контрольная сумма	--

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Для каждого регистра, первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты. Максимально возможное количество регистров опроса - 32. Ответ выдается, когда все данные укомплектованы.

Пример ответа на запрос, представленный выше, приведен в таблице Д.4.

Таблица Д.4

Ответ Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	03
Счетчик байт	06
Данные (регистр 40108) ст.	02
Данные (регистр 40108) мл.	2В
Данные (регистр 40109) ст.	00
Данные (регистр 40109) мл.	00
Данные (регистр 40110) ст.	00
Данные (регистр 40110) мл.	64
Контрольная сумма	--

Д.6.1.2 Read Input Registers

Чтение двоичного содержания входных регистров (ссылка 3X) в подчиненном.

Запрос содержит номер начального регистра и количество регистров для чтения. В таблице Д.5 приведен пример запроса для чтения регистра 30009 с подчиненного устройства 17.

Таблица Д.5

Запрос Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	04
Начальный адрес ст.	00
Начальный адрес мл.	6В
Количество регистров ст.	00
Количество регистров мл.	03
Контрольная сумма	--

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Для каждого регистра, первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты. Ответ выдается, когда все данные укомплектованы.

Пример ответа на запрос, представленный выше, приведен в таблице Д.6.

Таблица Д.6

Ответ Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	04

Продолжение таблицы Д.6

Ответ Имя поля	Пример
Счетчик байт	02
Данные (регистр 30009) ст.	00
Данные (регистр 30009) мл.	2A
Контрольная сумма	--

Д.6.1.3 Force Single Coil

Установка единичного выхода (ссылка 0X) в ON или OFF.

Запрос содержит номер выхода для установки. Выходы адресуются, начиная с 0. Выход 1 адресуется как 0.

Состояние, в которое необходимо установить выход (ON/OFF) описывается в поле данных. Величина FF00 Hex - ON. Величина 0000 - OFF. Любое другое число неверно и не влияет на выход.

В приведенном в таблице Д.7 примере устанавливается выход 173 в состояние ON в подчиненном устройстве 17.

Таблица Д.7

Запрос Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	05
Адрес выхода ст.	00
Адрес выхода мл.	AC
Данные ст.	FF
Данные мл.	00
Контрольная сумма	--

Нормальный ответ повторяет запрос – таблица Д.8.

Таблица Д.8

Ответ Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	05
Адрес выхода ст.	00
Адрес выхода мл.	AC
Данные ст.	FF
Данные мл.	00
Контрольная сумма	--

Д.6.1.4 (10 Hex) Preset Multiple Regs

Запись данных в последовательность регистров (ссылка 4X). При широковещательной передаче, функция устанавливает подобные регистры во всех подчиненных устройствах.

Запрос специфицирует регистры для записи. Регистры адресуются начиная с нуля.

Данные для записи в регистры содержатся в поле данных запроса.

Пример запроса на установку двух регистров, начиная с 40002 в 00 0A и 01 02 Hex, в подчиненном устройстве 17 приведен в таблице Д.9

Таблица Д.9

Запрос Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	10
Начальный адрес ст.	00
Начальный адрес мл.	01
Количество регистров ст.	00
Количество регистров мл.	02
Счетчик байт	02
Данные ст.	00
Данные мл.	0A
Данные ст.	01
Данные мл.	02
Контрольная сумма	--

Нормальный ответ содержит адрес подчиненного, код функции, начальный адрес, и количество регистров.

Д.7 Сообщения об ошибках

Д.7.1 Одна из четырех ситуаций может иметь место при запросе главного к подчиненному:

- если подчиненное устройство приняло запрос без коммуникационных ошибок, и может нормально распознать запрос, оно возвращает нормальный ответ;
- если подчиненное устройство не приняло запрос, ответ не возвращается; главный ожидает ответа на запрос в течение определенного таймаута;
- если подчиненный принял запрос, но обнаружил коммуникационную ошибку (паритет, ошибка контрольной суммы), то ответ не возвращается; главный ожидает ответа на запрос в течение определенного таймаута;
- если подчиненный принял запрос без коммуникационной ошибки, но не может выполнить затребованную функцию (например, чтение несуществующих выходов или регистров), подчиненный возвращает сообщение об ошибке и ее причинах.

Д.7.2 Сообщение об ошибке имеет два поля, которые отличаются от полей нормального ответа:

- поле кода функции;
- поле данных.

Д.7.3 Поле кода функции. В нормальном ответе, подчиненный повторяет код функции содержащийся в поле кода функции запроса. Во всех кодах функций старший значащий бит установлен в 0. При возврате сообщения об ошибке подчиненный устанавливает этот бит в 1.

При установленном старшем бите в коде функции главный распознает сообщение об ошибке, и может проанализировать поле данных сообщения.

Д.7.4 Поле данных. В нормальном ответе, подчиненный может возвращать данные или статистику в поле данных (любую информацию, которая затребована в запросе). В сообщении об ошибке, подчиненный возвращает код ошибки в поле данных.

В таблице Д.10 показан пример запроса главного и сообщения об ошибке подчиненного.

Таблица Д.10

Запрос Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	0A
Функция	01
Начальный адрес ст.	04
Начальный адрес мл.	A1
Количество регистров ст.	00
Количество регистров мл.	01
Контрольная сумма (LRC)	--

Таблица Д.11 – Сообщение об ошибке

Имя поля	Пример
Адрес подчиненного	0A
Функция	81
Код ошибки	02
Контрольная сумма (LRC)	--

В данном примере главный адресует подчиненное устройство 10. Код функции (01) - Read Coil Status. В запросе требуется прочитать выход с адресом 1245.

Если указанный выход не существует, подчиненный возвращает сообщение об ошибке с кодом ошибки (02). Этот код специфицирует несуществующий адрес данных в подчиненном. Например, если подчиненный 984-385 с 512 выходами, то этот код ошибки будет возвращаться при обращении к несуществующим выходам.

Таблица Д.12 – Список кодов ошибок представлен ниже

Код	Название	Описание
01	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не может быть обработан на подчиненном
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных указанный в запросе не доступен данному подчиненному
03	ILLEGAL DATA VALUE	Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является недопустимой величиной для подчиненного

Ответ с кодом ошибки «02» приходит в ответ на:

- запрос на чтение, если адреса ВСЕХ запрашиваемых регистров не доступны для данной версии ПО;
- запрос на чтение регистров значений аналогового модуля, если данные не обновились после перезагрузки;
- запрос на запись, если адреса хотя бы одного из запрашиваемых регистров не доступны для данной версии ПО.