

# Протокол Modbus для частотного преобразователя CFM210/310.

## 1. Подключение преобразователя к сети Modbus.

Частотные преобразователи CFM210 и CFM310 оснащены последовательным интерфейсом RS-485, что позволяет управлять ими дистанционно по протоколу Modbus.

Для подключения преобразователя к сети необходимо использовать кабель, который содержит витые пары проводов. Подключать необходимо с соблюдением полярности, т. е., клемма А на преобразователе должна быть подключена к клемме А на другом устройстве, соответственно клемма В к клемме В. Подключение необходимо производить при отключенном питании обоих устройств. Расположение клемм изображено на рисунке 1.

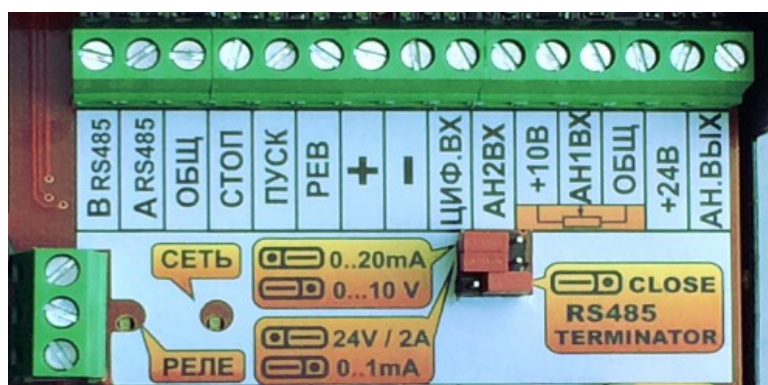




Рис. 1. Клеммы управления преобразователем.

Если преобразователь является конечным устройством в линии связи, то необходимо подключение согласующего резистора (терминатора), который входит в состав преобразователя. Подключение терминатора осуществляется с помощью переключателя (см. рис. 1 и таблицу 1):

Таблица 1. Положение переключателя согласующего резистора.

	Терминатор подключен
	Терминатор отключен

## 2. Настройка преобразователя для работы в сети Modbus.

Для работы преобразователя в сети Modbus необходима первоначальная настройка с помощью панели управления.

Все устройства подключенные к одной сети должны иметь одинаковую скорость передачи данных. Данная скорость для преобразователя настраивается в пункте меню 6-08 числами в диапазоне 1...6 (соответствие скоростям в таблице 2).

Для идентификации преобразователя в сети необходимо установить сетевой адрес в пункте меню 6-09. Возможны значения от 1 до 247. У каждого устройства в сети должен быть уникальный адрес.

Таблица 2. Скорости передачи.

Значение	1	2	3	4	5	6
Скорость, бит/с	4800	9600	19200	38400	56000	115200

Один байт передается в кадре состоящем из старт-бита, байта данных, бита контроля четности и одного или двух стоп-бит (см. рис. 2). Преобразователь поддерживает работу с одним или двумя стоп-битами и с отсутствием контроля четности, контролем на четность и контролем на нечетность. Выбор вариантов осуществляется в пункте меню 6-10, значения в таблице 3. Все устройства в сети должны иметь одинаковый формат кадра.

Старт бит	Биты данных								Бит четности	Стоп бит
	0	1	2	3	4	5	6	7		

Рис. 2. Формат кадра данных.

Таблица 3. Коды формата кадра.

Значение	Описание
0	Один стоп бит, нет контроля четности.
1	Один стоп бит, контроль на четность.
2	Один стоп бит, контроль на нечетность.
3	Два стоп бита, нет контроля четности.
4	Два стоп бита, контроль на четность.
5	Два стоп бита, контроль на нечетность.

В преобразователе имеется сторожевой таймер для контроля своевременного получения сообщений от Modbus мастера и обнаружения пропадания связи. Таймер запускается после получения первого достоверного сообщения и сбрасывается при получении каждого следующего. При достижении таймером установленного в пункте меню 6-11 времени, связь считается потерянной и генерируется сигнал ошибки. Поведение при этом настраивается в пункте меню 6-12. Время сторожевого таймера устанавливается с дискретностью 0,1 с. Если установить значение 0, то данная функция не будет использоваться.

Для разрешения управления пуском и остановкой преобразователя по протоколу Modbus, необходимо в пункте меню 2-01 установить значение 9. Для разрешения установки частоты вращения двигателя по Modbus необходимо в пункте меню 3-01 установить значение 4.

