



Инструкция по применению протокола Modbus RTU для ВА89 с ЖК-дисплеем RS-485 – (внутренний) протокол связи Modbus

1. Основные сведения об интерфейсе RS-485

- 1.1. Интерфейс RS-485 подразумевает использование исключительно топологии «шина» (топологии «звезда» и «кольцо» не поддерживаются).
- 1.2. В сети может присутствовать только одно master-устройство, которое отсылает и принимает запросы подчиненных slave-устройств. Slave-устройства не могут являться инициаторами обмена.
- 1.3. Число slave-устройств на шине не должно превышать 32-х.

- 1.4. На первом и последнем устройстве шины должен быть установлен согласующий резистор сопротивлением 120 Ом.
- 1.5. Для линий связи RS-485 необходимо использовать экранированный кабель с витой парой, предназначенный для промышленного интерфейса RS-485 с волновым сопротивлением 120 Ом (например, КИПЭВ). Экран кабеля должен быть соединен с функциональной землей только в одной точке.

2. Общие положения протокола связи Modbus RTU

2.1. Интерфейс: RS-485 (полудуплекс).
Modbus – коммуникационный протокол основан на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave). Использует для передачи данных интерфейсы RS-485, RS-422, RS-232, а также Ethernet сети TCP/IP (протокол Modbus TCP).

Параметры связи: скорость бод 9600, 8-битовое информационное слово, двоичная проверка.

2.2. Формат связи.

Запрос master-устройства к slave-устройству содержит:

1. Slave ID (адрес slave-устройства);
2. Код функции, применяемый к slave-устройству;
3. Данные – адрес первого регистра и их количество (в случае записи – также их значения);
4. Контрольную сумму.

Ответ slave-устройства имеет схожую структуру.

Формат данных:

Код адреса Slave ID	Код функции	Специальные данные	CRC-проверка (контрольная сумма)
1 байт	1 байт	N байт	2 байта

Размер данных:

1 байт	1 байт	N байт	2 байта
--------	--------	--------	---------

Slave ID – это адрес устройства, может принимать значение от 0 до 247.

Для расчета контрольной суммы используются разные алгоритмы. Для Modbus RTU-CRC16 разделителем между пакетами служит временной интервал, то есть сообщение должно начинаться и заканчиваться паузой в течение определенного промежутка времени. Это время не должно быть меньше, чем время передачи 3.5 символов при использующейся скорости передачи данных.

Кроме того, в процессе передачи пакета данных не должно быть пауз длительностью, превышающей время передачи 1.5 символов. Соответственно, Modbus RTU очень критичен к временным задержкам.

Данные в модуле хранятся в 4-х регистрах. Два регистра доступны только для чтения и два для чтения и записи.

При запросе master-устройство обращается к одной из областей памяти slave-устройства с помощью определенной функции. Область памяти характеризуется типом хранящихся в ней значений (биты / регистры) и типом доступа (только чтение / чтение и запись).

Стандарт Modbus определяет 4 области памяти. Области данных протокола Modbus указаны в таблице 1.

Таблица 1. Области данных протокола Modbus

Область данных	Обозначение	Тип данных	Тип доступа	Тип элемента
Coils Регистры флагов (дискретные выходы)	0x	BOOL	чтение / запись	1 бит
Discrete Inputs (дискретные входы)	1x	BOOL	только чтение	1 бит
Input Registers (регистры ввода)	3x	WORD	только чтение	16-битное слово
Holding Registers (регистры хранения)	4x	WORD	чтение / запись	16-битное слово

В каждом разделе помещается 9999 значений. Каждая область памяти состоит из определенного (зависящего от конкретного устройства) количества ячеек. Каждая ячейка имеет уникальный адрес. Для конфигурируемых устройств произ-

водитель предоставляет карту регистров, в которой содержится информация о соответствии параметров устройства и их адресов. Карта регистров представлена в таблице 2.

