

ООО «Прософт-Системы»



ОКП 42 7718

ДАТЧИКИ ВИБРАЦИИ ИВД-4

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПБКМ.468223.004 РЭ

Екатеринбург

2016

Содержание

1 Описание и работа	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Технические характеристики	4
1.3 Комплектность поставки	8
1.4 Устройство и работа	8
1.5 Маркировка	10
1.6 Упаковка	10
2 Использование по назначению	11
3 Техническое обслуживание	12
4 Ремонт	12
5 Поверка и калибровка	12
6 Хранение	13
7 Транспортирование	13
8 Утилизация	13
9 Гарантии изготовителя	13
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Ссылочные нормативные документы	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Габаритные, присоединительные и установочные размеры	16
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Схема подключения датчика и маркировки его кабеля	17
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное) Блок-схема подключения датчика ИВД-4 к барьеру искробезопасности	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (справочное) Инструкция по работе с программой ConfigIVD	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное) Описание программного обеспечения	28

Дата введения 19.11.2016.

Руководство по эксплуатации (далее по тексту Руководство) содержит сведения о принципе работы, конструктивном исполнении, техническом обслуживании и эксплуатации датчиков вибрации ИВД-4.

К работе с датчиками допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже третьей и изучившие настоящее руководство.

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-4 предназначены для измерения среднего квадратичного значения (далее – СКЗ) виброскорости и мгновенного значения виброускорения в направлении перпендикулярном поверхности оборудования в месте контакта датчика.

Датчики применяют 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 Датчик соответствует требованиям ТУ 4277-004-55181848-2014, ГОСТ 30852.16, ГОСТ 31610.0, ГОСТ 31610.11, ГОСТ 31610.19, ГОСТ IEC 60079-10-1, ПУЭ, ГОСТ 30296 и комплекту конструкторской документации ПБКМ.468223.004.

1.2.2 Модификации датчиков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Модификации датчиков вибрации ИВД-4

Вариант исполнения*	Формируемый сигнал		Число жил кабеля
	Тип	Назначение	
ИВД-4	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости	5
ИВД-4-А	Токовый	Измерение СКЗ виброскорости	3
ИВД-4-У	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости	7**
	Токовый	Измерение мгновенного значения виброускорения	
ИВД-4-С	Цифровой	Измерение СКЗ виброскорости	7**
	Токовый	Измерение СКЗ виброскорости	

Примечание: * - на корпусе указан тип изделий, вариант исполнения указан в паспорте;

** - в число жил входят две интерфейсные жилы, необходимые для настройки датчика, которые при эксплуатации могут не использоваться.

1.2.3 Время установления рабочего режима не более 5 с.

1.2.4 Датчики имеют непрерывный режим работы.

1.2.5 Электропитание датчиков напряжением постоянного тока от 12 до 26 В, ток потребления:

– для модификаций ИВД-4, ИВД-4-У, ИВД-4-С не более 60 мА;

– для модификации ИВД-4-А не более 4 мА.

1.2.6 Частотная характеристика на низких и высоких частотах имеет наклон не менее 6 дБ / октаву.

1.2.7 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 по классификации ГОСТ 30852.5, ГОСТ 30852.11.

1.2.8 Метрологические и технические характеристики датчиков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений мгновенного значения виброускорения, м/с ²	от 0,2 до 45,0
Диапазон измерений СКЗ виброскорости, мм/с	от 0,5 до 30,0
Диапазон рабочих частот при измерении мгновенного значения виброускорения и СКЗ виброскорости, Гц	от 10 до 1000
Диапазоны выходного сигнала постоянного тока, мА	0 – 20* 4 – 20
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений мгновенного значения виброускорения и СКЗ виброскорости, %	± 10
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5
Уровень собственного шума, мм/с, не более	0,03
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений мгновенного значения виброускорения и СКЗ виброскорости, вызванной изменением температуры окружающего воздуха, % / °С	± 0,1
Примечание - * - для модификаций ИВД-4-С и ИВД-4-У	

1.2.9 Характеристики назначения

Датчики обеспечивают:

- измерение СКЗ виброскорости по одному направлению для всех модификаций и мгновенного значения виброускорения по одному направлению для модификации ИВД-4-У;
- формирование массива данных мгновенного значения виброускорения и передача его на верхний уровень для дальнейшего разложения по частотным составляющим методом быстрого преобразования Фурье (для модификаций ИВД-4, ИВД-4-У и ИВД-4-С);
- обмен данными по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU) для модификаций ИВД-4, ИВД-4-У и ИВД-4-С;
- воспроизведение унифицированного токового сигнала от 4 до 20 мА, пропорционального СКЗ виброскорости для модификаций ИВД-4-А и ИВД-4-С;
- воспроизведение токового сигнала (10 ± 10) мА, пропорционального мгновенному значению виброускорения для модификации ИВД-4-У;
- дистанционную конфигурацию сетевого адреса, скорости обмена для модификаций ИВД-4, ИВД-4-У и ИВД-4-С;
- возможность смены калибровочного коэффициента пользователем, при условии последующей поверки датчика для модификаций ИВД-4, ИВД-4-У и ИВД-4-С;
- хранение калибровочных коэффициентов в энергонезависимой памяти, с фиксацией контрольных сумм для модификаций ИВД-4, ИВД-4-У и ИВД-4-С.

Изоляция между жилами кабеля и корпусом в нормальных условиях эксплуатации выдерживает не менее 80 В действующего значения напряжения промышленной частоты, при предельной рабочей влажности 100 % не менее 50 В действующего значения напряжения промышленной частоты.

Сопrotивление изоляции между жилами кабеля и корпусом в нормальных условиях эксплуатации не менее 50 МОм, при предельной рабочей температуре 80 °С не менее 5 МОм, при предельной рабочей влажности 100 % не менее 1 МОм.

Датчики имеют характеристики согласно ГОСТ 31610.11 $U_i = 26,5$ В, $I_i = 300$ мА, $C_i = 0,1$ мкФ, $L_i = 1$ мкГн.

