



**МОДУЛИ КОНТРОЛЛЕРА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
SIMBOL-100**

S-100-UI4

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
МЮЖК.408039.000 РЭ**



**Сертификат об утверждении типа средств измерений № 12336 от 31.01.2019 г.
Госреестр СИ № РБ 03 23 5329 19**

**Декларация о соответствии ЕАЭС ВУ/112 11.01. ТР020 005.01 00145 от
15.04.2021**

Содержание

1 Назначение	4
2 Технические характеристики	5
3 Состав изделия	9
4 Устройство и работа	12
4.1 Внешний вид.....	12
4.2 Устройство изделия	12
4.3 Подключение модуля к ПК	15
4.4 Подключение модуля к информационной сети	15
4.5 Объекты информации	16
4.6 Маркировка и пломбирование	19
4.7 Упаковка.....	19
5 Использование по назначению	20
5.1 Эксплуатационные ограничения	20
5.2 Подготовка изделия к использованию	20
5.3 Использование изделия	22
5.4 Техническое обслуживание.....	22
5.5 Текущий ремонт	22
6 Хранение	23
7 Транспортирование	23
8 Утилизация.....	23
Приложение А	24
Приложение Б	25
Приложение В.....	32

Данное руководство предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с техническими характеристиками, устройством и принципом работы модулей контроллера измерительных Simbol-100 S-100-UI4 (далее – модули), предназначенных для ввода различного типа аналоговых сигналов, и содержит информацию в объеме, необходимом для их правильной эксплуатации и обслуживания.

Персонал, обслуживающий модули, должен иметь группу по электробезопасности не ниже II, изучить данное руководство и иметь необходимые навыки по использованию средств вычислительной техники и программного обеспечения.

При эксплуатации изделия необходимо дополнительно пользоваться эксплуатационной документацией на приборы и средства, применяемые при обслуживании модуля.

ВНИМАНИЕ!

В КОНСТРУКЦИЮ И ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЕЙ МОГУТ БЫТЬ ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ, НЕ ОТРАЖЕННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, КОТОРЫЕ НЕ УХУДШАЮТ ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ И НЕ ВЛИЯЮТ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ – 24 МЕСЯЦА (ДЛЯ МОДУЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИБО ПРИМЕНЯЕМЫХ В СФЕРЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ).

1 Назначение

1.1 Модули предназначены для ввода унифицированных аналоговых сигналов постоянного тока, напряжения постоянного тока, сопротивления, сигналов термопреобразователей сопротивления, сигналов термопар, дискретных сигналов, их обработки и передачи данных по интерфейсу RS-485 в информационную систему верхнего уровня.

Модули могут использоваться в промышленных системах автоматизированного контроля и управления технологическими процессами как автономно (индивидуальное подключение к ПК), так и в составе информационной сети.

1.2 Модули имеют 4 измерительных канала, каждый из которых может настраиваться на измерение того или иного физического параметра. Каналы электрически изолированы от цепей питания и интерфейса.

Дополнительно на клеммы модуля могут быть подключены четыре дискретных сигнала типа «Сухой контакт» или «Транзисторный ключ» (если канал не используется для измерения сопротивления).

1.3 Измерительные каналы модулей сконфигурированы и поверены изготовителем в соответствии с заявкой потребителя.

1.4 Модули относятся к оборудованию, эксплуатируемому в стационарных условиях производственных помещений.

2 Технические характеристики

2.1 Технические характеристики модуля приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование параметра 1	Значение параметра 2
Напряжение питания постоянного тока, В	От 18 до 28; 24 (номинальное)
Пусковой ток в течение 5 мс, А, не более	0,50
Сила максимально потребляемого тока, А, не более	0,25
Защита от обратной полярности питающего напряжения	Да
Время установления рабочего режима, с, не более	30
Количество изолированных аналоговых входов	4
Время непрерывной работы	не ограничено
Время измерения одного входного сигнала, мс, не более:	
– ток, напряжение,	80
– термопара,	110
– сопротивление/термосопротивление, 3-х проводная схема	160
– сопротивление/термосопротивление, 4-х проводная схема	85
– холодный спай	75
– дискретный	25
Световая индикация состояния каналов	да
Длительность импульса (паузы) воспринимаемого дискретного сигнала, мс, не менее	50
Тип дискретного входного сигнала:	
– механические коммутационные устройства	– механические контакты кнопок, герконов, реле и т.п.;
– канал полупроводниковой структуры	– биполярные ключи NPN или PNP типа; – ключи с изолированным затвором (N или P канал)
Сопротивление ключа «логической единицы» не более, кОм	25
Сопротивление ключа «логического нуля» не менее, кОм	90
Напряжение встроенного источника питания дискретных входов не более, В	5,1
Максимальная частота сигнала на входе, Гц - режим счетчика импульсов	20
Настраиваемые верхний и нижний пороги выхода значений параметров за пределы допустимых значений	да
Индикация выхода параметров за пределы аварийных значений (обрыв сигнальной цепи, короткое замыкание)	да
Защита входных цепей от перегрузки входным сигналом, %, не менее	20
Электрическая прочность изоляции между различными цепями модуля	350 В, 50 Гц, 1 мин
Сопротивление изоляции электрических цепей, МОм, не менее	5
Интерфейсный канал для обмена данными	RS-485 (Modbus RTU)
Скорость обмена по интерфейсу, Кбит/с, не более	230,4

Нагрузка трансивера на шину	1/256
Диапазон рабочих температур, °С	От минус 10 до плюс 60
Диапазон температур хранения, °С	От минус 40 до плюс 70
Относительная влажность воздуха, %	От 10 до 95
Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254	IP20
Монтаж, монтажная шина	DIN-35
Габаритные размеры, мм, не более	55x92x74
Масса, кг, не более	0,30
Потребляемая электрическая мощность, Вт, не более	4,0
Срок службы, лет, не менее	12

2.2 Типы входных сигналов, диапазоны измерений входных сигналов, сигналы на выходе, пределы допускаемой основной приведенной погрешности (от верхнего значения диапазона измерений), входные сопротивления указаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Типы входного сигнала	Диапазон измерений	Значение младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Входное сопротивление
Постоянный ток	От 4 до 20 мА	1 мкА	$\pm 0,1; \pm 0,25$	не более 100 Ом
	От 0 до 20 мА		$\pm 0,1; \pm 0,25$	
	От 0 до +5 мА	1 мкА	$\pm 0,25$	
	От -5 до +5 мА		$\pm 0,25$	
Напряжение постоянного тока	От 0 до +10 В	1 мВ	$\pm 0,1; \pm 0,20$	не менее 100 кОм
	От -10 до +10 В	1 мВ	$\pm 0,1; \pm 0,20$	
	От 0 до +1 В	100 мкВ	$\pm 0,1; \pm 0,20$	не менее 1000 кОм
	От -1 до +1 В	100 мкВ	$\pm 0,1; \pm 0,20$	
	От 0 до 100 мВ	10 мкВ	$\pm 0,1; \pm 0,20$	
	От -100 до 100 мВ	10 мкВ	$\pm 0,1; \pm 0,20$	
Сопротивление постоянному току	От 0 до 400 Ом	0,1 Ом	$\pm 0,1; \pm 0,20$	–
	От 0 до 4000 Ом	1 Ом	$\pm 0,1; \pm 0,20$	–
ТС по ГОСТ 6651:		0,1 °С	$\pm 0,4$ °С	–
Платиновые (Pt 50, Pt 100, Pt 1000) $\alpha = 0,00385$ °С ⁻¹	-200 °С – 850 °С			
Платиновые, (50 П или Pt (391) 50, 100 П или Pt (391) 100, 1000 П или Pt (391) 1000) $\alpha = 0,00391$ °С ⁻¹	-200 °С – 850 °С			
Медные (50М, 100М) $\alpha = 0,00428$ °С ⁻¹	-180 °С – 200 °С			
Медные (50М, 100М) $\alpha = 0,00426$ °С ⁻¹	-50 °С – 200 °С			
Никелевые (100Н) $\alpha = 0,00617$ °С ⁻¹	-60 °С – 180 °С			
1000 Н $\alpha = 0,00617$ °С ⁻¹ ;	-60 °С – 180 °С			
ТС по приложению В				
Ni 1000 $\alpha = 0,00500$ °С ⁻¹ ;	-60 °С – 250 °С			
ТП по ГОСТ Р 8.585:		0,1 °С	$\pm 2,0$ °С	не менее 1000 кОм
R	0 °С – 1760 °С			
S	0 °С – 1760 °С			
J	-100 °С – 1200 °С			
T	-100 °С – 400 °С			
E	-100 °С – 1000 °С			
K	-100 °С – 1370 °С			
N	-100 °С – 1300 °С			
A-1	20 °С – 2450 °С			
A-2	20 °С – 1800 °С			
A-3	20 °С – 1800 °С			
L	-100 °С – 800 °С			

2.3 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в диапазоне рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры - не более 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

2.4 Программное обеспечение модуля делится на две части – резидентное (встроенное) программное обеспечение (РПО) и внешнее специализированное программное обеспечение (СПО), устанавливаемое на ПК.

Определенная часть РПО, является метрологически значимой и законодательно контролируемой (далее МПО), обеспечивает измерение и преобразование параметров, расположена в энергонезависимой памяти управляющего процессора, и в процессе эксплуатации модуля изменена быть не может. МПО модулей обеспечена средствами предотвращения от случайного неправильного применения и защищена от мошенничества.

Идентификационные данные МПО модулей приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер программного обеспечения)	Цифровой идентификатор программного обеспечения	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
МПО модуля S-100-UI4	RS-UI4	V101	CE93	CRC16 (0xA001)
Примечание – Уровень безопасности по СТБ OIML D 31 – I.				

Внешнее СПО представлено программой «S100Configurator», которая используется для конфигурирования модуля и контроля измеряемых значений.

Программа не влияет на метрологические характеристики модуля, а лишь считывает и предьявляет значения выходных параметров в виде удобном для наблюдения.

СПО «S100Configurator» предоставляет доступ к идентификационным параметрам МПО для контроля целостности.

2.5 По защите обслуживающего персонала от поражения электрическим током модули относятся к оборудованию класса III по ГОСТ IEC 61131-2.

