

**ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ**  
**RH+T-SENS-D-MODRTU**

## 1. Введение

Данный документ описывает основные функции преобразователя относительной влажности и температуры на базе интегрированного датчика Sensirion SHT31-DIS-B, с интерфейсом RS-485, протоколом MODBUS RTU и аналоговым выходом 0-5 В / 0-10 В.

### **ВНИМАНИЕ:**

**1) Перед включением оборудования следует ознакомиться с данным документом!**

**2) Монтаж оборудования должен осуществляться квалифицированным персоналом.**

### 1.1. Функции оборудования

- измерение относительной влажности
- аналоговый выход 0-5 В или 0-10 В (аппаратный выбор диапазона) пропорционально относительной влажности
- 3 диода, отображающих рабочее состояние оборудования
- последовательный интерфейс RS485 для дистанционного управления оборудованием (конфигурация и съем измеренных показаний)
  - протокол MODBUS RTU
  - интегрированный терминирующий резистор 120Ω
  - режим передачи данных HALF DUPLEX
  - аппаратно / программно-конфигурируемый адрес в диапазоне 1-247
  - аппаратно-конфигурируемая скорость передачи данных 19200, 9600, 4800, 2400
  - аппаратно-конфигурируемая скорость передачи данных 115200, 57600, 38400, 19200, 9600, 4800, 2400

### 1.2. Характеристика оборудования

Основной функцией преобразователя RH&T является измерение относительной влажности и температуры воздуха с помощью встроенного датчика Sensirion SHT31-DIS-B. Результаты измерений, а также статус отсутствия / ошибки датчика обрабатываются встроенным микропроцессором, а затем становятся доступными в регистрах протокола MODBUS RTU на магистрали RS-485.

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

Кроме того, результат измерений относительной влажности представлен в аналоговой форме на выходе напряжения 0-5 В / 0-10 В.

## 2. Технические данные

### 2.1. Общие параметры преобразователя

<b>Питание</b>	
● постоянным током	20-30 В DC (ном. 24 В DC)
● переменным током	20-28 В AC (ном. 24 В AC)
<b>Потребление тока</b>	
● стандартное	TBD
● максимальное	TBD
<b>Сигнализация LED</b>	Описание в пункте 3.5
<b>Сигнальный разъем</b>	Резьбовое в растре 5 мм (диаметр кабеля ≤ 2,5 мм)
<b>Размеры корпуса</b>	
● без пробоотборника	80x82x55 мм
● с пробоотборником	80x82x280 мм
<b>Вес</b>	230 г
<b>Рабочая среда</b>	Обеспыленная, воздух, нейтральные газы
<b>Рабочая температура</b>	0°C ÷ 50°C

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

## 2.2. Параметры измерения влажности

Модель датчика	SHT31-DIS-B
Диапазон измерений	0 ÷ 100 %RH
Разрешение	14.5 бит (0.01% RH)
Точность измерения (для T=25°C)	
- в диапазоне 0 ÷ 90 %RH	± 2%RH
- в остальном диапазоне	± 3%RH
Гистерезис	± 0.8%RH
Периодичность пробоотбора	1 Гц
Время отклика <sup>1)</sup>	8 с

1) Условием получения данного времени отклика является скорость воздушного потока >1 м/с; указанное время отклика равно одной временной константе, соответствующей 63% заданного значения.

## 2.3. Параметры измерения температуры

Модель датчика	SHT31-DIS-B
Диапазон измерений	0°C ÷ 90°C
Разрешение	14.5 бит (0.01°C)
Точность измерения (во всем диапазоне измерения)	± 0.25°C
Периодичность пробоотбора	1 Гц
Время отклика <sup>1)</sup>	2 с

1) Условием получения данного времени отклика является скорость воздушного потока >1 м/с; указанное время отклика равно одной временной константе, соответствующей 63% заданного значения.