Датчик ИВД-4-С имеет характеристики канала воспроизведения унифицированного токового сигнала пропорционального СКЗ виброскорости, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики канала датчика ИВД-4-С

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество каналов	1
Диапазон воспроизведения унифицированного сигнала, мА	4 – 20
Рабочее напряжение канала, В	12
Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	500

Датчик ИВД-4-А имеет характеристики канала воспроизведения унифицированного токового сигнала СКЗ виброскорости, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики канала датчика ИВД-4-А

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество каналов	1
Диапазон воспроизведения унифицированного сигнала, мА	4 – 20
Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	$(U - 7,5) / 0,02 *$
Примечание -*: U – напряжение питания датчика, В	

Датчик ИВД-4-У имеет характеристики канала воспроизведения неунифицированного токового сигнала пропорционального мгновенному значению виброускорения, приведенные в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики канала датчика ИВД-4-У

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество каналов	1
Диапазон воспроизведения токового сигнала, мА	10 ± 10
Рабочее напряжение канала, В	5
Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	150

1.2.10 Датчики поставляются Пользователю откалиброванными и имеющими установки сетевых адресов и скорости обмена. Начальная конфигурация (сетевой адрес, скорость обмена) может быть изменена Пользователем самостоятельно в соответствии с приложением Д.

1.2.11 Характеристики надежности:

- средняя наработка на отказ не менее 100 000 часов;
- средний срок службы не менее 10 лет;
- средний срок хранения не менее 2 лет;
- среднее время восстановления (при использовании ЗИП) не превышает одного часа.

1.2.12 Характеристики устойчивости к внешним воздействиям.

Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой датчика, не менее IP 67 по ГОСТ 14254.

Оболочка датчика (I и II группа электрооборудования) имеет механическую прочность по ГОСТ 30852.0, соответствующую высокой опасности механических повреждений.

Максимальная температура нагрева наружной поверхности оболочки датчика не превышает 95 °С, а внутренних частей в нормальных условиях эксплуатации не превышает 100 °С.

Нормальные условия эксплуатации датчиков:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность от 50 до 80 %;

- тип атмосферы – II по ГОСТ 15150;
- барометрическое давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Рабочие условия эксплуатации датчиков:

- температура окружающего воздуха от минус 60 до плюс 85 °С;
- влажность воздуха до 100 % при 35 °С;
- тип атмосферы – II по ГОСТ 15150;
- барометрическое давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 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 (4 кВ) при контактном разряде и третьей степени жесткости (8 кВ) при воздушном разряде согласно ГОСТ 30804.4.2.

Датчики устойчивы к воздействию внешнего радиочастотного электромагнитного поля в полосе частот от 80 до 1000 МГц напряженностью 10 В/м, соответствующего третьей степени жесткости 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 Конструктивные характеристики

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 0,7 м не превышает 0,35 кг.

Для датчика используется кабель типа МГТФЭ 3х2х0,35 ТУ 16–505.185–71 в защитном герметичном металлорукаве МРПИ 6 ТУ 3449-013-99856433-2012. Длина постоянно присоединенного кабеля в металлорукаве 0,7 м.

Для кабеля удлинителя применяется кабель типа МГТФЭ 3х2х0,35 ТУ 16–505.185–71 в защитном герметичном металлорукаве МРПИ 6 ТУ 3449-013-99856433-2012. Длина кабеля удлинителя в металлорукаве не более 20 м.

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

1.2.15 Датчики не подлежат разборке в процессе эксплуатации.

1.3 Комплектность поставки

Комплектность поставки датчика ИВД-4 соответствует таблице 6.

Таблица 6 – Комплектность поставки

Наименование	Обозначение	Количество
Датчик вибрации ИВД-4	ПБКМ.468223.004	1
Монтажный комплект		*
Кабель удлинитель ИВД-4-Х**	ПБКМ.469419.002	1
Технологическая программа на CD-диске	ConfigIVD	1
Руководство по эксплуатации	ПБКМ.468223.004 РЭ	1
Паспорт	ПБКМ.468223.004 ПС	1
Методика поверки	ПБКМ.468223.004 МП	***
Сертификат соответствия таможенного союза		***
Свидетельство об утверждении типа средств измерения		***
Примечание: * – в соответствии со спецификацией; ** – длина кабеля в защитном металлорукаве согласно спецификации; *** – предоставляется по требованию заказчика.		

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Устройство датчика вибрации

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

Блок-схема подключения датчика к барьеру искробезопасности приведена в приложении Г.

Взрывозащита обеспечена выполнением общих требований к взрывозащищённому электрооборудованию согласно ГОСТ 31610.0 с применением вида взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь i» по ГОСТ 31610.11.

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, ГОСТ 30852.10.

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

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

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

Поверхности плат датчика покрыты полиуретановым лаком Cramolin.

Фрикционная искробезопасность обеспечена отсутствием лёгких сплавов в деталях оболочки датчика.

Электростатическая искробезопасность достигается отсутствием материалов из пластмасс в корпусе и крышке датчика.

Объединять цепи питания нескольких датчиков не допускается. К цепи питания и сигнальным цепям каждого датчика подключаются 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.

1.4.2 Работа датчика ИВД-4

Датчик формирует цифровой сигнал, соответствующий значению СКЗ виброскорости.

Схема подключения датчика ИВД-4 приведена в приложении В.

1.4.3 Работа датчика ИВД-4-А

Датчик формирует токовый сигнал, соответствующий значению СКЗ виброскорости.

Схема подключения датчика ИВД-4-А приведена в приложении В.

1.4.4 Работа датчика ИВД-4-У

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

Схема подключения датчика ИВД-4-У приведена в приложении В.

1.4.5 Работа датчика ИВД-4-С

Датчик формирует цифровой и токовый сигналы, соответствующие значению СКЗ виброскорости.

Схема подключения датчика ИВД-4-С приведена в приложении В.

1.4.6 Программное обеспечение

ПО осуществляет реализацию функций в соответствии с 1.2.9 для модификаций ИВД-4, ИВД-4-С и ИВД-4-У.

Все встроенное ПО датчика является метрологически значимым.

Встроенное ПО датчика защищено от преднамеренных и непреднамеренных изменений паролем. Уровень защиты встроенного ПО – средний согласно Р 50.2.077.

Таблица 7 – Идентификационные данные встроенного ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО (идентификационный номер)
Встроенное ПО	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 Д.

1.5 Маркировка

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

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение типа оборудования;
- маркировку уровня взрывозащиты;
- заводской номер;
- специальный знак взрывобезопасности;
- наименование органа по сертификации и номер сертификата;
- искробезопасные параметры.

Расшифровка обозначения датчика при заказе: «Датчик вибрации ИВД – 4 – X»,

где X – тип и значение выдаваемого сигнала:

Отсутствие буквы – датчик с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) при измерении СКЗ виброскорости;

A – датчик с токовым выходом при измерении СКЗ виброскорости;

У – датчик с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) при измерении СКЗ виброскорости и токовым выходом при измерении мгновенного значения виброускорения;

C – датчик с цифровым выходом RS-485 (Modbus RTU) и токовым выходом при измерении СКЗ виброскорости.