Категория перенапряжения II, степень загрязнения 1 по ГОСТ IEC 61131-2.

2.6 Требования к электромагнитной совместимости и радиопомехам.

2.6.1 Модули устойчивы к электростатическим разрядам 3 испытательного уровня с критерием качества функционирования В по СТБ МЭК 61000-4-2.

2.6.2 Модули устойчивы с критерием качества функционирования А к радиочастотному электромагнитному полю 2 испытательного уровня по СТБ IEC 61000-4-3.

Критерий качества функционирования А – во время испытаний пределы допускаемой дополнительной погрешности модулей, вызванной влиянием радиочастотного электромагнитного поля 2 испытательного уровня, не более предела допускаемой основной погрешности.

2.6.3 Модули устойчивы к наносекундным импульсным помехам 3 испытательного уровня с критерием качества функционирования В по СТБ МЭК 61000-4-4.

2.6.4 Модули устойчивы к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями 2 степени жесткости с критерием функционирования А по СТБ IEC 61000-4-6.

Критерий качества функционирования А – во время испытаний пределы допускаемой дополнительной погрешности модулей, вызванной кондуктивными помехами, наведенными радиочастотными электромагнитными полями 2 степени жесткости, не более предела допускаемой основной погрешности.

2.6.5 Модули удовлетворяют нормам помехозащиты для оборудования класса А по СТБ EN 55022.

2.6.6 Модули устойчивы к воздействию магнитного поля промышленной частоты напряженностью магнитного поля 2 испытательного уровня с критерием качества функционирования А по ГОСТ IEC 61000-4-8

3 Состав изделия

3.1 Комплектность поставки модуля соответствует указанной в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Комплектность поставки

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
МЮЖК.408039.000	Модуль контроллера измерительный Simbol-100 S-100-UI4	1 шт.	–
МЮЖК.408039.000 ПС	Модуль контроллера измерительный Simbol-100 S-100- UI4. Паспорт	1 экз.	–
МЮЖК.408039.000 РЭ	Модуль контроллера измерительный Simbol-100 S-100- UI4. Руководство по эксплуатации*	1 экз.	Допускается прилагать 1 экз. на каждые 10 модулей, поставляемых в один адрес
МРБ МП. 2386 –2014	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Модули контроллера измерительные Simbol-100. Методика поверки*	1 экз.	
МЮЖК.408031.000 ПО	Специализированное программное обеспечение «S100Configurator» *	1 шт.	
–	Разъем 15EDGK-3.81-04P-14-00A(Н)**	1 шт.	–
–	Разъем 15 EDGKA-3.81-18P-14-00A(Н)** со встроенным термопреобразователем сопротивления	1 шт.	–
МЮЖК.408030.200	Упаковка	1 шт.	

* Допускается поставка в электронном виде;

** Допускается поставка разъемов других модификаций, не ухудшающих качество изделия

Документация в электронном виде:

<https://www.evropribor.by/catalog/s-100/>



3.2 Схема составления условного обозначения модулей

Модуль контроллера измерительный Simbol-100 S-100-UI4-n₁X_Y.n₂X_Y...n₄X_Y.mXDD - -
1 2 3 4

ТУ ВУ 390171150.004-2013

1 Модификация модуля измерительного;

2 Конфигурация модуля измерительного, где

n₁..n₄ – количество входных аналоговых каналов соответствующего типа (n₁+n₂+n₃+n₄ ≤ 4);

m – количество дискретных входов (m ≤ 4). Дискретный вход можно задействовать, если соответствующий аналоговый канал не используется для измерения сопротивления;

Y – код аналогового канала см. таблицу 3.2.

DD – дискретный вход постоянного тока с питанием от внутреннего источника 5 В.

3 – Класс точности:

- 0,1 – для модуля с измерительными каналами токов и напряжений класса точности 0,1 (относится ко всем измерительным каналам);

- отсутствует - для модуля с измерительными каналами напряжения и сопротивления постоянному току классом точности 0,2 и постоянного тока – 0,25 (относится ко всем измерительным каналам).

4 Кодовое обозначение государств, указывающее страну потребителя: ВУ; КЗ; РУ и др. (допускается не указывать).

Таблица 3.2 – Коды аналоговых каналов

Тип измерительного канала		Диапазон измерения	Код	
1		2	3	
Постоянный ток с питанием измерительной цепи от внешнего источника		от 4 до 20 мА	P	
		от 0 до 20 мА	P1	
		от 0 до 5 мА	P2	
		от -5 до 5 мА	P4	
Постоянное напряжение		от 0 до 10 В	V	
		от -10 до 10 В	V1	
		от 0 до 1 В	V2	
		от -1 до 1 В	V3	
		от 0 до 100 мВ	V7	
		от -100 до 100 мВ	V9	
Сопротивление, 3-х проводная схема		от 0 до 400 Ом	OR3	
		от 0 до 4000 Ом	OR4	
Сопротивление, 4-х проводная схема		от 0 до 400 Ом	OR3(4)	
		от 0 до 4000 Ом	OR4(4)	
Сигналы термопар	тип R (ТПП)	от 0 °С до 1760 °С	R	
	тип S (ТПП)	от 0 °С до 1760 °С	S	
	тип J (ТЖК)	от -100 °С до 1200 °С	J	
	тип T (ТМК)	от -100 °С до 400 °С	T	
	тип E (ТХКн)	от -100 °С до 1000 °С	E	
	тип K (ТХА)	от -100 °С до 1370 °С	K	
	тип N (ТНН)	от -100 °С до 1300 °С	N	
	тип А-1 (ТВР)	от 20 °С до 2450 °С	A-1	
	тип А-2 (ТВР)	от 20 °С до 1800 °С	A-2	
	тип А-3 (ТВР)	от 20 °С до 1800 °С	A-3	
тип L (ТХК)	от -100 °С до 800 °С	L		
Сигналы термосопротивлений, 2-х проводная схема	Ni 1000	$\alpha=0,00500 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;	от -60 °С до 250 °С	Ni1000(2); LG-Ni1000(2); Ni1000 TK5000(2)
Сигналы термосопротивлений, 3-х проводная схема	Pt 50	$\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -200 °С до 850 °С	Pt50
	Pt 100			Pt100
	Pt 1000			Pt1000
	50 П или Pt (391) 50	$\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -200 °С до 850 °С	50П
	100 П или Pt (391) 100			100П
	1000 П или Pt (391) 1000			1000П
	50 М	$\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -180 °С до 200 °С	50М
	100 М			100М
	50 М	$\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -50 °С до 200 °С	50М26
	100 М			100М26
	100 Н	$\alpha=0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -60 °С до 180 °С	100Н
	1000 Н			1000Н
	Ni 1000	$\alpha=0,00500 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;	от - 60 °С до 250 °С	Ni1000; LG-Ni1000; Ni1000 TK5000
Сигналы термосопротивлений, 4-х проводная схема	Pt 50	$\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -200 °С до 850 °С	Pt50(4)
	Pt 100			Pt100(4)
	Pt 1000			Pt1000(4)
	50 П или Pt (391) 50	$\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -200 °С до 850 °С	50П(4)
	100 П или Pt (391) 100			100П(4)
	1000 П или Pt (391) 1000			1000П(4)

Продолжение таблицы 3.2

	1		2	3
Сигналы термо-сопротивлений, 4-х проводная схема	50 М	$\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -180 °С до 200 °С	50М(4)
	100 М			100М(4)
	50 М	$\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -50 °С до 200 °С	50М26(4)
	100 М			100М26(4)
	100 Н	$\alpha=0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -60 °С до 180 °С	100Н(4)

Пример обозначения модуля:

Модуль измерительный **S-100-UI4-2xP.1xV1.1xPt100(4).3xDD-0,1**
 ТУ ВУ 390171150.004-2013

Модуль имеет:

- каналы 1, 2 - входы измерения тока от 4 до 20 мА (дополнительно два дискретных входа);
- канал 3 - вход измерения напряжения от минус 10 до 10 В и дискретный вход;
- канал 4 - вход измерения температуры Pt 100 4-х проводная схема измерения.

Входы измерения токов и напряжений имеют класс точности 0,1.

4 Устройство и работа

4.1 Внешний вид

Внешний вид модуля показан на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Внешний вид модуля S-100-UI4

4.2 Устройство изделия

4.2.1 Модуль выполнен в алюминиевом корпусе, предназначенном для крепления на DIN-рейку шириной 35 мм. Габаритные размеры и способ крепления показаны в приложении А.

На корпусе модуля расположены следующие элементы (рисунок 4.2):

- 1- индикаторы режимов работы модуля;
- 2- разъем для подключения проводов питания и интерфейса;
- 3- разъем для подключения входных сигналов;
- 4- DIP-переключатели для конфигурирования измерительных каналов.

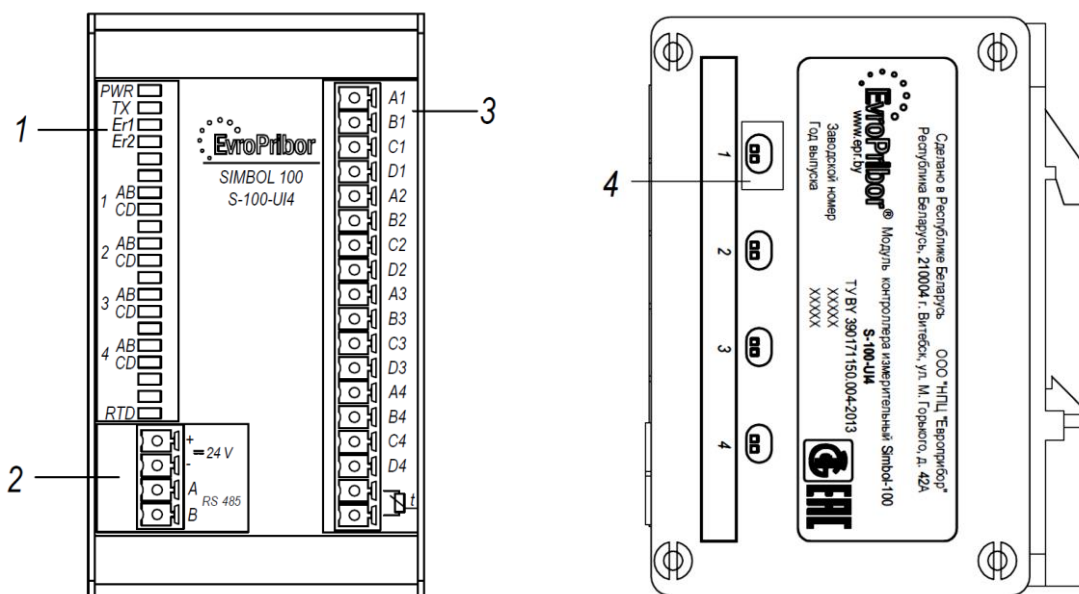


Рисунок 4.2 – Панели модуля S-100-UI4

4.2.2 Разъемная конструкция клемм прибора позволяет осуществлять оперативную замену модуля без демонтажа подключенных к нему внешних линий связи.