### 3. Команды управления преобразователем.

Преобразователь поддерживает только режим Modbus-RTU. Поток байт в этом режиме передается непрерывно. Каждое сообщение должно заканчиваться интервалом тишины равным 3.5 символа при выбранной скорости передачи. Если команда распознана и выполнена, преобразователь отправляет мастеру ответ. Если адрес в сообщении установлен в 0 — данное сообщение широковещательное и не требует ответа. При этом полученная команда выполняется.

Адрес, 1 байт	Код функции, 1 байт	Данные, N байт				CRC, 2 байта	
		байт N	....	байт 2	байт 1	младший	старший
1...247	0x03, 0x06						

Рис. 3. Формат сообщения Modbus-RTU.

Контрольная сумма CRC16 добавляется в конце каждого сообщения и вычисляется по полиному  $x^{16} + x^{15} + x^2 + x^0$  (0xA001). Для расчета контрольной суммы используются байты адреса, кода функции и все байты данных.

Преобразователь поддерживает следующие коды функций:

- 0x03 – чтение нескольких регистров;
- 0x06 – запись одного регистра.

Использование байт данных зависит от текущей функции. Формат сообщения при чтении регистров изображен на рис. 4, ответ от преобразователя на рис. 5. Все регистры длиной 16 бит.

Адрес, 1 байт	Код функции, 1 байт	Данные		CRC, 2 байта	
		Начальный адрес, 2 байта	Количество регистров, 2 байта		
1...247	0x03	0x0000...0xFFFF	1...32	младший	старший

Рис. 4. Формат сообщения чтения регистров преобразователя.

Адрес, 1 байт	Код функции, 1 байт	Данные, N – количество регистров		CRC, 2 байта	
		Количество байт, 1 байт	Значения регистров, 2*N байт		
1...247	0x03	2*N		младший	старший

Рис. 5. Формат ответного сообщения при чтении регистров.

Формат сообщения при записи регистра изображен на рис. 6, ответ от преобразователя идентичен запросу.

Адрес, 1 байт	Код функции, 1 байт	Данные		CRC, 2 байта	
		Адрес регистра, 2 байта	Значение регистра, 2 байта		
1...247	0x06	0x0000...0xFFFF	0x0000...0xFFFF	младший	старший

Рис. 6. Формат сообщения записи регистра преобразователя.

Регистры, необходимые для управления преобразователем и контроля его основных параметров представлены в таблице 4.

Таблица 4. Регистры управления и состояния преобразователя.

Адрес	Описание	Доступ
0x2000	Регистр управления, битовое поле, таблица 5.	чтение / запись
0x2001	Установка частоты вращения. Частота задается с дискретностью 0.1 Гц целым числом. Например, 27.2 Гц будет задаваться числом 272.	чтение / запись
0x2002	Регистр состояния, таблица 6.	чтение
0x2003	Регистр флагов ошибок, битовое поле, таблица 7	чтение
0x2004	Текущий ток. Отображается с дискретностью 0.1 ампер целым числом. Например, ток 5.1 ампер будет представлен числом 51.	чтение
0x2005	Температура радиатора, с точностью 1 градус Цельсия.	чтение
0x2006	Выходная частота, с точностью 0.1 Гц целым числом.	чтение
0x2007	Напряжение DC шины, с точностью 1 В.	чтение

Таблица 5. Значение битов регистра управления.

Бит №	Значение
0	Остановить двигатель, сброс ошибки (ошибка сбрасывается, если двигатель остановлен)
1	Запустить двигатель
4	Направление «прямо»
5	Направление «реверс»
10	Сохранить параметры сервисного меню

Таблица 6. Значение регистра состояния

Значение	Значение
0xA2	Нет вращения двигателя.
0x55	Двигатель вращается.
0x25	В сервисном режиме (идет настройка с панели управления).
0x42	Идет торможение постоянным током.
0x1B	Выдержка времени перед перезапуском двигателя, после перегрузки по току.

Таблица 7. Значение битов регистра флагов ошибок.

Бит №	Значение
0	Перегрев зарядного резистора.
8	Перегрузка по току, быстродействующая.
9	Перегрузка по току, настраиваемая.
10	Перегрев преобразователя.
11	Превышение напряжения на шине постоянного тока.
12	Отсутствие одной из фаз на выходе.
15	Низкое напряжение на шине постоянного тока.