Датчик имеет маркировку взрывозащиты: 0ExiaIIAT5X:

где 0 – особовзрывобезопасное электрооборудование;

Exia – показатель соответствия стандартам на искробезопасность, уровень «ia» (категория «ia»);

IIA – электрооборудование внутренней и наружной установки, предназначенное для применения в местах с потенциально взрывоопасной газовой средой категории IIA;

T5 – температура самовоспламенения газовой среды от 100 °C;

X – необходимы специальные условия для обеспечения безопасности в эксплуатации.

Цветовая маркировка жил кабеля приведена в приложении В.

1.6 Упаковка

Перед укладкой в транспортную тару каждый датчик обернут пузырьковой полиэтиленовой пленкой. Датчики уложены в коробки из гофрированного картона или в дощатые ящики. Свободные пространства выбраны бумагой, картоном или мягким синтетическим уплотнителем.

В каждое упаковочное место (ящик, коробка) вложен упаковочный лист, в котором указывается перечень упакованного оборудования, их количество и вес. Копия упаковочного листа в водонепроницаемом пакете прикреплена снаружи каждого ящика (коробки).

Каждое упаковочное место (ящик, коробка) промаркировано и содержит:

- наименование и адрес грузоотправителя;
- наименование и адрес грузополучателя;
- наименование, количество, заводские номера датчиков в ящике (коробке);
- дата упаковки;
- маркировочные знаки по ГОСТ 14192:
 - хрупкое, осторожно;
 - беречь от влаги;
 - ограничение температуры (от плюс 50 до минус 60 °C).

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 воздействию агрессивных сред.

2.2 Подготовка к использованию

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

В случае, если датчик хранился не в нормальных условиях, перед установкой датчик необходимо выдержать в нормальных условиях эксплуатации не менее 2 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.

Для фиксации датчика при установке необходимо использовать анаэробный резьбовой герметик низкой прочности Loctite 222 или аналог.

Выполнить подключение кабеля датчика согласно приложению В.

Блок-схема подключения датчика к барьеру искробезопасности приведена в приложении Г.

2.3 Использование датчика

Подать питание на датчик.

Примерно через 5 с датчик выйдет в рабочий режим.

Для выключения датчика следует выключить его питание.

Перечень возможных неисправностей датчика и способы их устранения приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень возможных неисправностей

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

2.4 Меры безопасности при использовании изделия

Неиспользуемые жилы кабеля датчика необходимо изолировать.

Кабель должен быть подключен к защитному заземляющему контуру.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

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 и соединителей;
- сухую очистку наружных частей от грязи, пыли;
- проверку прочности крепления датчика и его составных частей и обжимных наконечников кабеля в клеммных коробках.

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 III по ГОСТ 12.2.007.0.

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

3.3 Проверка работоспособности изделия

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

4 Ремонт

Ремонт датчика производит предприятие-изготовитель: ООО «Прософт-Системы» (г. Екатеринбург).

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

5 Поверка и калибровка

Калибровка датчиков проводится по методике, приведенной в приложении Д.

Поверка датчиков проводится по методике поверки ПБКМ.468223.004 МП организацией, аккредитованной на право проведения поверки. Интервал между поверками 3 года.

6 Хранение

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

Условия хранения датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды – 1.1 по ГОСТ 15150.

При вводе в эксплуатацию датчиков после хранения более 12 месяцев перед установкой необходимо провести калибровку датчика в соответствии с приложением Д и поверку.

7 Транспортирование

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

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

Расстояния и скорости перевозки не ограничиваются. Условия транспортирования датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды – 1.1 по ГОСТ 15150.

При транспортировании автомобильным транспортом выполнять следующие требования:

- условия автотранспортирования средние (С) по ГОСТ 23216;
- при транспортировании должно быть предотвращено свободное перемещение в транспортном средстве упаковок с датчиками.

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 ТУ 4277-004-55181848-2014 при соблюдении условий (правил) эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок на датчики ИВД-4 устанавливается 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев с даты поставки.

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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Ссылочные нормативные документы

Таблица А.1

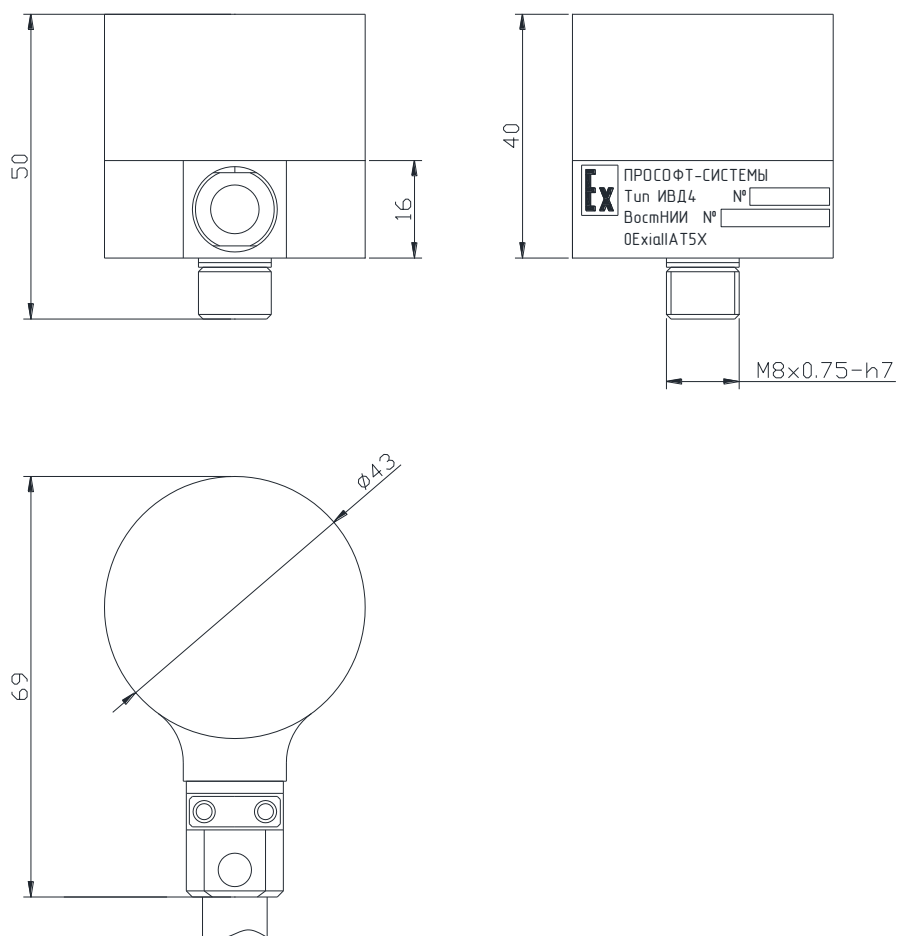
Обозначение	Наименование	Номер пункта, в котором дана ссылка
ГОСТ 12.1.019-2009	ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты	3.2
ГОСТ 12.2.007.0-75	Изделия электротехнические. Общие правила безопасности	3.2
ГОСТ 30804.4.2-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30804.4.3-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30804.4.4-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30804.6.2-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ 30852.0-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования	1.2.12
ГОСТ 30852.5-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 4. Метод определения температуры самовоспламенения	1.2.7
ГОСТ 30852.11-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 12. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным максимальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам	1.2.7
ГОСТ 30852.16-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)	1.2.1
ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011)	Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования	1.4.1
ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011)	Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь "i"	1.2.1, 1.2.9, 1.4.1
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 14254-96	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