Назначение светодиодных индикаторов показано в таблице 4.1.

Назначение клемм разъема питания и интерфейса указаны в таблице 4.2.

Назначение клемм разъема аналоговых входов указано в таблице 4.3.

Таблица 4.1 – Назначение светодиодных индикаторов

Индикатор	Назначение
PWR	Наличие питания модуля (24 В)
TX	Ответ модуля на запрос ведущего
Er1	Ошибка интерфейса
Er2	Ошибка канала
1-4 (AB, CD)	Состояние входов

Таблица 4.2 – Назначение клемм разъема питания и интерфейса

Номер контакта	Назначение
1	«+24 В» - плюс питания 24 В
2	«-24 В» - минус питания 24 В
3	«А» - контакт «+» интерфейса RS-485
4	«В» - контакт «-» интерфейса RS-485

Таблица 4.3 – Назначение клемм разъема аналоговых входов

Номер контакта	Назначение	Номер контакта	Назначение
1	Вход А1	10	Вход В3
2	Вход В1	11	Вход С3
3	Вход С1	12	Вход D3
4	Вход D1	13	Вход А4
5	Вход А2	14	Вход В4
6	Вход В2	15	Вход С4
7	Вход С2	16	Вход D4
8	Вход D2	17	RTD1
9	Вход А3	18	RTD2

4.2.3 Модуль имеет 4 универсальных канала ввода аналоговых сигналов, которые конфигурируются, настраиваются и поверяются в соответствии с таблицей 2.2 и заявкой на поставку (см. п. 3.2).

Каждый канал занимает по 4 клеммы разъема соответственно Ах, Вх, Сх, Дх.

Входные цепи модуля выполнены с использованием прецизионных элементов и имеют устройства защиты от перегрузки по току и напряжению.

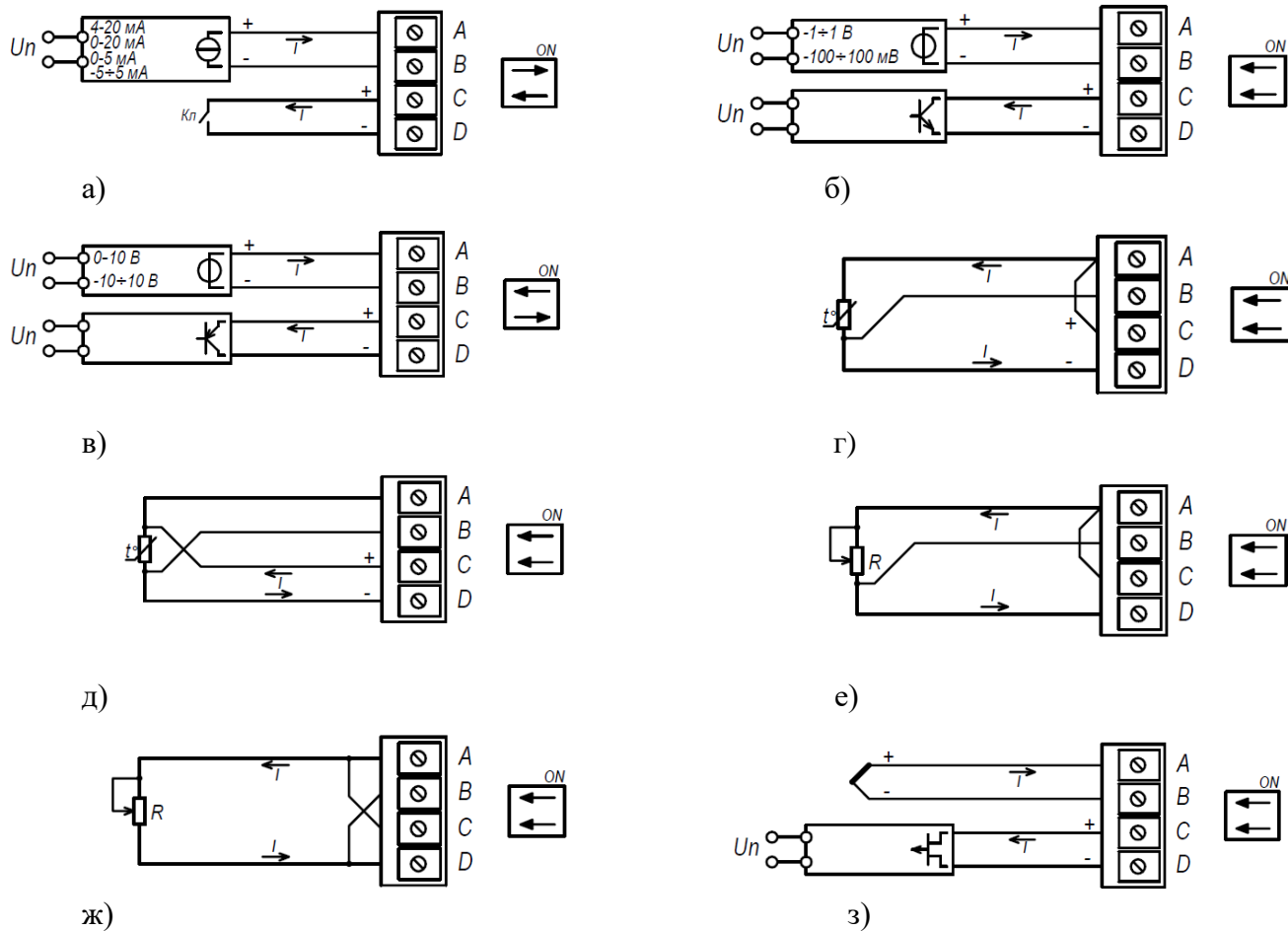
Для каналов измерения токов, напряжения и терморпар дополнительно на клеммы Сх и Дх может быть подключен дискретный сигнала типа «Сухой контакт» или «Транзисторный ключ» (дискретный вход питается от внутреннего источника напряжения 5 В).

4.2.4 Клеммы 17, 18 используются для подключения датчика температуры (термосопротивления Pt100), вмонтированного в съемную часть клеммного разъема 15EDGKA-3.81-18P-14-00A(H) из состава комплектации. Этот датчик позволяет измерять температуру свободных концов терморпар подключенных на клеммы модуля.

4.2.5 Для ослабления влияния наведенных внешних импульсных помех или помех промышленной частоты на эксплуатационные характеристики прибора, измерительные цепи выполнены по схеме дифференциального измерения сигнала при допустимом синфазном напряжении до 12 В. В алгоритм обработки данных введена цифровая фильтрация результатов

измерений. Установка степени фильтрации осуществляется независимо для каждого измерительного канала при конфигурации модуля.

4.2.6 На рисунке 4.3 показаны варианты подключений первичных преобразователей (ПП) к входным клеммам модуля и положения DIP-переключателей для соответствующих каналов.



- а) Подключение ПП имеющего активный токовый выходной сигнал (на клеммы С и D дополнительно подключена контактная группа типа «сухой контакт»);
- б) Подключение ПП имеющего выходной сигнал напряжения (дополнительно подключен датчик типа транзисторный ключ «n-p-n»);
- в) Подключение ПП имеющего выходной сигнал напряжения (дополнительно подключен датчик типа транзисторный ключ «p-n-p»);
- г) Подключение термопреобразователя сопротивления по 3-х проводной схеме;
- д) Подключение термопреобразователей сопротивления по 4-х проводной схеме;
- е) Подключение переменного резистора (реостата) по 3-х проводной схеме;
- ж) Подключение переменного резистора (реостата) по 2-х проводной схеме (метрологические характеристики не гарантированы);
- з) Подключение преобразователя термоэлектрического (термопары) с одновременным использованием клемм С и D для подключения дискретного сигнала типа «открытый сток»;

Рисунок 4.3 – Примеры схем подключения ПП различного типа

4.3 Подключение модуля к ПК

4.3.1 Для конфигурации модуля может быть использован офисный ПК стандартной комплектации, имеющий порт RS-232 или USB. Модуль подключается с помощью преобразователя интерфейса RS-232 в RS-485 (USB в RS-485) (рисунок 4.4).

Длина кабеля интерфейса RS-232 не должна превышать 15 м. Для интерфейса RS-485 допускается использовать обычную пару проводов, если длина линии связи не более 100 м.

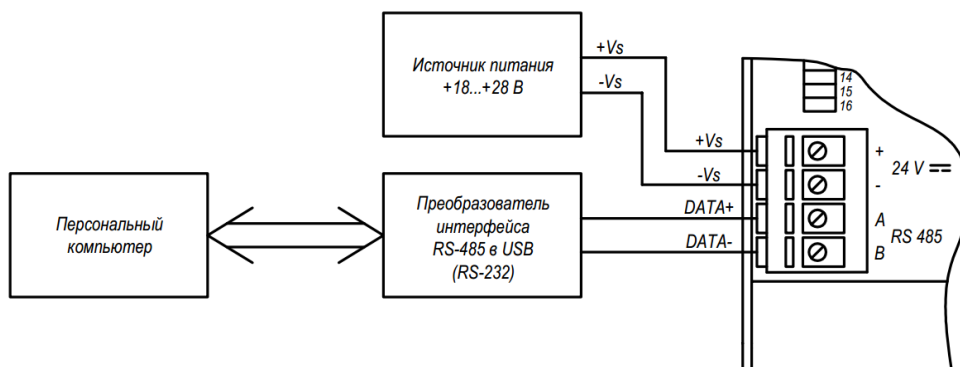


Рисунок 4.4 – Подключение модулей к порту ПК

Конфигурация параметров модуля осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения (СПО) «S100Configurator». Руководство пользователя СПО поставляется в комплекте документации на CD.

