



# МОДУЛЬ СОГЛАСУЮЩИЙ ДЛЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

**СИЭЛ–1951– \_\_\_\_\_ – \_\_\_\_\_**

заводской номер \_\_\_\_\_

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
(СОВМЕЩЕННОЕ С ПАСПОРТОМ)**

**ТПКЦ.427710.011 РЭ**

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395) 279-98-46

Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижегород (831)429-08-12

Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47

Казахстан (772)734-952-31

Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: [sey@nt-rt.ru](mailto:sey@nt-rt.ru) || Сайт: <http://syel.nt-rt.ru/>

Настоящее руководство по эксплуатации, совмещенное с паспортом, (далее – РЭ) предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, правилами технической эксплуатации и обслуживания

**модуля согласующего для пьезоэлектрических вибропреобразователей СИЭЛ–1951** (далее – модуль).

Для работы с модулем необходим технический персонал, подготовленный по программе “Устройство и обслуживание КИП и приборов автоматики”. Надежность работы и долговечность модуля обеспечиваются не только качеством самих изделий, но и правильной эксплуатацией, поэтому соблюдение всех требований, изложенных в настоящем документе, обязательно. Изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в модуль, не ухудшающие его характеристики.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Модуль согласующий для пьезоэлектрических вибропреобразователей (ПЭВП) СИЭЛ–1951 является элементом распределенных систем сбора данных и управления.

В комплекте с ПЭВП модуль составляет многофункциональный измерительный канал абсолютной вибрации и осуществляет:

формирование аналоговых измерительных каналов виброускорения и виброскорости;

передачу измеренных значений виброскорости по цифровому последовательному интерфейсу.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1. Измерительные каналы виброускорения и виброскорости

#### 2.1.1. Номинальное значение коэффициента преобразования:

модификация модуля	сигнал, пропорциональный виброускорению $K_A$ , мВ/пКл	сигнал, пропорциональный виброскорости $K_V$ , В/(пКл·с)
СИЭЛ–1951-0,5-10	0,50	10
СИЭЛ–1951-0,25-5	0,25	5

#### 2.1.2. Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте $f_B = 160$ Гц для всех модификаций, % .....±2,0.

- 2.1.3. Максимальные значения выходных сигналов: амплитуда переменного напряжения, пропорционального виброускорению и виброскорости, при сопротивлении цепей нагрузки не менее 10 кОм, В..... 2,5,
- 2.1.4. Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более:  
 для измерительного канала виброускорения в диапазоне (0,01 – 1,0) от максимального значения .....1,0;  
 для измерительного канала виброскорости в диапазоне (0,02 – 1,0) от максимального значения .....1,0.
- 2.1.5. Частотный диапазон, Гц:  
 для измерительного канала виброускорения .....от 5 до 10000,  
 для измерительного канала виброскорости .....от 10 до 1000.
- 2.1.6. Неравномерность частотной характеристики, %, не более .. 5.
- 2.1.7. Крутизна спадов АЧХ:  
 полосового фильтра сигнала, пропорционального виброскорости, дб/окт, не менее ..... 18.  
 форма частотной характеристики для сигнала, пропорционального виброускорению.....не нормируется.
- 2.1.8. Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразования электрического заряда, % .....±6,0;
- 2.2. Цифровой измерительный канал виброскорости
- 2.2.1. Основной частотный диапазон, Гц .....от 10 до 1000.
- 2.2.2. Количество дополнительных частотных диапазонов, расположенных внутри основного ..... 3.
- 2.3. Цифровой последовательный интерфейс.
- 2.3.1. Аппаратная реализация ..... RS485-2W.
- 2.3.2. Протокол ..... Modbus RTU.
- 2.3.3. Программируемые значения скорости обмена, кбит/с:  
 9,6; 14,4; 28,8; 57,6; 115,2; 230,4.
- 2.3.4. Диапазон задания адресов ..... от 1 до 247.
- 2.3.5. Максимальное время задержки ответа на запрос от управляющего устройства, мс..... 1.
- 2.3.6. Длина экранированной витой пары  
 линии связи, м, не более ..... 1200.
- 2.3.7. Максимальное число устройств на линии .....247.