Таблица 2. Регистры, адреса и их тип

Номер регистра	Адрес регистра HEX	Тип	Название	Тип
1-9999	0000 до 270E	чтение / запись	Discrete Output Coils	DO
10001-19999	0000 до 270E	чтение	Discrete Input Contacts	DI
30001-39999	0000 до 270E	чтение	Analog Input Registers	AI
40001-49999	0000 до 270E	чтение / запись	Analog Output Holding Registers	AO

Дискретные входы и регистры ввода доступны только для чтения данных, а, соответственно, дискретные выходы и регистры хранения – для чтения и записи.

В сообщении Modbus используется адрес регистра. Функция определяет операцию (чтение / запись) и область памяти, с которой эта операция будет произведена.

Доступ к регистрам таблицы осуществляется при помощи 16-битного адреса. Первому элементу таблицы соответствует адрес 0. Таким образом, каждая из этих 4-х областей может включать в себя вплоть до 65 536 регистров (адреса 0-65 535 – 16 бит).

Конкретные команды из группы стандартных:
 0x01 (1) – чтение состояния релейных выходов – Read Coil Status;
 0x02 (2) – чтение значений из нескольких дискретных входов – Read Discrete Inputs;
 0x03 (3) – чтение регистров параметров – Read Holding Registers;
 0x04 (4) – чтение регистров данных – Read Input Registers;
 0x05 (5) – запись состояния нескольких релей-

ных выходов – Force Single Coil;
 0x06 (6) – запись значения в один регистр хранения – Preset Single Register;
 0x07 (7) – чтение сигналов состояния – Read Exception Status;
 0x08 (8) – диагностика – Diagnostic;
 0x0B (11) – чтение счетчика событий – Get Com Event Counter;
 0x0C (12) – чтение журнала событий – Get Com Event Log;
 0x0F (15) – запись значений в несколько регистров флагов – Force Multiple Coils;
 0x10 (16) – запись значений в несколько регистров хранения – Preset Multiple Registers;
 0x11 (17) – чтение информации об устройстве – Report Slave ID;
 0x14 (20) – чтение из файла – Read File Record;
 0x15 (21) – запись в файл – Write File Record;
 0x16 (22) – запись в один регистр хранения с использованием маски «И» и маски «ИЛИ» – Mask Write Register;
 0x18 (24) – чтение данных из очереди – Read FIFO Queue;
 0x2B (43) – Encapsulated Interface Transport.

3. Таблица Modbus-функций

3.1. 02 (0x02) Код функции: чтение значений нескольких дискретных входов.

Внимание: состояние может быть 1=ON или 0=OFF. Эта функция используется для чтения от 1 до 2000 дискретных входов. Нумерация дискретных входов начинается с нуля. Значения битов: 1 – соответствует замкнутому состоянию входа, 0 – разомкнутому.

Название параметра	Адрес	Состояние	Примечание
Резерв	0x00~0x0F	1 или 0	

Запрос

Функция	1 байт	0x2
Начальный адрес	2 байта	0x0-0xFFFF
Количество входов на чтение	2 байта	1x2000 (0x7D0)

Ответ

Функция	1 байт	0x2
Начальный адрес	1 байт	N*
Байты состояния входов	N*x1 байт	

Ошибка

Функция	1 байт	0x82
Код ошибки	1 байт	0x1, 0x2, 0x3 или 0x4

N* – [количество входов для чтения]/8, если остаток > 0, то принимается N=N+1

Пример запроса состояния дискретных входов 197-218 устройства с адресом 0x1.

Запрос		Ответ	
Адрес	0x1	Адрес	0x1
Функция	0x2	Функция	0x2
Начальный адрес (старший байт)	0x0	Число байт	0x3
Начальный адрес (младший байт)	0xC4	Состояние входов 204-197	0xAC
Количество входов (старший байт)	0x0	Состояние входов 212-205	0xDB
Количество входов (младший байт)	0x16	Состояние входов 218-213	0x35

3.2. 03 (0x03) Код функции: чтение значений из нескольких регистров хранения параметров (регистров параметров).