## 2.4. Параметры аналогового выхода

Тип выхода	напряжения
Выходной диапазон	0-5 В или 0-10 В
Разрешение	11.5 бит
• в [мВ] для диапазона 0-10 В	3.2 мВ
• в [мВ] для диапазона 0-5 В	1.6 мВ
Нагрузка	RL > 1 кΩ
Время обновления	1 с

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

## 2.5. Параметры последовательного интерфейса

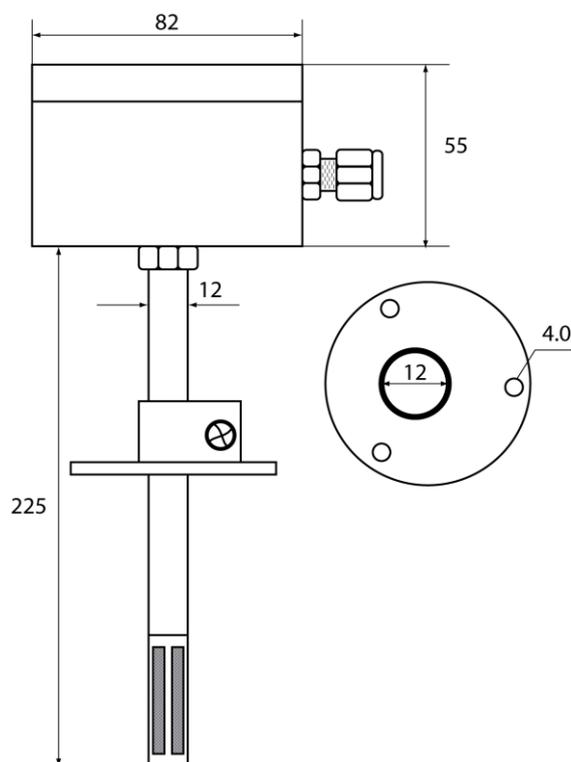
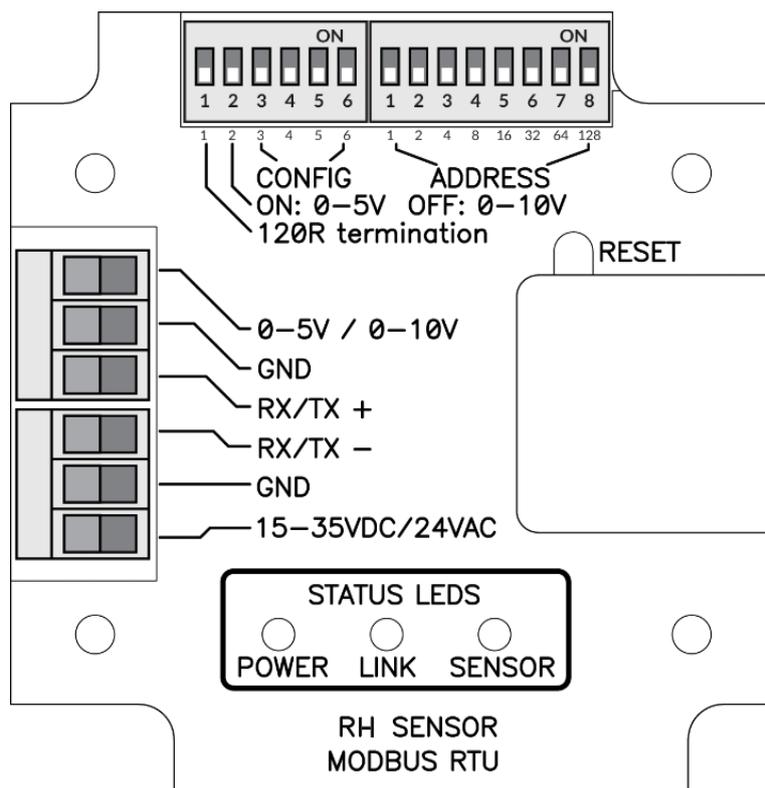
Коммуникационный интерфейс	RS-485
Коммуникационный протокол	MODBUS RTU
Режим передачи данных	HALF DUPLEX
Скорость передачи данных	2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 Бод/с
Интегрированный терминирующий магистраль резистор RS-485	120 $\Omega$