## 2.4. Питание.

2.4.1. Номинальное напряжение питания, постоянное, В .....24.

2.4.2. Диапазон отклонения питающего напряжения, В.. от 18 до 36.

2.4.3. Потребляемая мощность, Вт, не более .....0,75.

## 2.5. Габариты и масса.

2.5.1. Габаритные размеры, мм ..... 23×99×114.

2.5.2. Масса, г, не более ..... 100.

## 2.6. Условия эксплуатации.

2.6.1. Модуль имеет степень защиты IP30 по ГОСТ 14254-96 и предназначен для встраивания в конструктивы заказчика или дополнительные оболочки (шкафы, пульты и т.п.) со степенью защиты IP54 и IP65.

2.6.2. Модуль соответствует климатическому исполнению УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре от минус 10°C до 50°C.

2.6.3. Модуль устойчив к воздействию относительной влажности 95% при температуре +35°C.

2.6.4. По устойчивости к воздействию атмосферного давления модуль относится к группе P1 по ГОСТ Р 52931-2008:  
диапазон атмосферного давления, кПа .....от 84 до 106,7.

2.6.5. По устойчивости к воздействию вибрации модуль соответствует исполнению N1 по ГОСТ Р 52931-2008.

## 2.7. Показатели надежности.

2.7.1. Средняя наработка на отказ, час ..... 10000.

2.7.2. Средний срок службы, лет ..... 10.

## 2.8. Влияние внешних факторов.

2.8.1. Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной отклонением напряжения питания относительно номинального значения, % .....±0,5.

2.8.2. Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в условиях применения, %/(10°C).....±0,5.

2.8.3. Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности преобразования электрического заряда, вызванной изменением влажности окружающего воздуха в условиях применения, % .....±0,5.

### 3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

3.1. Конструктивно модуль СИЭЛ–1951 выполнен в пластмассовом корпусе, приспособленном для монтажа на DIN-рейку шириной 35 мм. Габаритные размеры модуля приведены в Приложении 1.

3.2. С верхней и нижней сторон корпуса располагаются разъемные клеммные соединители для подключения внешних цепей с обозначениями номеров контактов. В Приложении 2 показаны: назначение контактов, их номера, цвета разъемных соединителей. Клеммные соединители могут быть извлечены из корпуса модуля без отключения внешних цепей.

На лицевой панели модулей расположены светодиоды контроля текущего состояния входных сигналов и светодиод индикации состояния: **СТАТУС**.

Заземление модулей осуществляется при установке на заземленную монтажную DIN-рейку через контакт на корпусе.

3.3. Функциональная схема измерительного канала – см. рис. 1.