Регистры конфигурации интерфейса модуля содержатся в адресах с 45000 по 45004 (приложение Б, таблица Б.3).

ВНИМАНИЕ!

НА ЛЕВОЙ БОКОВОЙ КРЫШКЕ МОДУЛЯ ИМЕЕТСЯ ОТВЕРСТИЕ, ПОД КОТОРЫМ РАСПОЛАГАЕТСЯ КНОПКА ПРИВЕДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ ИНТЕРФЕЙСА К ЗАВОДСКИМ.

ПРИ ВЫПУСКЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЕМ УСТАНОВЛИВАЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ НАСТРОЙКИ ИНТЕРФЕЙСА:

- ПРОТОКОЛ ОБМЕНА – MODBUS RTU;
- СЕТЕВОЙ АДРЕС МОДУЛЯ СООТВЕТСТВУЕТ ДВУМ ПОСЛЕДНИМ ЦИФРАМ ЗАВОДСКОГО НОМЕРА;
- СКОРОСТЬ ОБМЕНА – 115200 БИТ/С;
- ФОРМАТ ДАННЫХ – 8N1:
 - 1 СТАРТОВЫЙ БИТ;
 - 8 БИТ ДАННЫХ, МЛАДШИЙ БИТ ПОСЫЛАЕТСЯ ПЕРВЫМ;
 - 1 СТОПОВЫЙ БИТ (НЕТ БИТА ПАРИТЕТА).

4.4 Подключение модуля к информационной сети

4.4.1 Модули могут функционировать в составе информационной сети с топологией «общая шина», выполненной по спецификации интерфейса RS-485. Физической средой передачи данных должен быть согласованный интерфейсный кабель с волновым сопротивлением 120 Ом.

Модули представляются ведомыми устройствами на шине, где каждый имеет свой уникальный сетевой адрес. Они могут располагаться как в непосредственной близости от ведущего устройства (ПК, контроллер), так и на удалении до 1200 м. Это позволяет расположить модули в непосредственной близости к контролируемому оборудованию, и таким образом, уменьшить общую длину проводов подключения ПП, что в свою очередь **уменьшает величину наводимых помех на входные измерительные цепи**. Приемо-передатчики модулей позволяют подключить до 247 модулей на шину.

Ведущий может адресоваться только к конкретному модулю в сети по его индивидуальному адресу. Широковещательные запросы, предусмотренные протоколом Modbus, не поддерживаются.

Модули подключаются к шине с помощью клемм «А (+)» и «В (-)» и допускают «горячую замену» (подключение модуля без снятия общего питания и остановки информационного обмена на шине RS-485).

В качестве интерфейсной шины рекомендуется использовать витую пару FTP АWG24 с волновым сопротивлением 120 Ом (например, кабель КИПЭП, КИПЭВ, КИС-П, КИС-В).

При использовании интерфейса RS-485 на скоростях более 4800 бит/с (если модуль является оконечным устройством на «Общей шине») может потребоваться электрическое согласование интерфейса с кабелем сети. Для этого между клеммами А и В интерфейса модуля должен устанавливаться «терминатор» в виде резистора сопротивлением 120 Ом.

Модуль поддерживает форматы обмена – 8N1; 8N2; 8E1; 8O1,

где: 8 – восемь бит данных;

N – нет бита паритета;

E – Even бит дополнения до четности;

O – Odd бит дополнения до нечетности;

1 или 2 – один или два стоп-бита.

Подключение модулей к информационной сети приведено на рисунке 4.5.

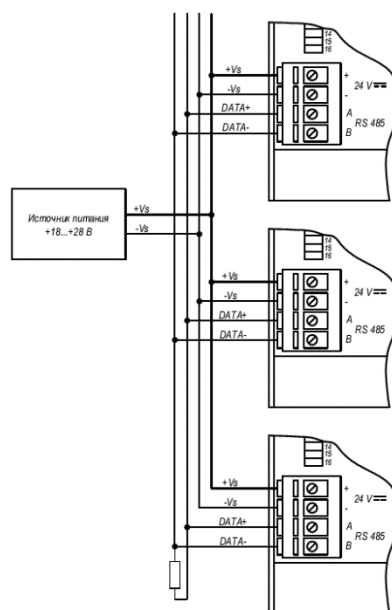


Рисунок 4.5 – Подключение модулей к информационной сети

4.5 Объекты информации

4.5.1 Логический адрес данных, доступных по протоколу Modbus, представляет собой пятизначное десятичное число, соответствующее диапазону используемых регистров.

Диапазоны адресов информационных объектов, типы данных и соответствующие функции доступа приведены в приложении Б (таблица Б.2).

Пользовательские регистры описаны в приложении Б (таблица Б.3).

4.5.2 Измеренные значения по каналам хранятся в регистрах по адресам с 30018 по 30022 соответственно, и доступны только для чтения (таблица Б.3). Формат представления – двухбайтовые целые числа (Int), вес единицы младшего разряда - см. таблицу 2.2.

Регистр 30023 хранит значения дискретных входов побитно, начиная с младшего разряда.

4.5.3 Пользователь в процессе конфигурации модуля может установить верхнее и нижнее пороговые аварийные значения для каждого из каналов, которые располагаются в регистрах

45010-45017. Выход измеряемого значения какого-либо канала за эти пределы вызовет включение индикатора Er2 и установку флага D0 в регистре статуса по адресу 30027.

4.5.4 Для каждого аналогового входа может быть установлена дополнительная программная фильтрация измеренного значения (приложение Б, таблица Б.3).

Постоянная времени фильтра устанавливается для каждого входа индивидуально записью в соответствующий регистр 45034...45039 значения $N = T/0,01$, где T время, измеренное в миллисекундах.

Например, для установки постоянной времени фильтрации входа 3 равным 1 с, необходимо записать число 100 в регистр 45036.

Программная фильтрация осуществляется по методу экспоненциального сглаживания в соответствии с выражением:

$$My[n] = My[n-1] + (Y[n] - My[n-1])/L,$$

где $My[n-1]$ – значение выходной величины фильтра, полученное в предыдущем отсчете;

$Y[n]$ – значение входной величины фильтра, полученное с АЦП;

L = коэффициент демпфирования.

Уменьшение постоянной времени фильтрации увеличивает быстродействие измерительного канала (реакцию на скачок), но уменьшает эффективность подавления шумов в линии связи с ПП или шумов, вызванных нестабильностью измеряемого параметра.

Состояние цифровых входов хранится в регистрах по адресу с 10000 по 10003 соответственно и доступно только для чтения.

Получить значение состояния всех входов можно, прочитав регистр 30023 (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Значения состояний входов

3	2	1	0	Бит
4	3	2	1	Вход

4.5.5 Счетчики импульсов

4.5.5.1 В зависимости от параметров настройки в модуле могут быть сконфигурированы 4 нереверсивных (один вход) или 2 реверсивных (два входа) 32-разрядных счетчика.

Значение счетчика изменяется на единицу при изменении состояния входа с логического нуля (0) на логическую единицу (1) (по фронту).

4.5.5.2 В зависимости от конфигурации модуля (таблица Б.3) каждая пара (каналы-1,2 и каналы-3,4) счетчиков может работать в следующих трех режимах:

– Отключены. Счетчики не инициализированы. Счет по изменению состояний входов не производится;

– Инициализированы 2 нереверсивных 32-разрядных двоичных счетчика. Каждому счетчику принадлежит один дискретный вход модуля. Каждый счетчик позволяет хранить числа от 0 до 4294967295. При переполнении счетчика счет продолжается с нуля. Значение счетчика может быть изменено записью числа в соответствующий регистр;

– Инициализирован 1 реверсивный 32-разрядный двоичный счетчик. Каждому счетчику принадлежат два дискретных входа модуля. Входа с нечетными номерами используются для прямого счета, а входа с четными номерами – для обратного (инверсного) счета;

4.5.5.3 Значения счетчиков сохраняются в оперативной памяти и пропадают при отключении питания модуля.

Значения одного счетчика хранятся в двух 16-разрядных регистрах. Первый регистр содержит младшее слово значения счетчика, второй регистр - старшее слово. Чтобы получить целое значение счетчика 1, регистры должны быть объединены следующим образом:

Счетчик 1 LSB = адрес 40002

Счетчик 1 MSB = адрес 40003

Значение счетчика 1 = (Счетчик 1 MSB×65536)+Счетчик 1 LSB

4.5.6 Установка времени подавления дребезга контактов.

4.5.6.1 Для каждого дискретного входа может быть установлено программное подавление дребезга контактов (см. регистры хранения, таблица Б.3).

4.5.6.2 Время устранения дребезга контактов устанавливается с помощью СПО «S100Configurator» для каждого входа индивидуально записью в соответствующий регистр (45038..45041) значения $N=T/0,01$, где T – время, с.

Например, для установки времени устранения дребезга контактов для третьего дискретного входа равным 1 с, необходимо записать число 100 в регистр 45040.

Для отключения подавления дребезга контактов необходимо записать «0» в соответствующий регистр.

Рекомендуется устанавливать время устранения дребезга контактов больше и кратным времени цикла измерения модуля (регистр 30032), т.к. например если установить время устранения дребезга контактов 100 мс, а время цикла составляет 500 мс, то фактическое время устранения дребезга составит 500 мс. Время цикла измерения модуля зависит от конфигурации модуля (количества и типа опрашиваемых каналов)

4.5.6.3 При изменении логического уровня на входе модуля запускается таймер времени « t_{max} » устранения дребезга контактов.

Если в течение времени таймера логический уровень на входе сбросился в прежнее значение, состояние входа в программе не изменяется.