Окончание таблицы А.1

Обозначение	Наименование	Номер пункта, в котором дана ссылка
ГОСТ 23216-78	Изделия электротехнические хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний	7
ГОСТ 30296-95	Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов	1.2.1
ГОСТ 30336-95/ ГОСТ Р 50649-94	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний	1.2.13
ГОСТ IEC 60079-10-1-2011	Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды	1.2.1
ГОСТ IEC 60079-14-2011	Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок	2.2
ГОСТ IEC 60079-17-2011	Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок	2.2
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 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 Р 52545.1-2006	Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 1. Основные положения	1.2.5
ПОТЭЭ	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок	2.2
ПУЭ	Правила устройства электроустановок	1.2.1, 2.2
ПТЭЭП	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей	2.2
Р 50.2.077-2014	ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения	1.4.6

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Габаритные, присоединительные и установочные размеры



Примечание: -* - Все размеры для справок

Рисунок Б.1

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Схема подключения датчика и маркировки его кабеля

Датчик ИВД-4



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 26 В	Красный
E	Экран (заземляющая жила)	Белый

Датчик ИВД-4-А

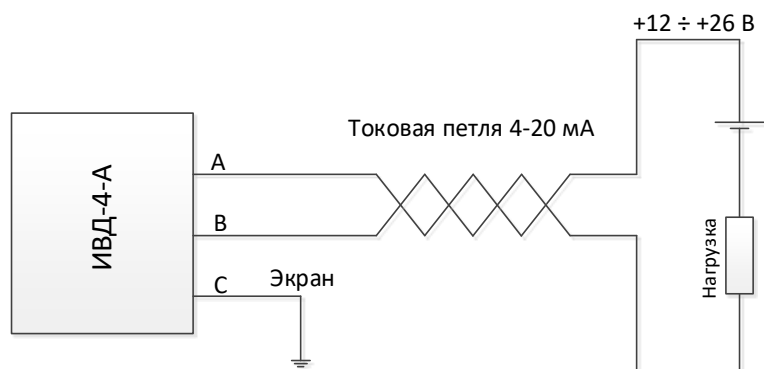


Рисунок В.2

Таблица В.2 – Маркировка жил кабеля датчика ИВД-4-А

Обозначение	Соответствующая электрическая цепь	Цветовая маркировка
А	Питание, от 12 до 26 В	Красный
В	Значение СКЗ виброскорости	Черный
С	Экран (заземляющая жила)	Белый

Датчик ИВД-4-У

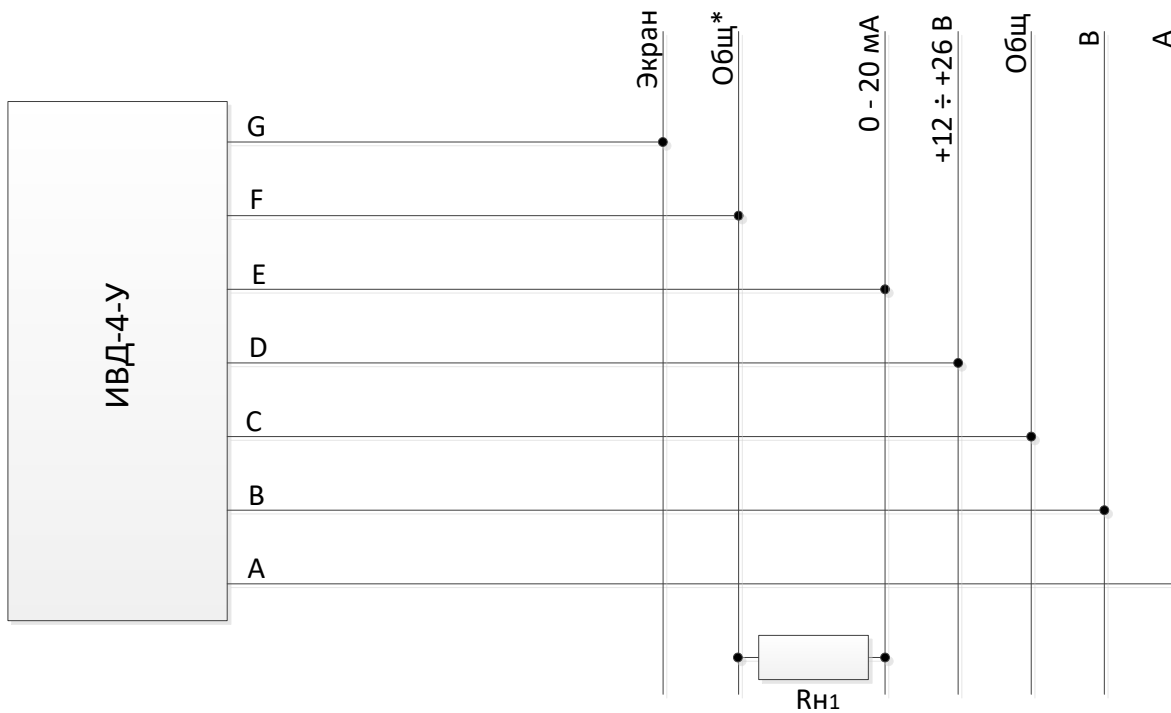


Рисунок В.3

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 26 В	Красный
E	Мгновенное значение виброускорения	Желто-красный
F	Питание, общий*	Зелено-красный
G	Экран (заземляющая жила)	Белый