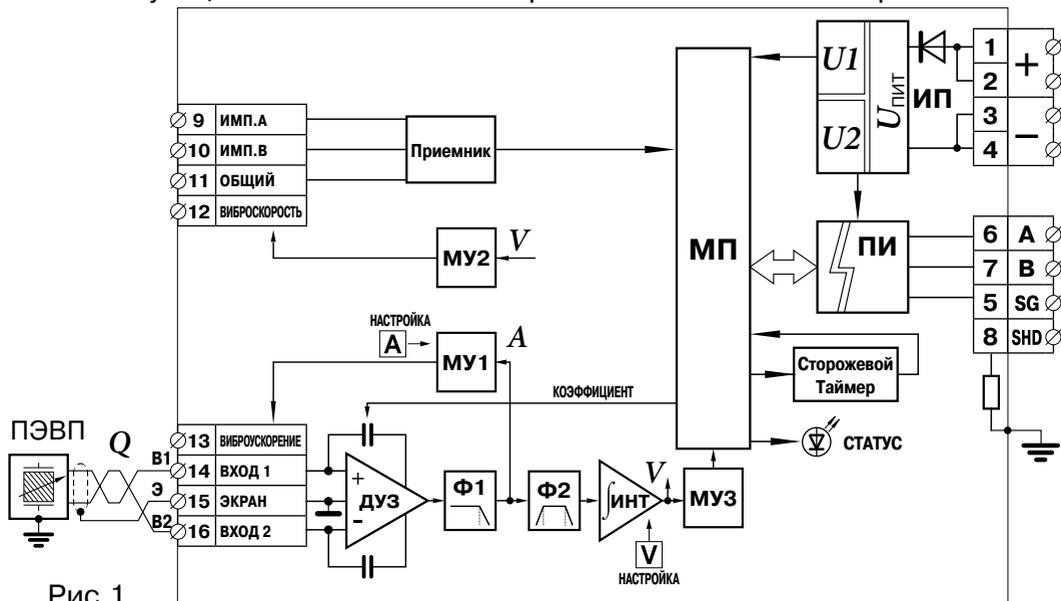


Рис. 1.

### 3.4. Принцип действия.

- 3.4.1. Микропроцессор МП и преобразователь интерфейса ПИ получают питание от источника ИП, представляющего собой DC/DC-конвертор с двумя гальванически изолированными выходными напряжениями  $U1$  и  $U2$ .
- 3.4.2. Аналоговая измерительная часть модуля СИЭЛ–1951-... состоит из дифференциального усилителя заряда (ДУЗ), фильтра нижних частот ( $\Phi1$ ), полосового фильтра ( $\Phi2$ ), интегратора (ИНТ) и масштабирующих усилителей (МУ1...МУ3).
- 3.4.3. Электрический заряд ( $Q$ ), пропорциональный виброускорению, поступает от ПЭВП на вход ДУЗ и фильтруется от высокочастотных составляющих фильтром  $\Phi1$ .  
Напряжение, пропорциональное виброускорению ( $A$ ), поступает на выходной клеммный соединитель после усилителя МУ1.  
Для получения сигнала, пропорционального виброскорости ( $V$ ) к выходу фильтра  $\Phi2$  подключается интегратор.  
На клеммный соединитель напряжение, пропорциональное виброскорости поступает после усилителя МУ2, а на вход АЦП микропроцессора (МП) – после МУ3.
- 3.4.4. Микропроцессор производит обработку массива значений сигнала виброскорости, полученных за период измерений, и цифровую фильтрацию.  
В результате обработки в соответствующие регистры – см. Приложение 3 – помещаются следующие величины:
- среднее квадратическое значение (СКЗ) виброскорости в частотном диапазоне от 10 Гц до 1 кГц;
  - три СКЗ виброскорости в дополнительных частотных диапазонах, границы которых задаются пользователем;
  - значение размаха виброскорости.
- 3.4.5. Выбор модификации модуля производится переключением коэффициента передачи ДУЗ по команде МП и индицируется с помощью цвета светодиода **СТАТУС** – см. 5.2.
- 3.4.6. Входной парафазный сигнал синхронизации (фазовой метки), после приемника поступает на вход прерывания микроконтроллера для использования в задачах гармонического анализа сигнала мгновенного значения виброскорости.
- 3.4.7. МП с помощью преобразователя интерфейса ПИ обеспечивает выполнение функций подчиненного устройства в сети Modbus RTU: таблица команд и регистров модулей приведены в Приложении 3.

## 4. МОНТАЖ, ПОДКЛЮЧЕНИЕ И НАСТРОЙКА

### 4.1. Меры безопасности.

4.1.1. По способу защиты от поражения электрическим током модуль соответствует классу III по ГОСТ Р МЭК 536-94.

4.1.2. К работе с модулем допускаются лица, имеющие необходимые знания и навыки, изучившие настоящее руководство и прошедшие соответствующие проверки знаний согласно ПТЭЭП.