## 3. Монтаж

### 3.1. Безопасность

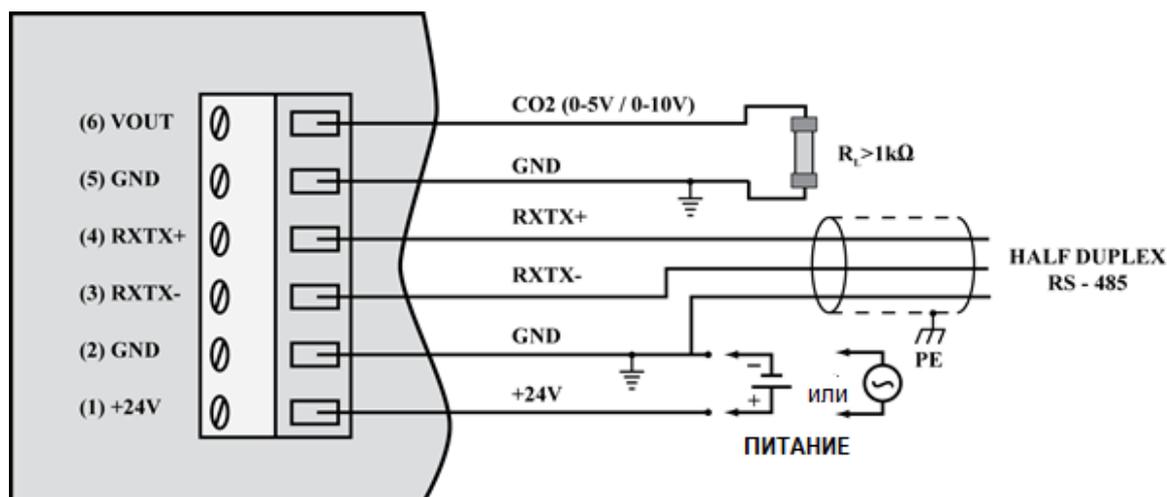
- **Монтаж оборудования должен осуществляться квалифицированным персоналом!**
- **Все подключения выполнять в соответствии с электрическими схемами, приведенными в данной спецификации!**
- **Перед пуском проверить все электрические соединения!**

### 3.2. Конструкция оборудования



VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

### 3.3. Описание выводов



Внимание:

1. Сигналы RXTX+ и RXTX- следует подключить к линии А и В шины MODBUS соответственно
2. Аналоговый выход выдает следующее значение напряжения:

$$V_{out} = \frac{\text{ДИАПАЗОН}_{\text{НАПРЯЖЕНИЯ}}}{100\%} \cdot \text{Относительная влажность}$$

в свою очередь исходя из напряжения можно рассчитать концентрацию по формуле:

$$\text{Относительная влажность} = \frac{100\%}{\text{ДИАПАЗОН}_{\text{НАПРЯЖЕНИЯ}}} \cdot V_{out}$$

где:

ДИАПАЗОН<sub>НАПРЯЖЕНИЯ</sub> = 5 В или 10 В (0-5 В или 0-10 В задается переключателем 2 DIP-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ конфигурации – см. пункт 3.4)

В таблице ниже приведены примеры значений:

Относительная влажность [%]	Диапазон напряжения = 5 В	Диапазон напряжения = 10 В
0	0.0 В	0.0 В
25	1.0 В	2.0 В
50	2.5 В	5.0 В
75	3.75 В	7.5 В
100	5.0 В	10.0 В

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

### 3.4. Конфигурация магистрали MODBUS, последовательного порта и аналогового выхода



Значение следующих переключателей левого DIP-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ представлены ниже (значения по умолчанию выделены полужирным шрифтом):

1	2	3	4	5	6	Результат
ON						Включение терминирующего резистора 120R
<b>OFF</b>						<b>Выключение терминирующего резистора 120R</b>
	ON					Диапазон аналогового выхода 0-5 В
	<b>OFF</b>					<b>Диапазон аналогового выхода 0-10 В</b>
		ON	ON			Использовать BAUDRATE и PAR из программной конфигурации
		ON	OFF			PAR – контроль на четность (1-бит-СТОП)
		OFF	ON			PAR – без контроля на четность (2-СТОП-бит)
		<b>OFF</b>	<b>OFF</b>			<b>PAR - без контроля на четность (1-СТОП-бит)</b>
				ON	ON	BAUDRATE=2400
				ON	OFF	BAUDRATE=4800
				OFF	ON	BAUDRATE=9600
				<b>OFF</b>	<b>OFF</b>	<b>BAUDRATE=19200</b>

MODBUS-адрес устройства задается правым DIP-переключателем:

1	2	3	4	5	6	7	8	Эффект
ON								<b>Адрес = адрес + 1</b>
	ON							<b>Адрес = адрес + 2</b>
		ON						<b>Адрес = адрес + 4</b>
			ON					<b>Адрес = адрес + 8</b>
				ON				<b>Адрес = адрес + 16</b>
					ON			<b>Адрес = адрес + 32</b>
						ON		<b>Адрес = адрес + 64</b>
							ON	<b>Адрес = адрес + 128</b>

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

**Внимание:** конфигурация считывается с DIP-переключателей одноразово после перезапуска устройства (после включения питания или нажатия клавиши RESET). Поэтому, если изменение настроек DIP-переключателей происходит в процессе работы оборудования, после изменения следует перезапустить оборудование, нажимая на клавишу RESET или накоротко отключая питание.