Эта функция используется для последовательного чтения от 1 до 125 регистров параметров. Нумерация регистров начинается с нуля. Регистры 16-битные, беззнаковые или знаковые (в дополнительном коде). 32-битные регистры разбиваются на два 16-битных слова в формате [H]word, [L]Oword].

Запрос

Функция	1 байт	0x3
Начальный адрес	2 байта	0x0-0xFFFF
Количество регистров на чтение	2 байта	1x125 (0x7D)

Ответ

Функция	1 байт	0x3
Число байт	1 байт	2xN*
Байты регистров	N*x2 байта	

Ошибка

Функция	1 байт	0x83
Код ошибки	1 байт	0x1, 0x2, 0x3 или 0x4

N* – количество регистров для чтения

Пример чтения регистров 108-110 устройства с адресом 0x1.

Запрос		Ответ	
Адрес	0x1	Адрес	0x1
Функция	0x3	Функция	0x3
Начальный адрес (старший байт)	0x0	Число байт	0x6
Начальный адрес (младший байт)	0x6B	Значение регистра 108 (старший байт)	0x2
Количество регистров (старший байт)	0x0	Значение регистра 108 (младший байт)	0x2B
Количество регистров (младший байт)	0x3	Значение регистра 109 (старший байт)	0x0
		Значение регистра 109 (младший байт)	0x0
		Значение регистра 110 (старший байт)	0x0
		Значение регистра 110 (младший байт)	0x64

3.3. 06 (0x06) Код функции: запись значения в один из регистров хранения данных.

Эта функция используется для записи одного регистра параметров. Нумерация регистров начинается с нуля. Регистры 16-битные, беззнаковые или знаковые (в дополнительном коде). При успешном выполнении команды в ответ устройство присылает копию запроса.

Запрос

Функция	1 байт	0x6
Адрес регистра	2 байта	0x0-0xFFFF
Значение для записи	2 байта	0x0-0xFFFF

Ответ

Функция	1 байт	0x3
Адрес регистра	2 байта	0x0-0xFFFF
Значение для записи	2 байта	0x0-0xFFFF

Ошибка

Функция	1 байт	0x86
Код ошибки	1 байт	0x1, 0x2, 0x3 или 0x4

Пример записи числа 3 в регистр 2 устройства с адресом 0x1.

Запрос		Ответ	
Адрес	0x1	Адрес	0x1
Функция	0x6	Функция	0x6
Адрес регистра (старший байт)	0x0	Адрес регистра (старший байт)	0x0
Адрес регистра (младший байт)	0x1	Адрес регистра (младший байт)	0x1
Значение для записи (старший байт)	0x0	Значение для записи (старший байт)	0x0
Значение для записи (младший байт)	0x3	Значение для записи (младший байт)	0x3

Запись значения верхней границы параметра / нижней границы параметра.

Значение параметра автоматического выключателя ВА89 записывается в ячейку с адресом, указанным в таблице 3.

Таблица 3. Значения адресов регистров автоматического выключателя ВА89

Название параметра	Адрес регистра	Единица измерения	Кратность отображения	Диапазон регулировки
Ток уставки теплового расцепителя (I _r)	0x00 40001	A		0.4 I _n ~I _n I _n : номинальный ток
Уставка времени задержки срабатывания теплового расцепителя (tr)	0x01 40002	s	1:10	15~161 (1.5~16.0s)
Уставка срабатывания по сверхтоку (I _{sd})	0x02 40003	% I _r		150~1200% I _r I _r : ток уставки теплового расцепителя
Время задержки срабатывания по сверхтоку (tsd)	0x03 40004	s	1:10	0~5 (0~0.5s)
Ток мгновенной защиты (I _i)	0x04 40005	% I _n		100~1500% I _n I _n : номинальный ток <200
Ток защиты от замыкания на землю (I _g)	0x05 40006	% I _n		30~100% I _n I _n : номинальный ток
Время задержки срабатывания защиты от замыкания на землю (tg)	0x06 40007	s	1:10	0~5 (0~0.5s) 5
Функция защиты N нейтрали (только для 4-полюсных автоматов), в 3-полюсных значение только «0»	0x07 40008			0~2 0: функция защиты N ВКЛ. 1: 50% I _r , защита открыта на 50% 2: 100% I _r , защита открыта полностью
Резерв	0x08~0xFF 40009~40256			
Дистанционное управление	0x100 40257			0x55AA (21930): разблокировка дистанционного управления Запрет дистанционного управления ВКЛ./ОТКЛ.
Команда на блокировку дистанционного управления	0x101 40258			Запись 0x55AA (21930) ВКЛ. Запись 0xAA55 (43605) Выполняет включение 1 раз
Дистанционное управление	0x102			Запись 0x55AA (21930) ВКЛ. Выполняет включение 1 раз