Если логический уровень на входе не изменил своего значения после срабатывания таймера, модуль фиксирует новое состояние входа (см. рисунок 4.6)

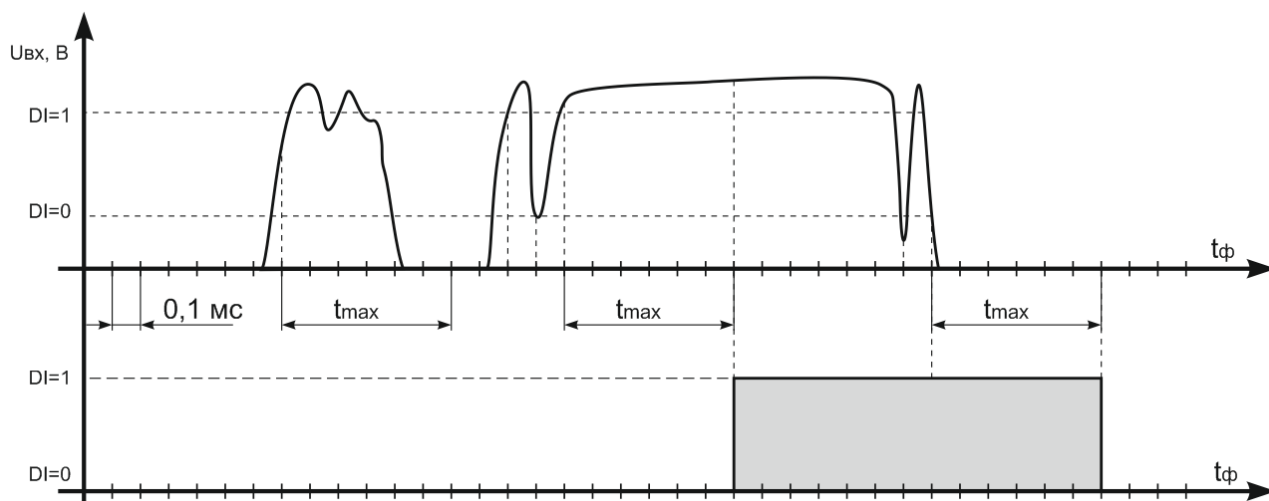


Рисунок 4.6 – Диаграмма изменения состояния входа модуля

ВНИМАНИЕ!

УМЕНЬШЕНИЕ ЛИБО ОТКЛЮЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПОДАВЛЕНИЯ ДРЕБЕЗГА КОНТАКТОВ УВЕЛИЧИВАЕТ БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ВХОДОВ, НО УМЕНЬШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ОТ ДРЕБЕЗГА.

4.5.7 На лицевой панели модуля находится светодиодная линейка, индицирующая состояние модуля (рисунок 4.2):

PWR – индикатор напряжения питания;

TX - индикация передачи данных модулем при ответе на запрос;

Er1 – ошибка интерфейса;

Er2 – ошибка канала;

Индикаторы АВ отображают состояния входов А и В при измерении токов и напряжений соответствующих каналов.

Индикаторы АВ и CD отображают состояния канала при измерении сопротивлений и термосопротивлений.

Если значения входных сигналов находятся в пределах допустимых значений, соответствующие индикаторы горят ровным зеленым светом.

Если входной сигнал выходит за пределы диапазона измерений установленного пользователем (регистры 45010..45017), зеленый индикатор соответствующего канала начинает мигать с периодом:

- 1,5 с – выход за нижний предел диапазона;
- 0,5 с – выход за верхний предел диапазона.

Если входной сигнал выходит за пределы диапазона измерений канала модуля (аварийные пределы), дополнительно загорается индикатор Ег2.

Индикаторы CD отображают состояния дискретных входов С и D соответствующих каналов (если канал не используется для измерения сопротивления).

4.6 Маркировка и пломбирование

4.6.1 На лицевой панели модуля нанесены следующие знаки и надписи:

- сокращенное условное обозначение модуля;
- товарный знак изготовителя;
- обозначение индикаторов и контактов;
- параметры питания.

4.6.2 На боковой панели модуля нанесены следующие знаки и надписи:

- наименование и сокращенное условное обозначение модуля;
- обозначение ТУ;
- товарный знак изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя;
- год выпуска;
- наименование и адрес изготовителя;
- знак Государственного реестра;
- единый знак обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза.

4.6.3 Пломба-этикетка, обеспечивающая защиту от несанкционированного доступа, наносится на угол соединения правой боковой крышки и задней части корпуса модуля.

4.6.4 На потребительскую упаковку наносятся следующие знаки и надписи:

- наименование и условное обозначение изделия;
- заводской порядковый номер;
- год упаковки;
- наименование и адрес изготовителя;
- единый знак обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза;
- штамп ОТК и подпись ответственного за упаковку.

4.6.5 Маркировка может быть дополнена другими надписями и знаками.

4.7 Упаковка

4.7.1 Упаковка модулей обеспечивает их сохранность при хранении и транспортировании.

4.7.2 Упаковка производится в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающей среды от 15 °С до 40 °С при уровне относительной влажности от 10 % до 95 %, при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

4.7.3 Модули в чехле из полиэтиленовой пленки (LDPE) ГОСТ 10354 помещаются в картонный ящик (РАР). Свободное пространство между модулем и ящиком заполняется амортизационным материалом.

Эксплуатационная документация укладывается в чехол из полиэтиленовой пленки ГОСТ 10354.

4.7.4 Средства консервации соответствуют варианту защиты ВЗ-0 ГОСТ 9.014.

4.7.5 Модули в картонном ящике укладываются в транспортную тару – ящики из гофрированного картона (РАР) ГОСТ 9142. Свободное пространство между модулями и ящиком заполняется амортизационным материалом.

4.7.6 Товаросопроводительная документация укладывается в чехол из полиэтиленовой плёнки ГОСТ 10354.

4.7.7 Тара и упаковка модулей, предназначенных для экспорта, соответствуют СТБ 993 и чертежам изготовителя.

5 Использование по назначению

5.1 Эксплуатационные ограничения

5.1.1 Модули устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха в диапазоне от минус 10 °С до плюс 60 °С при уровне относительной влажности от 10 % до 95 % (без образования конденсата) и атмосферном давлении от 84 до 106 кПа. В условиях эксплуатации выходящих за пределы допустимого диапазона требуется дополнительный внешний температурный нагрев или охлаждение корпуса.

5.1.2 Модули правильно функционируют при напряжении питания от +18 до +28 В постоянного тока. Превышение указанного напряжения на время более 1 с может привести к выходу модуля из строя.

5.1.3 Модули устойчивы к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот $5 \leq f < 8,4$ Гц с постоянной амплитудой смещения 3,5 мм и ударостойкие к воздействию случайных отклонений до 15 м/с², 11 мс.

5.1.4 При эксплуатации модуля в условиях длинной линии связи по интерфейсу RS-485 в условиях частых грозовых разрядов требуется установка дополнительных устройств защиты интерфейсной шины со стороны передатчика и приемника.

5.1.5 Конденсация влаги на модуле не допускается. Для применения в условиях с конденсацией влаги, в условиях пыли, дождя, брызг или под водой, модуль следует поместить в дополнительный защитный кожух с соответствующей степенью защиты.

5.1.6 Модуль не может эксплуатироваться в среде газов, вызывающих коррозию металлов.

5.2 Подготовка изделия к использованию

5.2.1 Распаковку в зимнее время следует производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав модули не распакованными в этом помещении не менее 6 ч.

5.2.2 По защите обслуживающего персонала от поражения электрическим током модули относятся к оборудованию класса III по ГОСТ ИЕС 61131-2.

ВНИМАНИЕ!

МОНТАЖ ИЛИ УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ МОДУЛЯ СЛЕДУЕТ ВЕСТИ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ НАПРЯЖЕНИИ ПИТАНИЯ. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МОДУЛЯ ДЛЯ СИГНАЛОВ С НАПРЯЖЕНИЯМИ И ТОКАМИ ПРЕВЫШАЮЩИМИ ДОПУСТИМЫЕ.

5.2.3 Эксплуатация модуля разрешается при наличии инструкции по ОТ, утвержденной руководителем потребителя и учитывающей специфику применения модуля в данном технологическом процессе. К эксплуатации модуля допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже II и прошедшие инструктаж по охране труда на рабочем месте.

5.2.4 В целях сведения к минимуму утечек электрических сигналов внутри модуля, его следует оберегать от атмосферных осадков и избыточной влажности. Модуль не рекомендуется устанавливать в зонах со значительными механическими колебаниями (удары, вибрация и т.д.). Не использовать модуль в зонах с повышенным содержанием пыли, масел и газов, вызывающих коррозию, во взрывоопасной среде.

5.2.5 При внешнем осмотре изделия следует проверить:

- комплектность изделия в соответствии с данным руководством;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

5.2.6 Монтаж клеммных разъемов (из комплекта принадлежностей) необходимо вести проводом диаметром от 0,25 до 1,5 мм². Затяжку винтов производить с усилием до 0,2 Н·м (0,02 кгс·см).

5.2.7 Завести постоянное напряжение 24 В на клеммы «+24 V» и «-24 V». При подключенном питании на исправном модуле будет загораться светодиод «PWR».

5.2.8 Подключить модуль к ПК, используя преобразователь интерфейсов (рисунок 1.4).

5.2.9 С помощью СПО «S100Configurator» установить адрес модуля в информационной системе и параметры интерфейса обмена (скорость, четность, стоп-биты). При утрате параметров настройки интерфейса воспользоваться кнопкой установки интерфейса в начальное состояние (1.4.2).

5.2.10 В таблице 5.1 приводится перечень возможных неисправностей модуля и рекомендации для их устранения.

Таблица 5.1

Неисправность	Возможная причина	Рекомендации по устранению
Не горит индикатор питания	1 На клеммы модуля не приходит напряжение питания. 2. Перепутана полярность подключения кабеля питания	1 Проверить подключение кабеля питания
Индикатор питания горит, но модуль не отвечает на запросы ведущего. Индикатор Tx не мигает	1 Неправильно выбраны параметры настройки интерфейса. 2 Неправильно выбран адрес устройства. 3 Ошибка подключения кабеля интерфейса	1 Проверить скорость обмена, паритет, стоп-биты. 2 Проверить соответствие адреса устройства. 3 Проверить правильность подключения интерфейсного кабеля
3 Неправильно определяется состояние входов (по индикации)	1 Неправильное подключение полярности входных сигналов	1 Проверить правильность подключения входных сигнальных проводов согласно рисунку 1.3

5.3 Использование изделия

5.3.1 При эксплуатации модуля не требуется особого порядка действий обслуживающего персонала кроме тех, которые описаны в данном руководстве.