### 3.5. Сигнализация LED

#### 3.5.1. LED POWER

№ п/п	Описание	Цвет / способ свечения
1	Наличие питания	Красный – пульсация 1000 мс / 1000 мс

#### 3.5.2. LED LINK

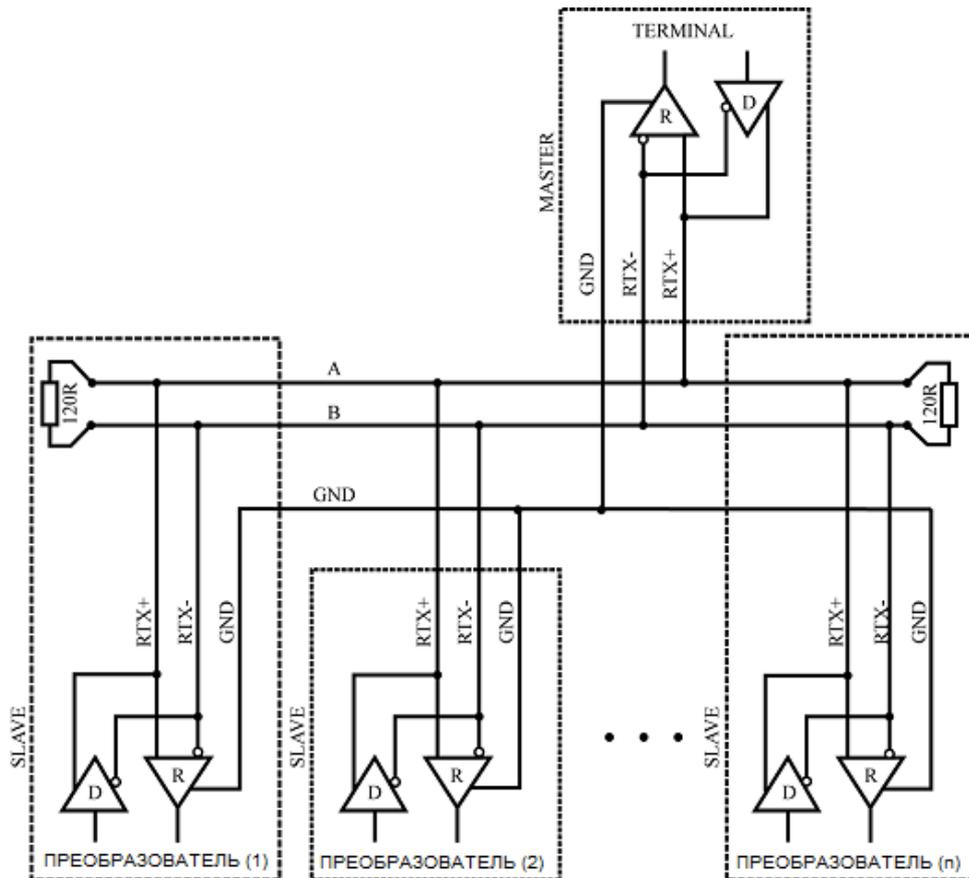
№ п/п	Описание	Цвет / способ свечения
1	Передача данных по магистрали	Зеленый – свечение / нерегулярная пульсация
2	Отсутствие передачи данных	LED погашен

#### 3.5.3. LED SENSOR

№ п/п	Описание	Цвет / способ свечения
1	0 – 19.9 %RH	Желтый – непрерывное свечение
2	20 – 79.9 %RH	Зеленый – непрерывное свечение
3	80 – 100 %RH	Красный – непрерывное свечение
4	Отсутствие датчика или другая ошибка	Красный – пульсация 100 мс / 600 мс

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

### 3.6. Указания по монтажу



Рекомендуется, чтобы оборудование в магистрали MODBUS (RS485) было соединено в цепной конфигурации, при этом на обоих концах цепи (в области конечного оборудования) между линиями А и В магистрали следует разместить терминирующие резисторы 120R. Данный резистор интегрирован в оборудование RH&T-SENS-D-MODBRTU и его можно включить посредством включения переключателя № 1 конфигурационного DIP-переключателя (см. п. 3.4).