3.4. 04 (0x04) Код функции: чтение значений из нескольких регистров ввода данных.

Эта функция используется для последовательного чтения от 1 до 125 регистров данных. Нумерация регистров начинается с нуля. Регистры 16-битные, беззнаковые или знаковые (в дополнительном коде). 32-битные регистры разбиваются на два 16-битных слова в формате [Hiword, LOWword].

Запрос

Функция	1 байт	0x4
Начальный адрес	2 байта	0x0-0xFFFF
Количество регистров для чтения	2 байта	1-125 (07D)

Ответ

Функция	1 байт	0x4
Число байт	1 байт	2xN*
Байты регистров	Nx2 байта	

Ошибка

Функция	1 байт	0x84
Код ошибки	1 байт	0x1, 0x2, 0x3 или 0x4

N* – количество регистров для чтения

Пример чтения регистра 9 устройства с адресом 0x1.

Запрос		Ответ	
Адрес	0x1	Адрес	0x1
Функция	0x4	Функция	0x4
Начальный адрес (старший байт)	0x0	Число байт	0x2
Начальный адрес (младший байт)	0x8	Значение регистра (младший байт)	0x0
Количество регистров (старший байт)	0x0	Значение регистра (старший байт)	0xA
Количество регистров (младший байт)	0x1		

Значение параметра автоматического выключателя ВА89 записывается в ячейку с адресом, указанным в таблице 4.

Таблица 4. Значения адресов регистров автоматического выключателя ВА89

Наименование параметра	Адрес	Единица измерения	Примечание
Положение выключателя	0x00 30001		(0/1) Нижний регистр: состояние работы Работа / Авария (0/1) Верхний регистр: причина выключения 0: работа без отказов 1: мгновенное КЗ 2: КЗ с задержкой по времени 3: длительная перегрузка с задержкой 4: замыкание на землю 5: дистанционное выключение (0/1/2/3/4/5)
Номинальный ток (In)	0x01 30002	A	100/160/250/400/630
Ток фазы А	0x02 30003	A	
Ток фазы В	0x03 30004	A	
Ток фазы С	0x04 30005	A	
Ток замыкания на землю	0x06 30007	A	

4. Ошибочный отклик

4.1. Код ошибки 01.

Формат запроса:

Ячейка адреса	Код функции	Исходный адрес начального байта	Исходный адрес конечного байта	Цифровой регистр старшего разряда	Цифровой регистр низшего разряда	CRC-проверка
0x01	0x08	0x00	0x80	0x00	0x0D	

Значение не достигает порога 0x08 кода функции – ответ:

Ячейка адреса	Код функции	Код ошибки	CRC-проверка
0x01	0x88	0x01	

4.2. Код ошибки 02.

Формат запроса:

Ячейка адреса	Код функции	Начальный адрес высшего байта	Начальный адрес низшего байта	Цифровой регистр старшего разряда	Цифровой регистр низшего разряда	CRC-проверка
0x01	0x04	0x01	0x80	0x00	0x07	

04 – адрес регистра кода функции ошибочный – ответ:

Ячейка адреса	Код функции	Код ошибки	CRC-проверка
0x01	0x84	0x02	

4.3. Код ошибки 03.

Формат запроса:

Ячейка адреса	Код функции	Начальный адрес высшего байта	Начальный адрес низшего байта	Цифровой регистр старшего разряда	Цифровой регистр низшего разряда	CRC Код проверки
0x01	0x04	0x00	0x80	0x01	0x80	

04 функция регистра ошибочна – ответ:

Ячейка адреса	Код функции	Код ошибки	CRC Проверочная сумма
0x01	0x84	0x03	

4.4. Пример.