5.3.2 Контроль работоспособности модуля производится по свечению светодиодов на лицевой панели:

- «PWR» указывает на наличие питающего напряжения;
- «TX» указывает на передачу данных модулем по интерфейсу RS-485 (ответ на запрос);
- свечение светодиодов групп «1» ... «4» указывают на состояние входов модуля.

5.3.3 Для восстановления утраченной информации о параметрах настройки интерфейса обмена необходимо:

- включить питание модуля;
- с помощью непроводящей ток шпильки через отверстие в левой боковой крышке корпуса нажать и удерживать в течение не менее 5 секунд встроенную кнопку сброса интерфейса.

После отпускания кнопки настройки интерфейса примут значения по умолчанию. Последующее настройки пользователя необходимо выполнять с помощью СПО «S100Configurator».

5.3.4 При выпуске в обращение модули конфигурируются и поверяются по запросу потребителя или по умолчанию.

В процессе эксплуатации при возникновении необходимости потребитель может изменить конфигурацию каналов модуля с помощью СПО «S100Configurator» и DIP-переключателей самостоятельно либо обратиться к изготовителю. После изменения конфигурации внести сведения в паспорт изделия в раздел «Сведения об изменениях конфигурации».

ВНИМАНИЕ

МОДУЛЬ С ИЗМЕНЕННОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ КАНАЛОВ, В СЛУЧАЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В СФЕРЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ, ДОЛЖЕН БЫТЬ ПОВТОРНО ПОВЕРЕН.

5.4 Техническое обслуживание

5.4.1 Техническое обслуживание модуля заключается в профилактических осмотрах. При выполнении работ по техническому обслуживанию следует соблюдать меры безопасности, изложенные в подразделе 2.2.

5.4.2 Профилактические осмотры модуля проводятся обслуживающим персоналом не реже одного раза в 6 месяцев и включают в себя выполнение следующих операций:

- проверку отсутствия вмятин и видимых механических повреждений на корпусе;
- проверку качества крепления модуля на DIN-рейке;
- проверку надежности подключения внешних присоединений.
- очистку корпуса и клеммных соединений от пыли, грязи и посторонних предметов;

ВНИМАНИЕ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИМЕНЯТЬ ДЛЯ ЧИСТКИ МОДУЛЕЙ И КЛЕММНЫХ РАЗЪЕМОВ РАСТВОРИТЕЛИ И ХИМИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МОЮЩИЕ СРЕДСТВА.

5.4.3 Обнаруженные при осмотре недостатки следует немедленно устранить. Эксплуатация модулей с повреждениями запрещается.

5.4.4 Проверка работоспособности модуля производится согласно 5.3.

5.5 Текущий ремонт

5.5.1 Модуль подлежит ремонту у изготовителя или в сервисном центре изготовителя, имеющем разрешение изготовителя на проведение данного вида работ.

5.5.2 Эксплуатационный персонал потребителя должен произвести демонтаж модуля и его отправку для ремонта с указанием характера неисправности (необходимо наличие паспорта).

5.5.3 Модуль является сложным электронно-техническим изделием, не следует самостоятельно разбирать, ремонтировать или модифицировать его.

6 Хранение

6.1 Хранение на складах должно производиться при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С при уровне относительной влажности от 10 % до 95 % (без образования конденсата) по ГОСТ ИЕС 61131-2.

6.2 В местах хранения модулей в окружающем воздухе должны отсутствовать кислотные, щелочные и другие агрессивные примеси и токопроводящая пыль.

7 Транспортирование

7.1 Транспортирование модулей по ГОСТ ИЕС 61131-2.

7.2 Модули, упакованные в соответствии с требованиями ТУ, могут транспортироваться на любое расстояние автомобильным, железнодорожным транспортом и в герметизированных отсеках самолетов.

7.3 Условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 70 °С;
- относительная влажность воздуха от 10 % до 95 % (без образования конденсата);
- высота над уровнем моря от 0 до 3000 м;
- свободное падение на бетонный пол с высоты 300 мм, число падений 5.

7.4 При погрузочно-разгрузочных работах и транспортировании ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков. Способ укладки ящиков в транспортное средство должен исключать их перемещение при транспортировании.

8 Утилизация

8.1 После окончания срока службы (эксплуатации) модули направляют на утилизацию в соответствии с правилами утилизации общепромышленных отходов.

8.2 Модули не содержат опасных для здоровья потребителей и окружающей среды материалов. При утилизации модулей специальных мер по экологической безопасности не требуется.

8.3 Упаковка модулей подлежит утилизации в сроки, определенные пользователем.

Приложение А
(справочное)
Габаритные размеры и способ крепления модуля

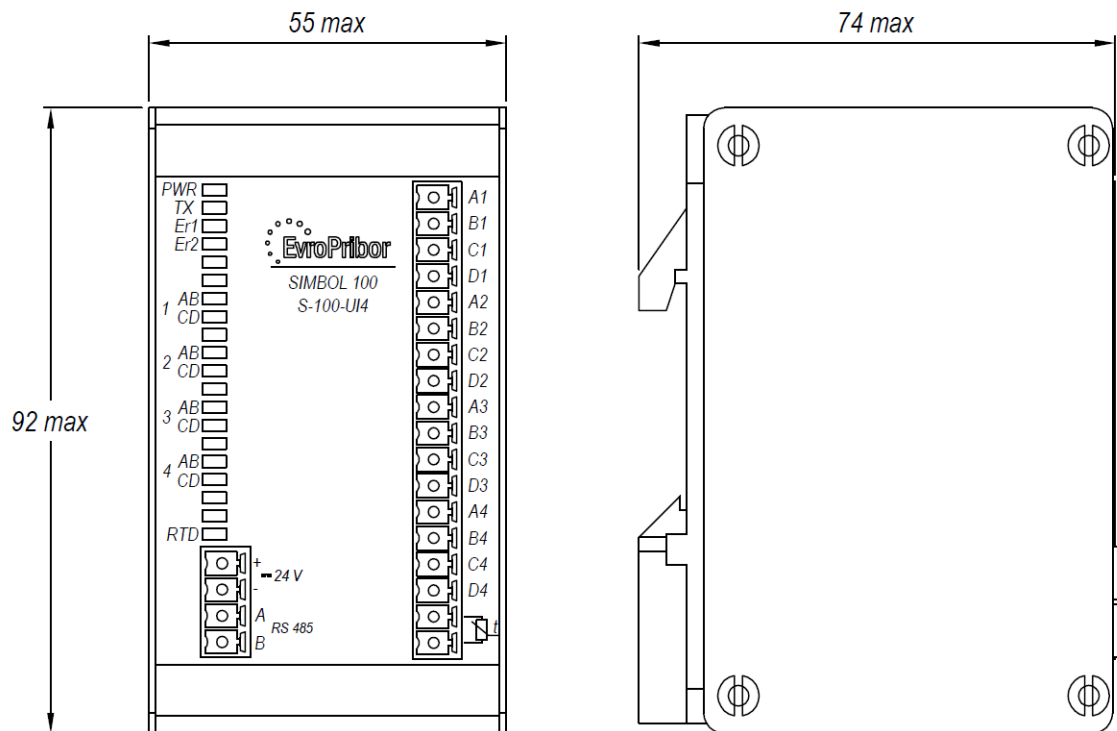


Рисунок А.1 – Габаритные размеры модуля S-100-UI4

А.1 Замок для крепления на монтажную рейку открывается с помощью шлицевой отвертки устанавливаемой в отверстие нижней части защелки

Приложение Б (информационное) Особенности реализации протокола Modbus

Б.1 Модуль поддерживает режим работы протокола Modbus-RTU в качестве подчиненного (slave) устройства.

В этом режиме данные передаются числовым двоичным кодом, каждое сообщение передается непрерывным потоком. Синхронизация сообщений происходит по паузам между сообщениями в соответствии со спецификацией Modicon, Inc., Industrial Automation Systems.

Типичный фрейм сообщения:

Старт	Адрес	Функция	Данные	CRC	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	N x 8 бит	16 бит	T1-T2-T3-T4

В RTU режиме сообщение начинается после интервала тишины равного времени передачи 3,5 слова при данной скорости передачи. Первым полем передается адрес устройства.

Вслед за последним передаваемым байтом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 слова (байта). Новое сообщение в канале передачи должно начинаться после этого интервала.

Возможные форматы передачи слова (байта) данных в RTU-режиме:

- 1 стартовый бит;
- 8 бит данных, младшим битом вперед;
- 1 бит паритета (чет/нечет); нет бита паритета;
- 1 стоповый бит (если есть паритет); 2 стоповых бита (если нет паритета).

Модулем поддерживаются следующие функции протокола Modbus:

Функция «03» – чтение регистров настроек;

Функция «04» – чтение входных регистров;

Функция «06» – модификация одного регистра;

Функция «16» – модификация последовательности регистров;

Функция «68» – пользовательская функция;

Ведущий может адресоваться только к конкретному модулю в сети по его индивидуальному адресу. Широковещательные запросы, предусмотренные протоколом Modbus, не поддерживаются.

Генерируемые модулем коды ошибок указаны в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Перечень возвращаемых кодов ошибок

Код	Название	Описание
01	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не поддерживается
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных указанный в запросе не доступен
03	ILLEGAL DATA VALUE	Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является не допустимой величиной для модуля
04	FAILURE IN ASSOCIATED DEVICE	Ошибка при обработке запроса

Логический адрес данных, доступных по протоколу Modbus, представляет собой пятизначное десятичное число, соответствующее диапазону используемых регистров.

Диапазоны адресов информационных объектов, типы данных и соответствующие функции доступа приведены в таблице Б.2.

Подробная карта пользовательских регистров приведена в таблице Б.3.