Кроме того, в случае работы в среде с высоким уровнем помех, следует использовать экранированные провода, а экран подключить к ближайшей точке РЕ со стороны блока питания.

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

## 4. Протокол MODBUS

### 4.1. Карта регистров

№ регистра	R/W	Наименование	Значения	Примечания
0x0000	R	RH_REG	0 ÷ 1000	Относительная влажность (1=0.1%; 1000=100%)
0x0001	R	TEMP_REG	-4000 ÷ 12380	Температура [°C] (1=0.01°C) со знаком
0x0002	R	TEST_VAL_REG	1000 (0x3E8)	Тестовое значение – для проверки правильного чтения регистров
0x0003	RW	PASS_REG	1234 (0x04D2)	регистр пароля
0x0004	RW	COMMAND_REG	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6	регистр команды
0x0005	RW	PARAM_REG	См. таблицу команд	регистр параметра
0x0006	R	--	0	резервный
0x0007	R	--	0	резервный
0x0008	R	--	0	резервный
0x0009	R	--	0	резервный
0x000A	R	STATUS_REG	0 / 1 / 2	Регистр статуса (0: NO SENSOR; 1 SENSOR OK, 2: ERROR)
0x000B	R	DEV_ID_REG	0xC100	Идентификация оборудования
0x000C	R	SOFT_VER_REG	0 – 0x9999	Версия программного обеспечения (например, 0x3210 означает ПО 3.21a)

**Таблица команд:**

№ команды	Функция	Параметры
1	Задать адрес оборудования	1-247 (1-значение по умолчанию)
2	Задать скорость передачи данных	24 – 2400 б/с 48 – 4800 б/с 96 – 9600 б/с 192 – 19200 б/с (значение по умолчанию) 384 – 38400 б/с 576 – 57600 б/с 1152 – 115200 б/с
3	Установить биты четности	0 – NO PARITY, без бита четности (значение по умолчанию) 1 – EVEN PARITY, бит четности 2 – ODD PARITY, бит нечетности
4	Установить стоп-биты	1 – 1x STOP, 1-стоп-бит (значение по умолчанию) 2 – 2x STOP, 2-стоп-бит
6	Перезагрузка оборудования	1 – программная перезагрузка процессора оборудования 2 – программная перезагрузка модуля сенсора

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

**Внимание:**

- чтение регистров из адресов, не перечисленных в данной таблице, вызовет исключение 0x02
- указание ошибочного значения или значения, выходящего за пределы параметра, вызовет сохранение в реестре команд значения 0xEEEE
- конфигурация оборудования заключается в одновременном ведении записи с помощью функции 0x10 в трех регистрах за раз: пароля / команды / параметра, содержащих соответствующие значения – в соответствии с таблицей команд или отдельно (функция 0x06 или 0x10), из которых последняя запись (правильная) пароля приведет к исполнению команды
- при отдельной записи пароля (как функцией 0x06 так и 0x10) в случае соответствия пароля, проверяется правильность информации в регистрах команды и параметра, и в случае их соответствия, команда выполняется.

**4.1.1. DEV\_ID\_REG (addr=11=0x000B) – read only**

№ бита	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Наименование	DEV[4..0]				HV[1..0]		OPTIONS[4..0]				0	0	T[1..0]			

Данный регистр хранит идентификатор оборудования. Значение битов:

DEV[4..0] = b11000 – постоянное значение, означающее «сенсоры параметров воздуха»

HV[1..0] – значения 0..3 – версия оборудования

OPTIONS[4..0] – значения 0..31 – тип оборудования

b01000 – измеритель RH&T с датчиком SHT31-DIS-B

T[1..0] – значения 0..3 – тип

0 – канальный тип (duct)

1 – тип для помещений (room)

2, 3 – резервный

Канальный датчик RH&T в стандартном исполнении оборудования выдает значение b1100000010000000=0xC080.

**4.1.2. SOFT\_VER\_REG (addr=12=0x000C) – read only**

№ бита	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Наименование	N[3..0]			A[3..0]			B[3..0]			REV[3..0]						

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

Программное обеспечение представлено в виде 4-значной цепочки символов:

N.ABrev

где:

N, A, B - цифры из диапазона 0..9

rev (со значениями 0..9) - буква из диапазона 'a'...'j'.