Примечание: -* - Кабель использовать совместно с токовым выходом

Датчик ИВД-4-С

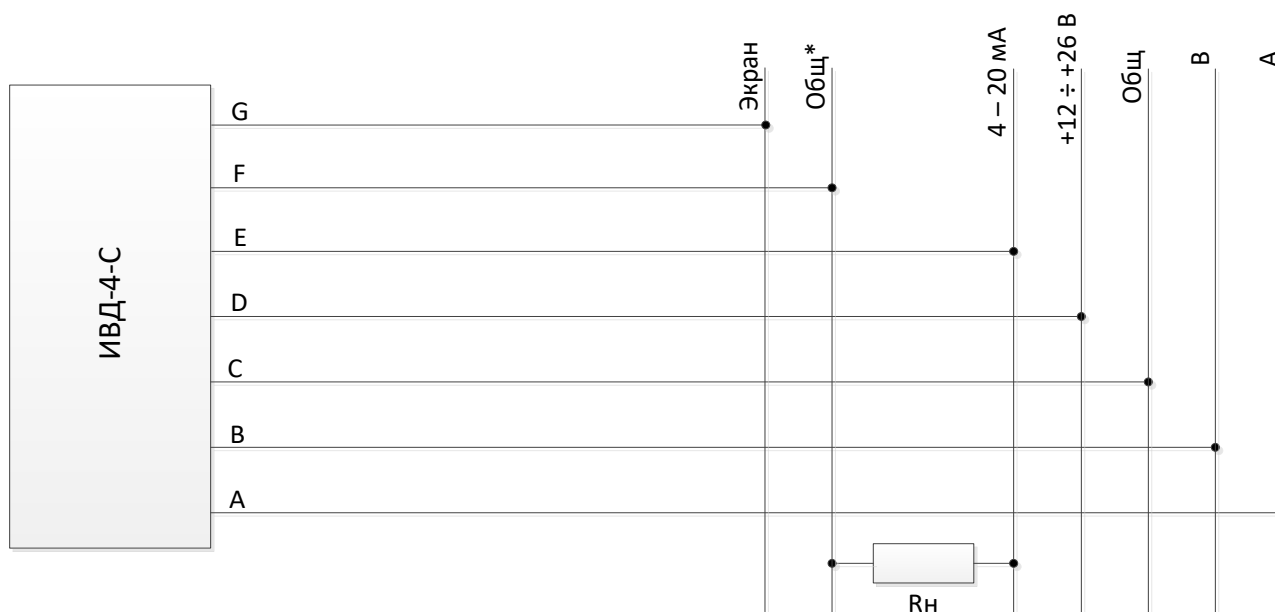


Рисунок В.4

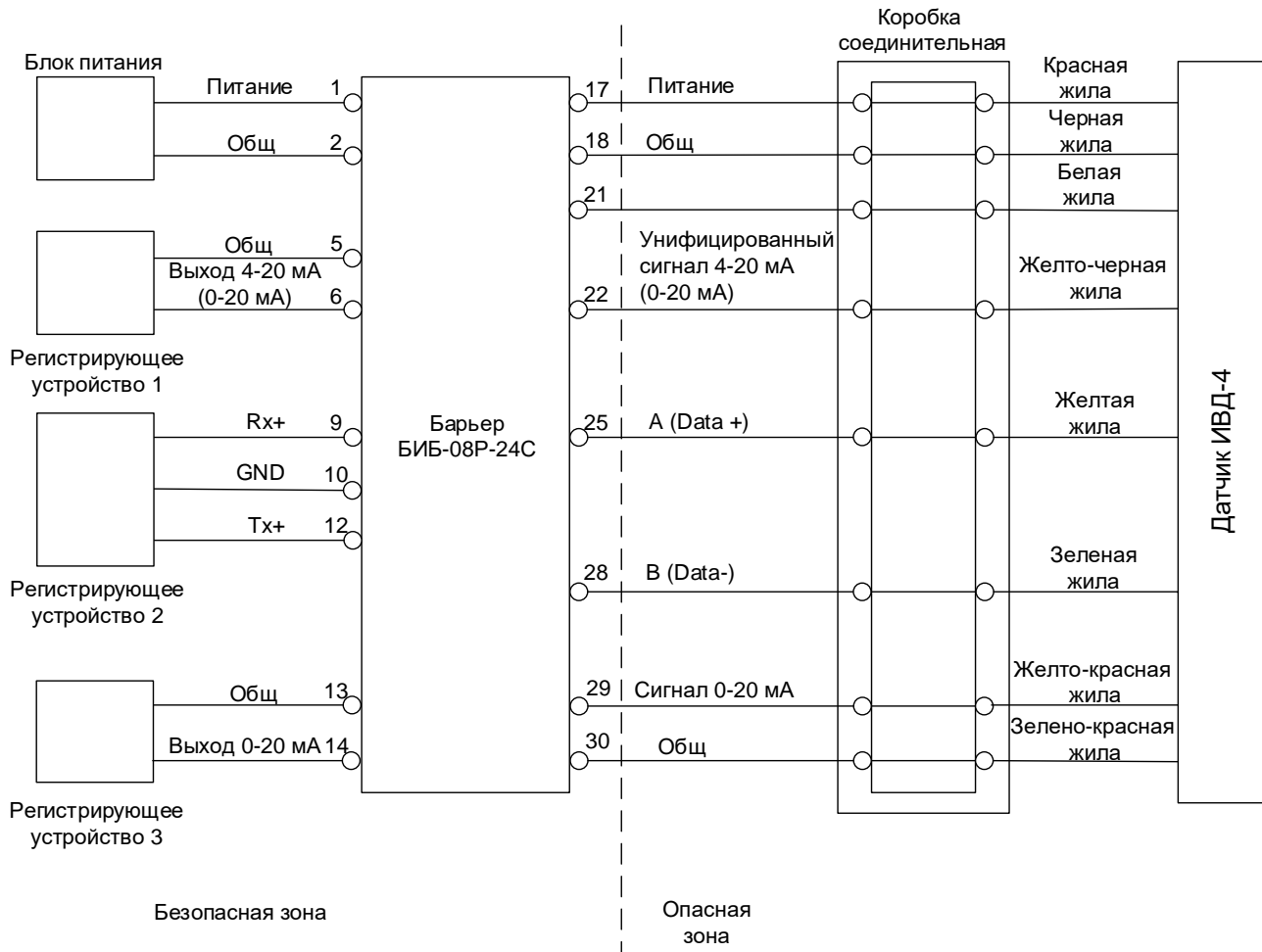
Таблица В.4 – Цветовая маркировка жил кабеля

Обозначение	Соответствующая электрическая цепь	Цветовая маркировка
А	Интерфейс RS-485, А(Data+)	Желтый
В	Интерфейс RS-485, В(Data-)	Зеленый
С	Питание, общий	Черный
Д	Питание, от 12 до 26 В	Красный
Е	Значение СКЗ виброскорости	Желто-черный
F	Питание, общий*	Зелено-черный
Г	Экран (заземляющая жила)	Белый

Примечание: -* - Кабель использовать совместно с токовым выходом

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Блок-схема подключения датчика ИВД-4 к барьеру искробезопасности



- Регистрирующее устройство 1 – регистрация токового сигнала виброскорости.
 Регистрирующее устройство 2 – регистрация цифрового сигнала виброскорости.
 Регистрирующее устройство 3 – регистрация токового сигнала виброускорения.
 Возможно применение барьера аналогичного БИБ-08P-24С.