Таблица Б.2 – Адреса, типы данных и соответствующие функции доступа Modbus

Логический адрес	Тип данных	Функция Modbus
10000..10003	Дискретные входы	02 – чтение
20001	Регистр разрешения записи	06, 16(68) - запись
30000..30010	Регистры идентификации	04 – чтение
30018..30023	Регистры входных текущих значений параметров	04 – чтение
30027..30032	Регистры состояния модуля	04 – чтение
40002..40009	Регистры счётчиков	03 – чтение 06, 16 - запись
45000..45004	Регистры конфигурации интерфейса модуля	03 – чтение 06, 16 - запись
45008..45053	Регистры конфигурации модуля	03 – чтение 06, 16 - запись

Таблица Б.3 – Карта пользовательских регистров модуля

Адрес	Доступ	Параметр
1	2	3
Регистры дискретных входов		
10000	R	Дискретный вход 1
10001	R	Дискретный вход 2
10002	R	Дискретный вход 3
10003	R	Дискретный вход 4
Служебные регистры		
20001	W	Регистр разрешения записи в регистры конфигурации ¹
¹ Запись в данный регистр слова 0xA55A открывает доступ для записи регистров конфигурации (45xxx) на время 60 с.		
Регистры идентификации (паспорт) модуля		
30000	R	Тип модуля
30001	R	Версия ВПО
30002	R	Конструктивное исполнение модуля
30003	R	Заводской номер
30004	R	Дата производства, старший (ст.) байт - месяц, младший (мл.) байт - год
30005	R	Версия метрологически значимой части программы
30006	R	CRC метрологически значимой части программы
30007	R	Канал-1 Тип входного сигнала ²
30008	R	Канал-2 Тип входного сигнала ²
30009	R	Канал-3 Тип входного сигнала ²
30010	R	Канал-4 Тип входного сигнала ²
² Аналогично регистрам 45050..45053		
Регистры текущих значений входных параметров модуля		
30018	R	Температура холодного спая (значение младшего разряда 0,1 °C)
30019	R	Канал-1 Значение тока / напряжения / температуры / сопротивления ³
30020	R	Канал-2 Значение тока / напряжения / температуры / сопротивления ³
30021	R	Канал-3 Значение тока / напряжения / температуры / сопротивления ³
30022	R	Канал-4 Значение тока / напряжения / температуры / сопротивления ³
30023	R	Каналы 1-4 Состояние дискретных входов
³ Значение младшего разряда см. таблицу 2.2		

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3
Регистры состояния модуля, каналов и индикации		
30027	R	Регистр – статус модуля (биты): D0 – ошибка канала D1 – авария канала D2 – превышена температура модуля D3 – изменены настройки модуля D4 – ошибка памяти CPU D5 – ошибка АЦП D6 – ошибка данных на приеме D7 – ошибка коммуникации CRC D8 – был широковещательный запрос D9 – был перерыв питания D10 – был сетевой тайм-аут
30028	R	Регистр ошибок аналоговых каналов: 00 – штатная работа; 01 – ниже минимального значения; 10 – выше максимального значения; 11 – обрыв цепи (авария) D1, D0 – канал-1 D3, D2 – канал-2 D5, D4 – канал-3 D7, D6 – канал-4
30029	R	Холодный спай. Ошибки канала 00 – штатная работа; 01 – ниже минимального значения; 10 – выше максимального значения; 11 – обрыв цепи (авария)
30030	R	Температура модуля (процессора), $n \cdot 0,1$ °C
30031	R	Канал-1-16 Индикация каналов
30032	R	Время цикла измерения модуля (значение младшего разряда 0,1 мс)
Регистры идентификации каналов модуля (регистровый доступ)		
30040	R	Канал-1 Измеряемый параметр ⁴
30041	R	Канал-1 Диапазон измерения ⁵
30042	R	Канал-2 Измеряемый параметр ⁴
30043	R	Канал-2 Диапазон измерения ⁵
30044	R	Канал-3 Измеряемый параметр ⁴
30045	R	Канал-3 Диапазон измерения ⁵
30046	R	Канал-4 Измеряемый параметр ⁴
30047	R	Канал-4 Диапазон измерения ⁵
Регистры состояния каналов (регистровый доступ)		
30048	R	Регистр ошибок аналогового канала 1: 0 – штатная работа; 1 – ниже минимального значения; 2 – выше максимального значения; 3 – обрыв цепи (авария)
30049	R	Регистр ошибок аналогового канала 2
30050	R	Регистр ошибок аналогового канала 3
30051	R	Регистр ошибок аналогового канала 4
30056	R	Холодный спай. Ошибки канала

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3
Регистры счётчиков дискретных входов		
40002	R/W	Счетчик 1, младшее слово (LSB)
40003	R/W	Счетчик 1, старшее слово (MSB)
40004	R/W	Счетчик 2, младшее слово (LSB)
40005	R/W	Счетчик 2, старшее слово (MSB)
40006	R/W	Счетчик 3, младшее слово (LSB)
40007	R/W	Счетчик 3, старшее слово (MSB)
40008	R/W	Счетчик 4, младшее слово (LSB)
40009	R/W	Счетчик 4, старшее слово (MSB)
Регистры конфигурации интерфейса		
45000	R/W	Адрес в сети Modbus, 1..247
45001	R/W	Скорость обмена данными ⁶ – 24, 48, 96, 144, 192, 384, 576, 1152, 2304
45002	R/W	Четность: 0 = нет, 1 = even, 2 = odd
45003	R/W	Количество стоп-бит, 1 = 1 стоп-бит, 2 = 2 стоп-бита
45004	R/W	Сетевой таймаут (значение младшего разряда 0,1 с) ⁷
<p>⁶ Реальная скорость обмена равна установленному значению, умноженному на 100. Например, для скорости 115200 бит/с необходимо установить значение 1152.</p> <p>⁷ Отсутствие обращений к модулю больше сетевого таймаута, вызывает включение индикатора Eg1 и установку выходов модуля в безопасное состояние. Если значение в регистре равно нулю, то указанные действия не выполняются.</p>		
Регистры конфигурации каналов		
45008	R/W	Настройка доступа к регистрам конфигурации, D0 = 0 – требуется запись в регистр 20001 (настройка по-умолчанию), D0 = 1 – не требуется запись
45009	R/W	Регистр маски опроса каналов - включен или выключен опрос (1 - включен, 0 – выключен, от 0 до 7-го бита). При выключении канала из опроса пропорционально уменьшается время преобразования всех каналов. D0 – Канал 1 – аналоговые измерения D1 – Канал 1 – дискретные измерения D2 – Канал 2 – аналоговые измерения D3 – Канал 2 – дискретные измерения D4 – Канал 3 – аналоговые измерения D5 – Канал 3 – дискретные измерения D6 – Канал 4 – аналоговые измерения D7 – Канал 4 – дискретные измерения D8 – отключение компенсации температуры холодного спая D9 – режим «поверки» - отключение поправочных коэффициентов
45010	R/W	Канал-1 Нижнее пороговое значение ⁸
45011	R/W	Канал-1 Верхнее пороговое значение ⁹
45012	R/W	Канал-2 Нижнее пороговое значение ⁸
45013	R/W	Канал-2 Верхнее пороговое значение ⁹
45014	R/W	Канал-3 Нижнее пороговое значение ⁸
45015	R/W	Канал-3 Верхнее пороговое значение ⁹
45016	R/W	Канал-4 Нижнее пороговое значение ⁸
45017	R/W	Канал-4 Верхнее пороговое значение ⁹

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3
⁸ Минимальное рабочее значение, ниже которого в регистре 30028 для соответствующего канала выставляется состояние «ниже минимального значения» светодиод канала мигает с периодом 1,5 с и выставляется бит D0 «ошибка канала» в регистре 30027. ⁹ Максимальное рабочее значение, выше которого в регистре 30028 для соответствующего канала выставляется состояние «выше максимального значения» светодиод канала мигает с периодом 0,5 с и выставляется бит D0 «ошибка канала» в регистре 30027.		
45034	R/W	Канал-1 Постоянная времени фильтра (значение младшего разряда 0,01 с)
45035	R/W	Канал-2 Постоянная времени фильтра (значение младшего разряда 0,01 с)
45036	R/W	Канал-3 Постоянная времени фильтра (значение младшего разряда 0,01 с)
45037	R/W	Канал-4 Постоянная времени фильтра (значение младшего разряда 0,01 с)
45038	R/W	Канал-1 Время устранения дребезга (значение младшего разряда 0,01 с)
45039	R/W	Канал-2 Время устранения дребезга (значение младшего разряда 0,01 с)
45040	R/W	Канал-3 Время устранения дребезга (значение младшего разряда 0,01 с)
45041	R/W	Канал-4 Время устранения дребезга (значение младшего разряда 0,01 с)
45042	R/W	Режимы счетчиков для группы входов 1...4: 0000 – отключен 0001 – включен только инкремент 0010 – включен инкремент и декремент D7..D0 – канал-1 и канал-2 D15..D8 – канал-3 и канал-4 (попарно на один режим)
45050	R/W	Канал-1 Тип входного сигнала ¹⁰
45051	R/W	Канал-2 Тип входного сигнала ¹⁰
45052	R/W	Канал-3 Тип входного сигнала ¹⁰
45053	R/W	Канал-4 Тип входного сигнала ¹⁰
Регистры конфигурации каналов (регистровый доступ)		
45056	R/W	Режимы счетчиков для дискретного входа 1: 0 – отключен 1 – включен только инкремент 2 – включен инкремент и декремент (д/б попарно на один режим)
45057	R/W	Режимы счетчиков для дискретного входа 2
45058	R/W	Режимы счетчиков для дискретного входа 3
45059	R/W	Режимы счетчиков для дискретного входа 4
45060	R/W	Канал-1 Измеряемый параметр ⁴
45061	R/W	Канал-1 Диапазон измерения ⁵
45062	R/W	Канал-2 Измеряемый параметр ⁴
45063	R/W	Канал-2 Диапазон измерения ⁵
45064	R/W	Канал-3 Измеряемый параметр ⁴
45065	R/W	Канал-3 Диапазон измерения ⁵
45066	R/W	Канал-4 Измеряемый параметр ⁴
45067	R/W	Канал-4 Диапазон измерения ⁵