4.2. Установка ПЭВП из состава измерительного канала, а также прокладка и крепление кабеля ПЭВП производятся согласно эксплуатационных документов на соответствующий вибропреобразователь.

### 4.3. Монтаж модуля.

4.3.1. Установить модуль на заземленной монтажной DIN–рейке шириной 35 мм.

4.3.2. Для демонтажа оттянуть защелку в нижней части корпуса и снять модуль с рейки.

### 4.4. Подключение модуля.

4.4.1. Подключить к клеммам (1...4) внешние цепи питания модулей, а к клеммам (5...8) связи системного интерфейса согласно схеме подключения – см. Приложение 2.

4.4.2. Подключить к клеммам (14...16) ПЭВП с дифференциальным выходом.

### 4.5. Настройка цифровой части модуля.

4.5.1. Список регистров доступных для записи настраиваемых параметров модулей приведен в Приложении 3.

4.5.2. Для настройки сетевых параметров модуля записать в соответствующие регистры требуемые для работы в информационно-измерительной сети значения скорости обмена, адреса модуля и режима контроля четности.

4.5.3. Для записи в регистры сетевых параметров необходимо:

- отключить модуль от системной шины RS485;
- сформировать управляющие сигналы от автономного порта и изменить содержимое регистров под управлением программы **1900config.exe** или программы пользователя, работающей по протоколу Modbus–RTU;
- настройки завершаются записью значения **8000h** в регистр командного слова;

**ВНИМАНИЕ!** Во время сохранения настроек (не менее 100 мс) обращение к модулю невозможно.

- подключить модуль к системной шине объекта.

## 5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Модуль готов к работе непосредственно после подачи питания.

5.2. Модификация используемого модуля СИЭЛ–1951-... отображаются различными цветами светодиода **СТАТУС** :

зеленый – модификация СИЭЛ–1951-0,5-10;

желтый – модификация СИЭЛ–1951-0,25-5.

5.3. Светодиод **СТАТУС** индицирует следующие состояния модуля:

- мигает цветом, определенным в п.5.2, – нормальная работа, обмен с управляющим устройством;
- горит постоянным цветом – нормальная работа, обмена нет;
- горит красным цветом – отказ.

5.4. Виды и периодичность технического обслуживания.

5.4.1. *Периодический контроль*: проводится не реже чем раз в месяц и предусматривает осмотр модуля.

5.4.2. *Профилактический осмотр*: проводится не реже чем один раз в три месяца и предусматривает проверку и затяжку клеммных соединений и проверку внешних цепей.

5.4.3. *Внеплановое обслуживание*: производится при возникновении неисправности и включает в себя работы, связанные с заменой модуля на исправный.

## 6. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ.

Модуль СИЭЛ–1951-... ..... 1 шт.

Руководство по эксплуатации ТПКЦ.427710.011 РЭ ..... 1 экз.

Носитель с программным обеспечением для настройки 1 шт. \*)

Преобразователь RS485 ..... 1 шт. \*)

**Примечание** \*) поставляется на партию модулей по требованию заказчика.

## 7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

7.1. Транспортирование изделия в упаковке предприятия-изготовителя допускается производить любым видом закрытого транспорта, при условии защиты от атмосферных осадков и брызг воды в соответствии с правилами транспортирования, действующими на всех видах транспорта.

Условия транспортирования – Ж по ГОСТ 23216.

7.2. Хранение изделия в упаковке предприятия-изготовителя в части воздействия климатических факторов внешней среды должно соответствовать группе ЖЗ по ГОСТ 15150-69: температура от минус 50°C до 50°C и относительная влажность воздуха не более 98% при 35°C.

7.3. Срок хранения – один год со дня отгрузки.