Рисунок Г.1

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Инструкция по работе с программой ConfigIVD

Д.1 Назначение

Программа ConfigIVD предназначена для проверки и настройки датчика на предприятии – изготовителе и на объекте потребителя.

Программа поставляется в виде исполняемого *exe* – файла.

Д.2 Подготовка к работе

Подключить датчик через адаптер RS-485 / RS-232 или RS-458 / USB к порту RS-232 ПК и подать питающее напряжение.

Д.3 Установка связи с датчиком

Запустить программу – файл ConfigIVD.exe

После запуска на экране монитора появится форма «Тестирование и настройка датчика вибрации» (рисунок Д.1).

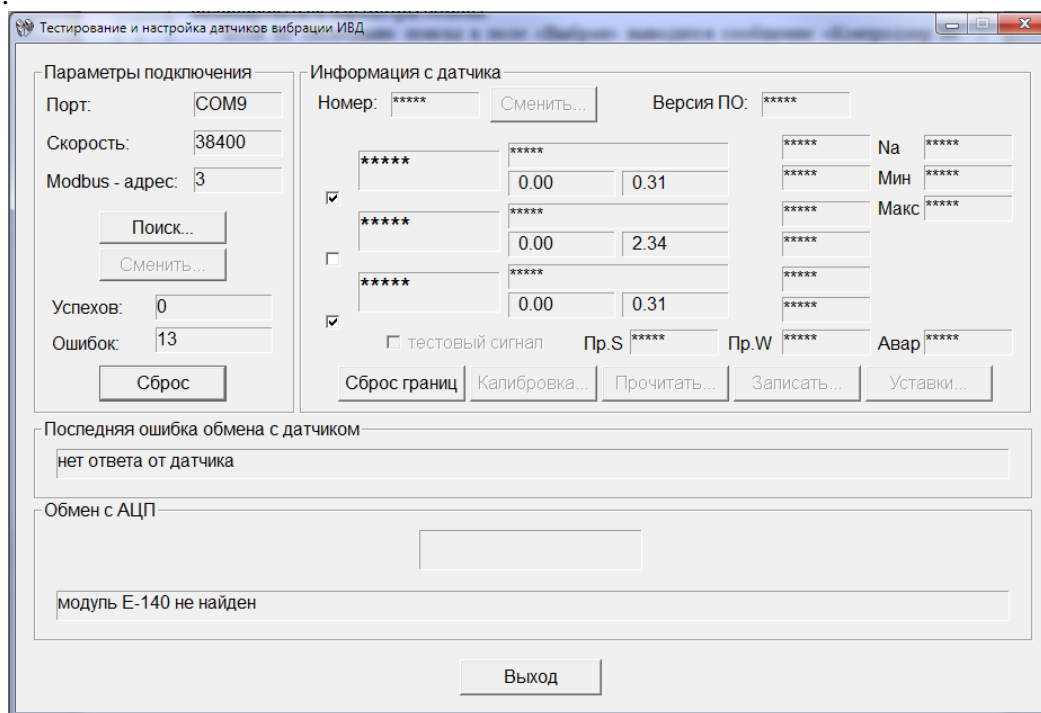


Рисунок Д.1 – Окно «Тестирование и настройка датчика вибрации»

Если номер порта, скорость обмена и адрес датчика соответствуют значениям, 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.

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 экранная форма «Поиск датчика» (рисунок Д.2).

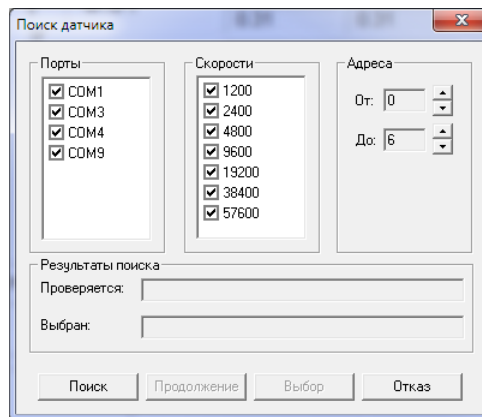


Рисунок Д.2 – Окно «Поиск датчика»

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

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

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

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

Нажмите кнопку «Выбор».

При этом закрывается окно «Поиск датчика» и на панели «Параметры подключения» в полях «Порт», «Скорость», «Modbus – адрес» индицируются выбранные параметры обмена, а в поле «Успехов» индицируется увеличивающееся число успешных обменов – рисунок Д.3.

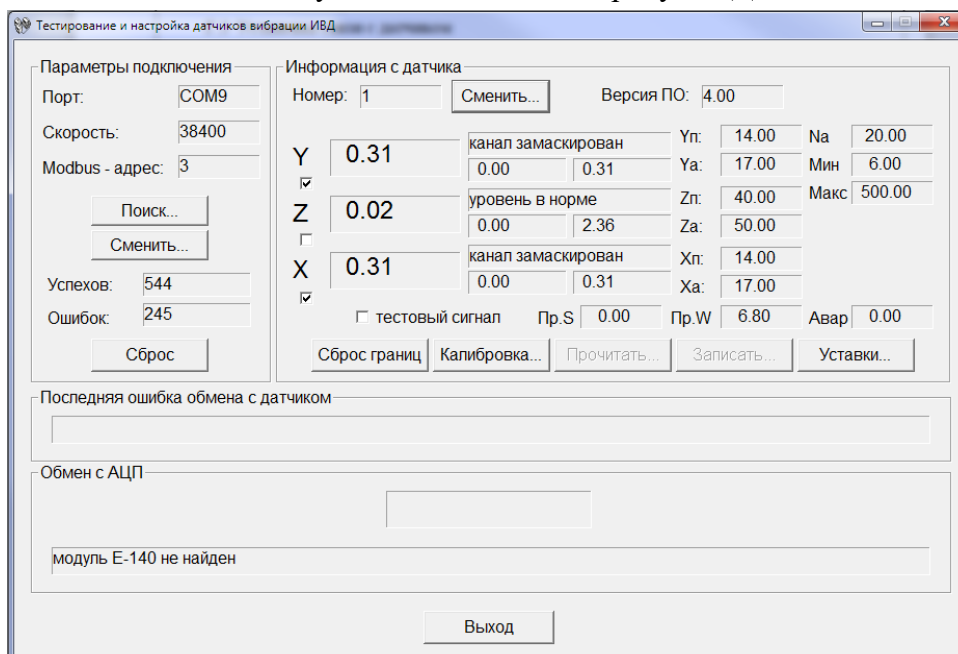


Рисунок Д.3 – Окно «Тестирование и настройка датчика вибрации»

Д.4 Изменение параметров обмена

При необходимости пользователь может изменить параметры обмена.