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3
¹⁰ Тип входного сигнала		
мл. байт – ⁴ измеряемый параметр:		температура RTD:
0x00 – постоянный ток (мА)		0x00 – ТСП гр.21 391
0x01 – напряжение постоянного тока (мВ, В)		0x01 – TCM гр.23 426
0x02 – температура ТС (°С)		0x02 – Pt50 385
0x03 – сопротивление 3-х проводная (Ом)		0x03 – 50П 391
0x04 – температура RTD 3-х проводная (°С)		0x04 – 50M 426
0x05 – сопротивление 4-х проводная (Ом)		0x05 – 50M 428
0x06 – температура RTD 4-х проводная (°С)		0x07 – Pt100 385
		0x08 – 100П 391
		0x09 – 100M 426
		0x0A – 100M 428
		0x0B – 100H 617
ст. байт – ⁵ диапазон измерения:		
постоянный ток:		
0x00 – 4..+20 мА		0x0C – Pt1000 385
0x01 – 0..+20 мА		0x0D – 1000П 391
0x04 – 0..+5 мА		0x10 – 1000H 617
0x05 – -5..+5 мА		0x11 – Ni1000 500
напряжение постоянного тока:		температура ТС:
0x00 – 0..+10 В		0x00 – тип R
0x01 – -10..+10 В		0x01 – тип S
0x04 – 0..+1 В		0x03 – тип J
0x05 – -1..+1 В		0x04 – тип T
0x08 – 0..100 мВ		0x05 – тип E
0x09 – -100..100 мВ		0x06 – тип K
		0x07 – тип N
		0x08 – тип A1
сопротивление:		0x09 – тип A2
0x00 – 0..400 Ом		0x0A – тип A3
0x01 – 0..4000 Ом		0x0B – тип L

Регистры хранения в диапазоне адресов от 45000 до 45053 защищены от ошибочной записи. Перед их модификацией необходимо сначала с помощью не стандартизированной функции 68 записать в служебный регистр 20001 ключевое слово 0xA55A (формат функции 68 аналогичен функции 16). Функция 68 разрешает только одну команду записи следующую непосредственно за ней.

Пример 1: Необходимо изменить адрес устройства с 03 на 05

1. Выполняем функцию 68:

Запрос: 03 44 4E 21 00 01 02 A5 5A E8 21

Ответ: 03 44 4E 21 00 01 76 C5

2. Изменяем адрес устройства с 03 на 05 функцией 6:

Запрос: 03 06 AF C8 00 05 E8 C1

Ответ: 03 06 AF C8 00 05 E8 C1

Пример 2: Необходимо установить модулю с адресом 05 скорость обмена данными 19200 бод в формате 8N1 (четность – нет, количество стоп-бит - 1).

1. Выполняем функцию 68:

Запрос: 05 44 4E 21 00 01 02 A5 5A C3 81

Ответ: 05 44 4E 21 00 01 76 A3

2. Устанавливаем параметры обмена данными:

Запрос: 05 10 AF C9 00 03 06 00 C0 00 00 01 CE D0

Ответ: 05 10 AF C9 00 03 70 A6

Для применения настроек, установленных в регистрах хранения (FLASH-память), необходимо отключить и снова включить питание модуля.

Б.2 Примеры формирования функций Modbus RTU.

Б.2.1 **Функция-3 (03h) - Read Holding Register** (читает один или группу Holding регистров)

■ Запрос

Адрес ведомого	01
Функция	03
Адрес регистра (ст.)	00
Адрес регистра (мл.)	05
Кол-во регистров ст.	00
Кол-во регистров мл.	02
CRC	D4
CRC	0A

■ Ответ

Адрес ведомого	01
Функция	03
Кол-во байт	04
Коэффициент Кт (ст.)	00
Коэффициент Кт (мл.)	0A
Коэффициент Кн (ст.)	00
Коэффициент Кн (мл.)	14
CRC	DA
CRC	3E

В этом примере с адреса 0005h считываются два регистра хранения.
Запрос специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения.
Данные регистров в ответе передаются как 2 байта на регистр.

Б.2.2 **Функция-4 (04h) - Read Input Register** (читает один или группу Input регистров).

■ Запрос

Адрес ведомого	01
Функция	04
Адрес регистра ст.	00
Адрес регистра мл.	01
Кол-во регистров ст.	00
Кол-во регистров мл.	02
CRC	20
CRC	0B

■ Ответ

Адрес ведомого	01
Функция	04
Кол-во байт	04
Значение параметра ст. байт	13
Значение параметра мл. байт	88
Значение параметра ст. байт	00
Значение параметра мл. байт	64
CRC	7E
CRC	C1

В этом примере с адреса 0001h считываются два входных регистра

Б.2.3 **Функция-16 (10h) - Preset Multiple Register** (инициализирует последовательность регистров).

■ Запрос

Адрес ведомого	01
Функция	10
Адрес регистра ст.	00
Адрес регистра мл.	1B
Кол-во регистров ст.	00
Кол-во регистров мл.	02
Кол-во байт	04
Миллисекунды (ст.)	15
(мл.)	0A
Часы	04
Минуты	0C
CRC	95
CRC	DB

■ Ответ

Адрес ведомого	01
Функция	10
Адрес регистра ст.	00
Адрес регистра мл.	1B
Кол-во регистров ст.	00
Кол-во регистров мл.	02
CRC	31
CRC	CF

Начиная с адреса 001Bh инициализируются два регистра.

Приложение В
Таблица номинальной статической характеристики
для термопреобразователей сопротивления

Таблица А.1 - Номинальная статическая характеристика для никелевых термопреобразователей сопротивления и чувствительных элементов Ni1000 ($R_0=1000 \text{ Ом}$) $\alpha=0,00500 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ для диапазона температур от минус $60 \text{ }^\circ\text{C}$ до плюс $250 \text{ }^\circ\text{C}$

t, °C	Сопротивление ТС при температуре t, Ом									
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-60	751,79	–	–	–	–	–	–	–	–	–
-50	790,88	786,93	783,00	779,07	775,14	771,23	767,33	763,43	759,54	755,66
-40	830,84	826,80	822,78	818,76	814,75	810,75	806,76	802,78	798,80	794,84
-30	871,69	867,57	863,45	859,34	855,24	851,15	847,07	843,00	838,94	834,88
-20	913,48	909,26	905,05	900,85	896,65	892,47	888,30	884,13	879,98	875,83
-10	956,24	951,92	947,61	943,31	939,02	934,74	930,47	926,21	921,96	917,72
0	1000,00	995,58	991,17	986,77	982,37	977,99	973,62	969,26	964,91	960,57
t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,00	1004,43	1008,87	1013,33	1017,79	1022,26	1026,75	1031,24	1035,75	1040,27
10	1044,79	1049,33	1053,88	1058,44	1063,01	1067,59	1072,18	1076,78	1081,39	1086,02
20	1090,65	1095,30	1099,96	1104,62	1109,30	1113,99	1118,70	1123,41	1128,13	1132,87
30	1137,62	1142,37	1147,14	1151,92	1156,72	1161,52	1166,34	1171,16	1176,00	1180,85
40	1185,71	1190,59	1195,47	1200,37	1205,28	1210,20	1215,13	1220,07	1225,03	1230,00
50	1234,98	1239,97	1244,97	1249,99	1255,02	1260,06	1265,11	1270,18	1275,25	1280,34
60	1285,45	1290,56	1295,69	1300,83	1305,98	1311,14	1316,32	1321,51	1326,71	1331,92
70	1337,15	1342,39	1347,64	1352,91	1358,18	1363,47	1368,78	1374,09	1379,42	1384,77
80	1390,12	1395,49	1400,87	1406,26	1411,67	1417,09	1422,53	1427,97	1433,43	1438,91
90	1444,39	1449,90	1455,41	1460,94	1466,48	1472,03	1477,60	1483,18	1488,77	1494,38
100	1500,00	1505,64	1511,29	1516,95	1522,63	1528,32	1534,03	1539,75	1545,48	1551,22
110	1556,98	1562,76	1568,55	1574,35	1580,17	1586,00	1591,84	1597,70	1603,58	1609,47
120	1615,37	1621,28	1627,22	1633,16	1639,12	1645,10	1651,08	1657,09	1663,11	1669,14
130	1675,19	1681,25	1687,33	1693,42	1699,52	1705,65	1711,78	1717,93	1724,10	1730,28
140	1736,48	1742,69	1748,91	1755,15	1761,41	1767,68	1773,97	1780,27	1786,59	1792,92
150	1799,27	1805,63	1812,01	1818,41	1824,82	1831,24	1837,68	1844,14	1850,61	1857,10
160	1863,60	1870,12	1876,65	1883,20	1889,77	1896,35	1902,95	1909,56	1916,19	1922,84
170	1929,50	1936,18	1942,87	1949,58	1956,31	1963,05	1969,81	1976,58	1983,37	1990,18
180	1997,00	2003,84	2010,70	2017,57	2024,46	2031,37	2038,29	2045,23	2052,19	2059,16
190	2066,15	2073,15	2080,17	2087,21	2094,27	2101,34	2108,43	2115,54	2122,66	2129,80
200	2136,96	2144,13	2151,33	2158,53	2165,76	2173,00	2180,26	2187,54	2194,84	2202,15
210	2209,48	2216,82	2224,19	2231,57	2238,97	2246,39	2253,82	2261,27	2268,74	2276,23
220	2283,73	2291,26	2298,80	2306,35	2313,93	2321,52	2329,14	2336,77	2344,41	2352,08
230	2359,76	2367,46	2375,18	2382,92	2390,68	2398,45	2406,24	2414,05	2421,88	2429,73
240	2437,59	2445,48	2453,38	2461,30	2469,24	2477,20	2485,17	2493,17	2501,18	2509,21
250	2517,27	–	–	–	–	–	–	–	–	–



ООО «Научно-производственный центр «Европрибор»
Республика Беларусь
210004, г. Витебск, ул. М. Горького, д.42А
тел/факс (0212) 66-66-70, 66-66-36, 66-66-26, тел. (029) 366-49-92
e-mail:info@epr.by www.evropribor.by