## 8. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

8.1. Изготовитель гарантирует соответствие технических характеристик модуля значениям п.2 при правильном соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

8.2. Гарантийный срок эксплуатации: 24 месяца со дня ввода в действие. В случае выхода модуля из строя в течение гарантийного срока при правильном соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения предприятие-изготовитель обязуется осуществить бесплатный ремонт или замену модуля.

8.3. В случае возникновения неисправностей модуля после истечения гарантийного срока необходимо обращаться на предприятие-изготовитель для проведения послегарантийного

обслуживания. 8.4. Предприятие-изготовитель: “СИЭЛ”,

## 9. ПРИЕМКА

Модуль СИЭЛ–1951–\_\_\_\_\_–\_\_\_\_\_,

заводской номер \_\_\_\_\_

изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями действующей технической документации и признан годным для эксплуатации.

Дата изготовления \_\_\_\_\_

Начальник  
ОТК

М.П.

личная подпись

## 10. РАБОТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1. Учет выполнения работ

Дата	Наименование работы и причина ее выполнения	Должность, фамилия и подпись		Примечание
		выполнившего работу	проверившего работу	

### 10.2. Особые замечания по эксплуатации

---

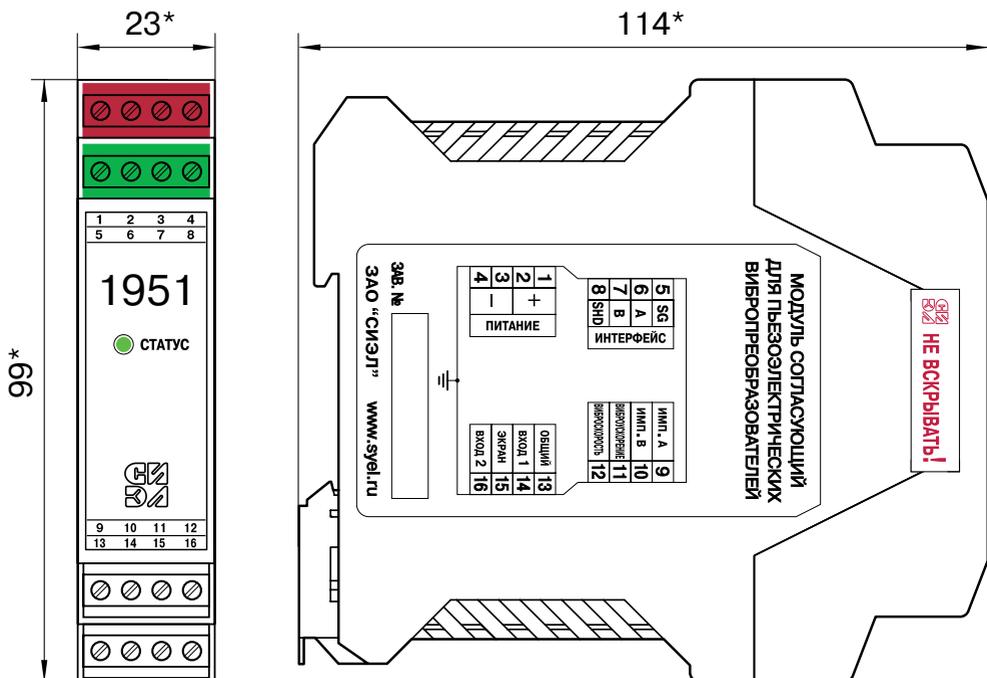
---

---

---

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ МОДУЛЯ