В окне «Тестирование и настройка датчика вибрации» на панели «Параметры подключения» нажать кнопку «Сменить...» при этом открывается окно «Сменить параметры обмена» - рисунок Д.4.

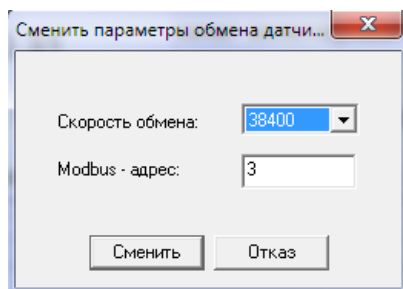


Рисунок Д.4 – Окно «Сменить параметры обмена»

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

Окно «Сменить параметры обмена» закрывается, а в окне «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 Д.3.

Д.5 Изменение уставок.

Значения предупредительной и аварийной уставок могут быть изменены пользователем.

В окне «Тестирование и настройка датчика вибрации» на панели «Информация с датчика» нажать кнопку «Уставки», при этом откроется окно «Сменить уставки» - рисунок Д.5.

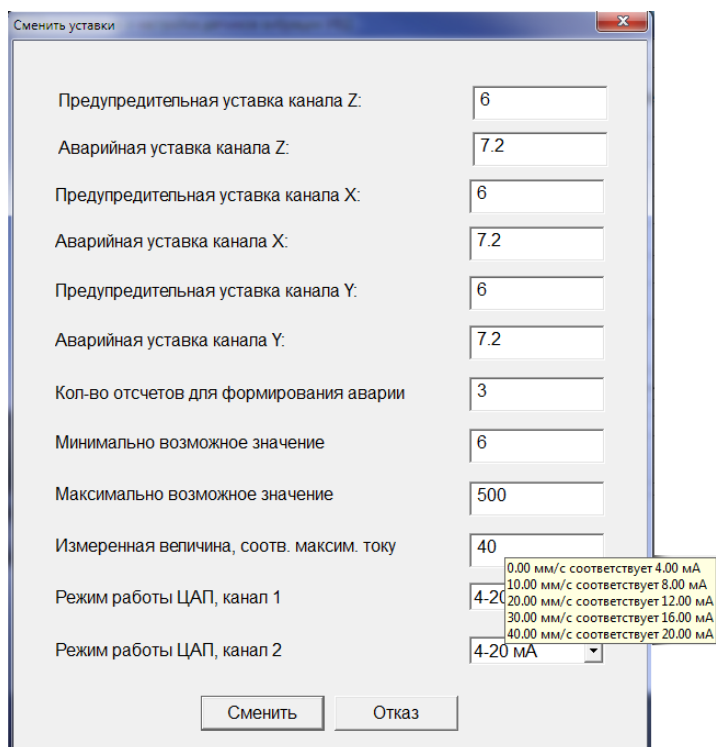


Рисунок Д.5 – Окно «Сменить уставки»

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.

ВНИМАНИЕ! КОНФИГУРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЛЯ ВСЕХ ТИПОВ ДАТЧИКОВ ИВД, УСТАВКИ ДЛЯ ДАТЧИКА ИВД-4 ВВОДЯТСЯ В ОБЛАСТИ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ «КАНАЛУ Z».

Д.6 Калибровка датчика.

Д.6.1. 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 Д.6.

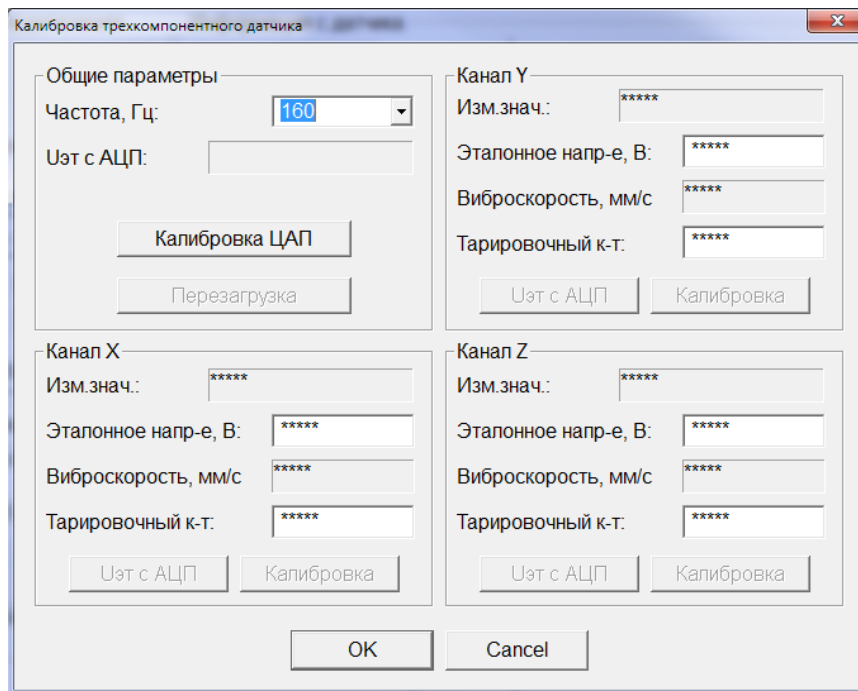


Рисунок Д.6 – Окно «Калибровка трехкомпонентного датчика»

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

ВНИМАНИЕ! КОНФИГУРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЛЯ ВСЕХ ТИПОВ ДАТЧИКОВ ИВД, ПОКАЗАНИЯ ДАТЧИКА ИВД-4 СЧИТЫВАЮТСЯ ИЗ ОБЛАСТИ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ «КАНАЛУ Z».

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

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

Д.6.1.1 Калибровка датчика с расчетом тарировочного 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 панели «Канал Z».

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

$$K = \frac{V_{эт}}{V_д}, \quad (Д.1)$$

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».

Д.6.1.2 Калибровка датчика с помощью определенного эталонного значения.

Установить датчик на вибростенд и задать необходимый уровень вибрации на вибростенде. На панели «Канал Z» в поле «Эталонное напряжение, В» введите значение напряжения, рассчитанное по формуле (Д.2).