Примеры:

0x0000 представляет версию ПО: 0.00a; 0x4321 → 4.32b ; 0x2345 → 2.34f

## 4.2. Функции протокола

КОД	Наименование
0x03 (dec 3)	Чтение N x 16-битовых регистров
0x06 (dec 6)	Запись отдельных N x 16-битовых регистров
0x10 (dec 16)	Запись N x 16-битовых регистров

### 4.2.1. Чтение содержимого группы выходных регистров (0x03)

Формат команды:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x03</b>	
Адрес блока данных	2	0x0000 – 0xFFFF	
Кол-во регистров (N)	2	1 – 125	
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

Формат ответа:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x03</b>	
Счетчик байтов	1	2 * N	
Значения регистров	2 * N	По карте регистров	
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

Формат ошибки:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x83</b>	
Код ошибки	1	1 – 4	См. п. 4.2.4
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

#### 4.2.2. Запись отдельных 16-битовых регистров (0x06)

##### Формат команды:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x06</b>	
Адрес регистра	2	0x0000 – 0xFFFF	
Значение для записи	2	0x0000 – 0xFFFF	
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

##### Формат ответа:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x06</b>	
Адрес регистра	2	0x0000 – 0xFFFF	
Значение для записи	2	0x0000 – 0xFFFF	
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

##### Формат ошибки:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x86</b>	
Код ошибки	1	1 – 4	См. п. 4.2.4
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

#### 4.2.3. Запись в группу выходных регистров (0x10)

##### Формат команды:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x10</b>	
Адрес блока данных	2	0x0000 – 0xFFFF	
Кол-во регистров (N)	2	1 – 123	
Счетчик байтов	1	2 * N	
Значения для записи	2 * N	0x0000 – 0xFFFF	
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

## Формат ответа:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x10</b>	
Адрес блока данных	2	0x0000 – 0xFFFF	
Кол-во регистров (N)	2	1 – 123	
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

## Формат ошибки:

Описание	Размер [Б]	Значения	Примечания
Адрес	1	1 – 247	
Код функции	1	<b>0x90</b>	
Код ошибки	1	1 – 4	См. п. 4.2.4
Контрольная сумма CRC	2	0x0000 – 0xFFFF	См. п. 4.4

### 4.2.4. Описание ошибок

КОД	Наименование
0x01	Неразрешенная функция
0x02	Неразрешенный диапазон / адрес данных
0x03	Неразрешенное значение данных
0x04	Ошибка оборудования SLAVE

## 4.3. Формат данных

### 4.3.1. Формат символа / байта

На рисунке ниже представлен формат байта, передаваемого в протоколе MODBUS RTU. Каждый передаваемый символ равен 10 или 11 байтам и высылается в последовательности от младшего к старшему.

С контролем на четность / нечетность:

START	1	2	3	4	5	6	7	8	PAR	STOP
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	------

Без контроля на четность (1 или 2-стоп-бит):

START	1	2	3	4	5	6	7	8	STOP	(STOP)
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	------	--------

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.

### 4.3.2. Порядок байтов в полях 16-битовых данных в рамке передачи данных

Рисунок ниже представляет порядок байтов в полях 16-битовых данных. В случае полей 16-битовых данных правильный порядок следующий: сначала передается старший байт, а затем младший байт (HI→LO - BIG ENDIAN), а в случае поля CRC сначала передается младший байт, а затем старший байт (LO→HI - LITTLE ENDIAN)

ДААННЫЕ						КОНТРОЛЬНАЯ СУММА	
REG-0 (16 bit)		REG-1 (16 bit)		...	REG-N (16 bit)		CRC (16 bit)
HI	LO	HI	LO		HI	LO	LO
							HI