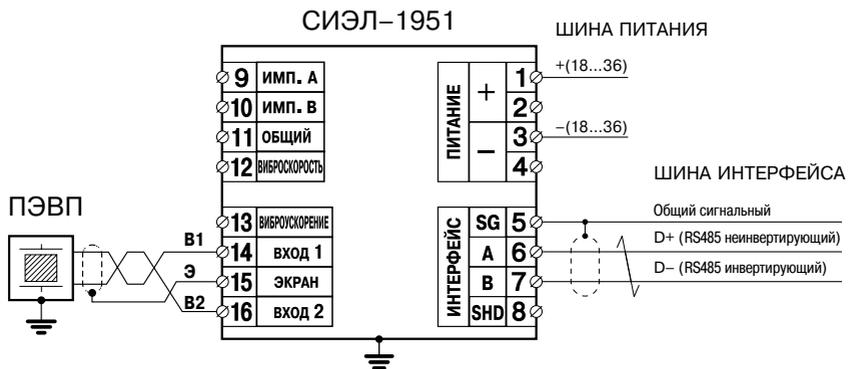


## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СХЕМА ВНЕШНИХ ПОДКЛЮЧЕНИЙ

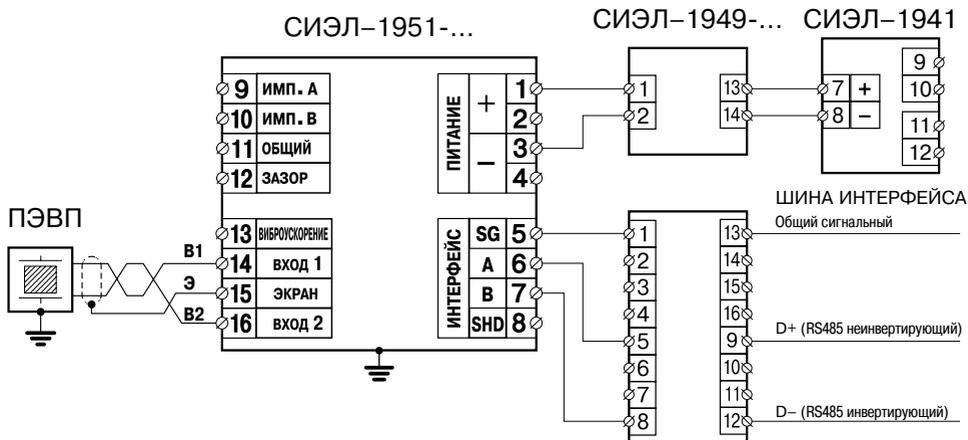
### 1. Назначение контактов клеммных соединителей модуля.

Конт	Цепь	Назначение
<b>1</b>	+	Питание модуля
<b>2</b>		
<b>3</b>		
<b>4</b>	-	
<b>5</b>	SG	RS485, общий
<b>6</b>	A	RS485, неинвертирующий, D+
<b>7</b>	B	RS485, инвертирующий, D-
<b>8</b>	SND	Экран кабеля интерфейса
<b>9</b>	Имп. А	Парафазный вход сигнала синхронизации (фазовой метки)
<b>10</b>	Имп. В	
<b>11</b>	Общий	
<b>12</b>	Виброскорость	Выход сигнала виброскорости
<b>13</b>	Виброускорение	Выход сигнала виброускорения
<b>14</b>	Вход 1	Подключение ПЭВП
<b>15</b>	Экран	
<b>16</b>	Вход 2	

## 2. Схема подключения внешних цепей.



## 3. Схема подключения при использовании во взрывоопасной зоне.



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ТАБЛИЦА РЕГИСТРОВ

#### 1. Регистры IR (только чтение), команда Modbus: 04h (чтение).

Название регистра	Адрес	Тип
Название модуля	0	usword
Модификация модуля	1	usword
Версия ПО	2	usword
"Размах" виброскорости, мм/с	3, 4	float
СКЗ виброскорости, мм/с: частотный диапазон от 10 Гц до 1 кГц	5, 6	float
СКЗ виброскорости, мм/с: полоса частот 1	7, 8	float
СКЗ виброскорости, мм/с: полоса частот 2	9, 10	float
СКЗ виброскорости, мм/с: полоса частот 3	11, 12	float

usword – двухбайтовое беззнаковое целое;

float – четырехбайтовое число с плавающей точкой  
формат IEEE–754.