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

где $V_{кал}$ - значение виброскорости, мм/с, считанное с индикатора вибростенда,

f – частота вибростенда, Гц.

Нажмите кнопку «Enter».

Численные значения коэффициента перед $V_{кал}$ приведены в таблице Д.1.

Таблица Д.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 тарировочного коэффициента.

Д.6.1.3 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 «Уэт с АЦП».

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

Д.6.2. Калибровка ЦАП

Пользователь может произвести калибровку ЦАП.

В окне «Калибровка трехкомпонентного датчика» нажать на кнопку «Калибровка ЦАП», при этом откроется окно «Калибровка ЦАП» (рисунок Д.6).

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».

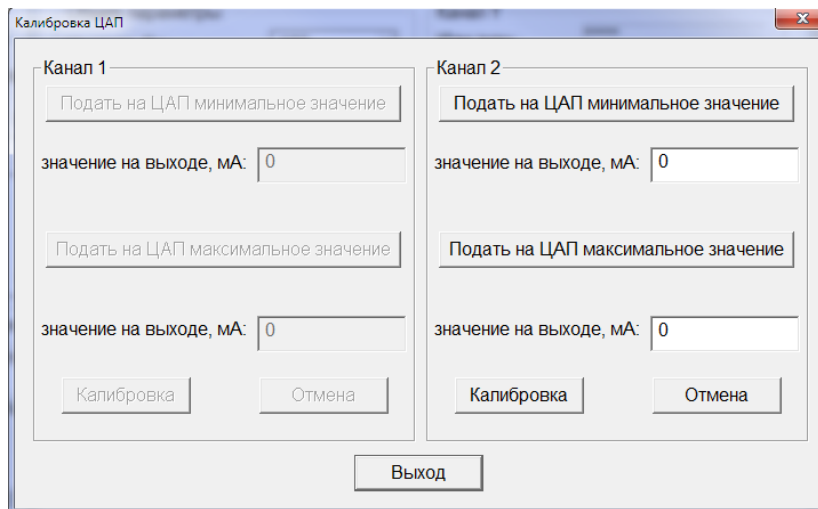


Рисунок Д.6 – Окно «Калибровка ЦАП»

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 Е
(справочное)
Описание программного обеспечения

Е.1 Назначение

Программа предназначена для обеспечения работы датчиков ИВД-4, производящих передачу данных по интерфейсу RS-485 в контроллер верхнего уровня по протоколу Modbus RTU.

Е.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.

Е.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.

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.

Е.4 Работа с датчиком

Е.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;

7-8 «Превышение предупредительной уставки» - текущий статус по превышению вибрацией предупредительной уставки;

9-10 Превышение аварийной уставки - текущий статус по превышению вибрацией аварийной уставки;

Возможные значения статусов:

–«-1» - текущий уровень ниже соответствующей уставки;

–«значение > 0» - значение измеряемой величины канала превысило соответствующую уставку. Значение, при котором произошло срабатывание, фиксируется в значении статуса.

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

19-20 «Последнее событие» - код, 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.

Примечание: – * – формат данных – 32-разрядное число с плавающей запятой.

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;

Эталонное значение задается на этапе калибровки. После записи «1» в регистр в области 0x «калибр Z», происходит автоматический расчет калибровочного коэффициента для 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;

Уровни уставок задаются в тех же единицах измерения, в которых откалиброван канал. При достижении одной из уставок, будет сформирован соответствующий статус. Изменение статуса происходит при снижении уровня уставки. В «Счетчик событий» и «Последнее событие» фиксируются соответственно код и уровень срабатывания (либо «-1» если сигнал снят).

31-32 «Маскирование канала» - формат данных – 32-разрядное целое число, второй бит-маскирование Z.

Примечание: *- формат данных – 32-разрядное число с плавающей запятой, кроме параметра «Маскирование канала».

Е.4.2 Запись данных

После записи регистров из области «4x...» 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.

Е.4.3 Карта памяти

Таблица Е.1 – Режим работы датчика ИВД-4

Номер единичного выхода в области «0x...»	Область данных 0x (coils)	Номера регистров	Область данных доступных для чтения 3x (Input Registers)	Номера регистров	Область данных доступных для записи 4x (Holding Registers)
1	Записать 4x0001-4x0038	1-2	Z	1-2	Скорость
2	Калибр Z	7-8	Статус «Превышение предупредительной уставки»	3-4	Номер в сети
5	Режим работы «3»	9-10	Статус «Авария по оси Z»	5-6	Эталон Z
6	Перезагрузка	11-12	Статус канала «Z»	7-8	Калибровочный коэффициент Z
		29-30	Режим работы	21-22	Уставка аварийная Z
				31-32	Маскирование канала
				33-34	Количество отсчетов для формирования аварийного сигнала

E.5 Протокол Modbus. Функции

E.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.

E.5.2 Цикл «запрос - ответ»

Таблица E.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.

E.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.

E.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.

E.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.

Е.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.

Е.5.3.4 Содержание поля контрольной суммы

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

Е.6 Функции, реализованные в программе

Е.6.1 Стандартные функции

Е.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 Е.3 приведен пример чтения регистров 40108 – 40110 с подчиненного устройства.

Таблица Е.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 Е.4.

Таблица Е.4 – Ответ

Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11

Окончание таблицы Е.4

Имя поля	Пример
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	--

Е.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 Е.5 приведен пример запроса для чтения регистра 30009 с подчиненного устройства 17.

Таблица Е.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 Е.6.

Таблица Е.6 – Ответ

Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	04
Счетчик байт	02
Данные (регистр 30009) ст.	00
Данные (регистр 30009) мл.	2А
Контрольная сумма	--

Е.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 Ж.7 примере устанавливается выход 173 в состояние ON в подчиненном устройстве 17.

Таблица Е.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 Е.8.

Таблица Е.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	--

Е.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 Е.9

Таблица Е.9 – Запрос

Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	10
Начальный адрес ст.	00
Начальный адрес мл.	01

Окончание таблицы Е.9

Имя поля	Пример
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.

Е.7 Сообщения об ошибках

Е.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.

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

–поле кода функции;

–поле данных.

Е.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.

Е.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 Е.10 показан пример запроса главного и сообщения об ошибке подчиненного.

Таблица Е.10 – Запрос

Имя поля	Пример
	(Hex)
Адрес подчиненного	0A
Функция	01
Начальный адрес ст.	04

Окончание таблицы Е.10

Имя поля	Пример
Начальный адрес мл.	A1
Количество регистров ст.	00
Количество регистров мл.	01
Контрольная сумма (LRC)	--

Таблица Е.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 Е.12 – Список кодов ошибок

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 BCEX 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.