## 4.4. Контрольная сумма CRC

WORD CRC16 (const BYTE \*nData, WORD wLength)

```
{
static const WORD wCRCTable[] = {
0x0000, 0xC0C1, 0xC181, 0x0140, 0xC301, 0x03C0, 0x0280, 0xC241, 0xC601, 0x06C0, 0x0780, 0xC741, 0x0500, 0xC5C1,
0xC481, 0x0440, 0xCC01, 0x0CC0, 0x0D80, 0xCD41, 0x0F00, 0xCFC1, 0xCE81, 0x0E40, 0x0A00, 0xCAC1, 0xCB81,
0x0B40, 0xC901, 0x09C0, 0x0880, 0xC841, 0xD801, 0x18C0, 0x1980, 0xD941, 0x1B00, 0xDBC1, 0xDA81, 0x1A40,
0x1E00, 0xDEC1, 0xDF81, 0x1F40, 0xDD01, 0x1DC0, 0x1C80, 0xDC41, 0x1400, 0xD4C1, 0xD581, 0x1540, 0xD701,
0x17C0, 0x1680, 0xD641, 0xD201, 0x12C0, 0x1380, 0xD341, 0x1100, 0xD1C1, 0xD081, 0x1040, 0xF001, 0x30C0,
0x3180, 0xF141, 0x3300, 0xF3C1, 0xF281, 0x3240, 0x3600, 0xF6C1, 0xF781, 0x3740, 0xF501, 0x35C0, 0x3480, 0xF441,
0x3C00, 0xFCC1, 0xFD81, 0x3D40, 0xFF01, 0x3FC0, 0x3E80, 0xFE41, 0xFA01, 0x3AC0, 0x3B80, 0xFB41, 0x3900, 0xF9C1,
0xF881, 0x3840, 0x2800, 0xE8C1, 0xE981, 0x2940, 0xEB01, 0x2BC0, 0x2A80, 0xEA41, 0xEE01, 0x2EC0, 0x2F80, 0xEF41,
0x2D00, 0xEDC1, 0xEC81, 0x2C40, 0xE401, 0x24C0, 0x2580, 0xE541, 0x2700, 0xE7C1, 0xE681, 0x2640, 0x2200, 0xE2C1,
0xE381, 0x2340, 0xE101, 0x21C0, 0x2080, 0xE041, 0xA001, 0x60C0, 0x6180, 0xA141, 0x6300, 0xA3C1, 0xA281, 0x6240,
0x6600, 0xA6C1, 0xA781, 0x6740, 0xA501, 0x65C0, 0x6480, 0xA441, 0x6C00, 0xACC1, 0xAD81, 0x6D40, 0xAF01,
0x6FC0, 0x6E80, 0xAE41, 0xAA01, 0x6AC0, 0x6B80, 0xAB41, 0x6900, 0xA9C1, 0xA881, 0x6840, 0x7800, 0xB8C1,
0xB981, 0x7940, 0xBB01, 0x7BC0, 0x7A80, 0xBA41, 0xBE01, 0x7EC0, 0x7F80, 0xBF41, 0x7D00, 0xBDC1, 0xBC81,
0x7C40, 0xB401, 0x74C0, 0x7580, 0xB541, 0x7700, 0xB7C1, 0xB681, 0x7640, 0x7200, 0xB2C1, 0xB381, 0x7340, 0xB101,
0x71C0, 0x7080, 0xB041, 0x5000, 0x90C1, 0x9181, 0x5140, 0x9301, 0x53C0, 0x5280, 0x9241, 0x9601, 0x56C0, 0x5780,
0x9741, 0x5500, 0x95C1, 0x9481, 0x5440, 0x9C01, 0x5CC0, 0x5D80, 0x9D41, 0x5F00, 0x9FC1, 0x9E81, 0x5E40, 0x5A00,
0x9AC1, 0x9B81, 0x5B40, 0x9901, 0x59C0, 0x5880, 0x9841, 0x8801, 0x48C0, 0x4980, 0x8941, 0x4B00, 0x8BC1, 0x8A81,
0x4A40, 0x4E00, 0x8EC1, 0x8F81, 0x4F40, 0x8D01, 0x4DC0, 0x4C80, 0x8C41, 0x4400, 0x84C1, 0x8581, 0x4540, 0x8701,
0x47C0, 0x4680, 0x8641, 0x8201, 0x42C0, 0x4380, 0x8341, 0x4100, 0x81C1, 0x8081, 0x4040};
BYTE nTemp;
WORD wCRCWord = 0xFFFF;
while (wLength--)
{
nTemp = *nData++ ^ wCRCWord;
wCRCWord >>= 8;
wCRCWord ^= wCRCTable[nTemp];
}
return wCRCWord;
}
```

VTS оставляет за собой право вносить изменения в данное руководство без предварительного уведомления.