#### 2. Регистры HR (чтение и запись), команды Modbus: 03h (чтение), 06h (запись одиночного регистра), 10h (запись нескольких регистров).

Название регистра	Адрес	Тип	Заводские настройки
Командное слово: см. таблицу П1	0	bits in word	–
Скорость обмена: см. таблицу П2	1	usword	<b>1</b>
Четность: см. таблицу П3	2	usword	<b>1</b>
Адрес модуля: от 1 до 247	3	usword	<b>1</b>
Полоса частот 1, нижняя граница, Гц	4, 5	float	
Полоса частот 1, верхняя граница, Гц	6, 7	float	
Полоса частот 2, нижняя граница, Гц	8, 9	float	
Полоса частот 2, верхняя граница, Гц	10, 11	float	
Полоса частот 3, нижняя граница, Гц	12, 13	float	
Полоса частот 3, верхняя граница, Гц	14, 15	float	

Таблица П1:

БИТ 15	БИТ 14	БИТ 13	БИТ 12	БИТ 11	БИТ 10	БИТ 9	БИТ 8
<b>сохранить</b>	0	0	0	0	0	0	0

БИТ 7	БИТ 6	БИТ 5	БИТ 4	БИТ 3	БИТ 2	БИТ 1	БИТ 0
0	0	0	0	0	0	0	0

где: **сохранить** 0 – без изменений;  
 1 – сохранить записанные настройки.

Таблица П2: **0** – 230400 бит/с;  
**1** – 115200 бит/с;  
**2** – 57600 бит/с;  
**3** – 28800 бит/с;  
**4** – 14400 бит/с;  
**5** – 9600 бит/с.

Таблица П3: **0** – контроль четности отсутствует  
 (два стоп-бита, согласно протоколу);  
**1** – контроль четности включен, четность – even  
 (один стоп-бит, согласно протоколу).

**ВНИМАНИЕ!** Некорректные значения настроечных параметров игнорируются; состояние регистра остается без изменения.

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72	Казань (843)206-01-48	Новокузнецк (3843)20-46-81	Смоленск (4812)29-41-54
Астана +7(7172)727-132	Калининград (4012)72-03-81	Новосибирск (383)227-86-73	Сочи (862)225-72-31
Астрахань (8512)99-46-04	Калуга (4842)92-23-67	Омск (3812)21-46-40	Ставрополь (8652)20-65-13
Барнаул (3852)73-04-60	Кемерово (3842)65-04-62	Орел (4862)44-53-42	Сургут (3462)77-98-35
Белгород (4722)40-23-64	Киров (8332)68-02-04	Оренбург (3532)37-68-04	Тверь (4822)63-31-35
Брянск (4832)59-03-52	Краснодар (861)203-40-90	Пенза (8412)22-31-16	Томск (3822)98-41-53
Владивосток (423)249-28-31	Красноярск (391)204-63-61	Пермь (342)205-81-47	Тула (4872)74-02-29
Волгоград (844)278-03-48	Курск (4712)77-13-04	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тюмень (3452)66-21-18
Вологда (8172)26-41-59	Липецк (4742)52-20-81	Рязань (4912)46-61-64	Ульяновск (8422)24-23-59
Воронеж (473)204-51-73	Магнитогорск (3519)55-03-13	Самара (846)206-03-16	Уфа (347)229-48-12
Екатеринбург (343)384-55-89	Москва (495)268-04-70	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Хабаровск (4212)92-98-04
Иваново (4932)77-34-06	Мурманск (8152)59-64-93	Саратов (845)249-38-78	Челябинск (351)202-03-61
Ижевск (3412)26-03-58	Набережные Челны (8552)20-53-41	Севастополь (8692)22-31-93	Череповец (8202)49-02-64
Иркутск (395) 279-98-46	Нижний Новгород (831)429-08-12	Симферополь (3652)67-13-56	Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47

Казахстан (772)734-952-31

Таджикистан (992)427-82-92-69