Примеры кодов команд для автоматического выключателя ВА89 с блоком RS-485 представлены в таблице 5.

Таблица 5. Функции и коды команд автоматического выключателя ВА89

Функция	Код команды
Чтение входного регистра	01 04 00 00 00 07 B1 C8
Чтение установленного параметра	01 03 00 00 00 08 44 0C
Чтение значения дистанционного управления	01 03 01 00 00 01 85 F6
Запись значения дистанционного управления	01 06 01 00 55 AA 37 19
Дистанционное управление включением	01 06 01 01 55 AA 66 D9
Дистанционное управление выключением	01 06 01 01 AA 55 67 69
Дистанционное управление расцепителем	01 06 01 02 AA 55 97 69

Пример подключения автомата ВА89 к линии через разъем представлен на рисунке 1.

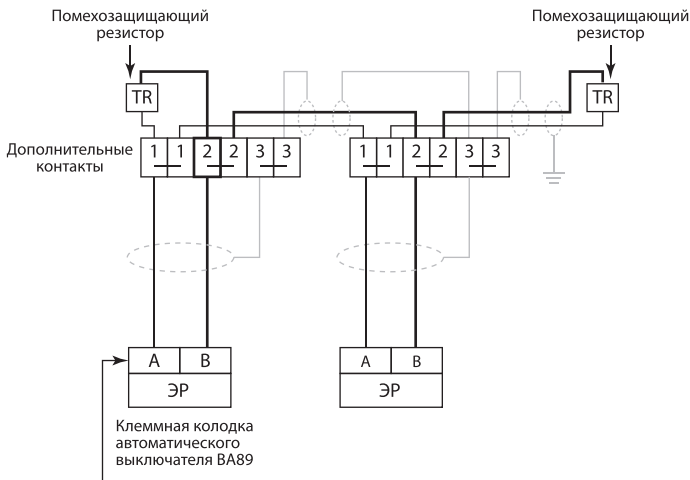


Рисунок 1. Пример подключения автомата к линии через разъем

- отводы не более 1 м;
- длина главной шины не более 700 м;
- для соединения в сети необходимо использовать кабель с заземлением экрана.

Правильное заземление экрана указано на рисунке 2.

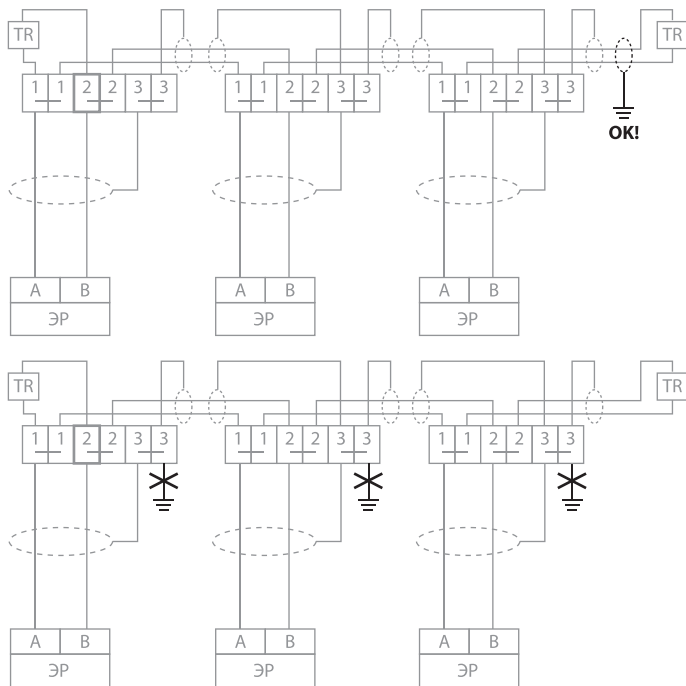


Рисунок 2. Заземление экрана