Пример 1: включим вращение двигателя для преобразователя с адресом 81 (0x51).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x02	0x0F	0x9B

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x02	0x0F	0x9B

Пример 2: установим частоту вращения равной 32 Гц (число 320 - 0x140).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x01	0x01	0x40	0xDF	0xFA

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x01	0x01	0x40	0xDF	0xFA

Пример 3: прочитаем текущее значение тока преобразователя.

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес 1-го регистра		Количество регистров		CRC	
0x51	0x03	0x20	0x04	0x00	0x01	0xC2	0x5B

В ответе преобразователя получаем число 0x3D = 61, что соответствует току 6.1 А:

Адрес	Функция	Кол-во байт	Значение регистра		CRC	
0x51	0x03	0x02	0x00	0x3D	0xB9	0x99

#### 4. Доступ к сервисным параметрам.

С помощью протокола Modbus возможен доступ ко всем пунктам сервисного меню преобразователя (полный перечень смотрите в руководстве по эксплуатации). Каждый пункт меню адресуется двумя числами, например, 1-03 — «Время разгона». Чтобы получить доступ к регистру, соответствующему этому пункту меню в старший байт адреса записывается первое число, а в младший — второе. Например, пункту меню 1-03 соответствует регистр с адресом 0x0103.

Пример 4: прочитаем параметр 6-01 «Режим управления реле»

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес 1-го регистра		Количество регистров		CRC	
0x51	0x03	0x06	0x01	0x00	0x01	0xD9	0x12

В ответе преобразователя получаем значение 2:

Адрес	Функция	Кол-во байт	Значение регистра		CRC	
0x51	0x03	0x02	0x00	0x02	0xF9	0x89

При записи регистров необходимо учесть, что новое значение не сохраняется в энергонезависимой памяти непосредственно. Чтобы значения сохранились после выключения питания необходимо записать в регистр управления (адрес 0x2000) число 1024 (0x400, бит 10 установлен в единицу в соответствии с таблицей 5).

Пример 5: установим уровень защиты по току (пункт меню 4-05) равным 6 А.

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x04	0x05	0x00	0x3C	0x94	0xBA

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x04	0x05	0x00	0x3C	0x94	0xBA

После ответа запишем в регистр управления значение 0x400:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x04	0x0	0x8C	0x9A

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x04	0x0	0x8C	0x9A

За один запрос возможно чтение до 32-х регистров с последовательными адресами. Например, пункты меню 1-01, 1-02, 1-03, 1-04, 1-05, 1-06 можно прочитать одним запросом указав адрес первого регистра 0x0101 и количество регистров равным 6.

Чтение значений некоторых пунктов меню имеет особенности. При чтении значения пункта меню 7-02 «Время наработки», необходимо указывать количество регистров равным 2, при этом в ответе будет получено значение часов наработки в первом регистре и секунд во втором регистре. Также, для пунктов меню 7-03, 7-04, 7-05, 7-06, 7-07, 7-08 (журналы ошибок) необходимо указывать количество регистров равным 8 для чтения всех восьми параметров журнала за один запрос.

Пример 6: прочитаем время наработки преобразователя (пункт меню 7-02).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес 1-го регистра		Количество регистров		CRC	
0x51	0x03	0x07	0x02	0x00	0x02	0x68	0xEF

В ответе преобразователя получаем значение часов в первом регистре 1 и значение секунд во втором регистре 0x8D = 141, т. е. время наработки равно 1 час 141 секунда:

Адрес	Функция	Кол-во байт	Значение 1-го регистра		Значение 2-го регистра		CRC	
			0x00	0x01	0x00	0x8D	0x3B	0x93
0x51	0x03	0x02	0x00	0x01	0x00	0x8D	0x3B	0x93

### 5. Сообщения об ошибках Modbus.

В случае получения преобразователем сообщения с ошибкой контрольной суммы, ответное сообщение не посылается. Если сообщение достоверное (совпала контрольная сумма), но в полученных данных содержатся какие-либо ошибки, преобразователь отвечает сообщением специального формата — в коде ошибки устанавливается в единицу старший бит, затем следует байт с кодом ошибки (таблица 8).

Адрес, 1 байт	Код функции, 1 байт	Код ошибки, 1 байт	CRC, 2 байта	
			младший	старший
1...247	0x80 + код функции	1...3		

Таблица 8. Коды ошибок Modbus.

Код	Описание
0x01	Не поддерживаемый код функции. Преобразователь использует только функции 0x03 (чтение нескольких регистров) и 0x06 (запись одного регистра).
0x02	Неправильный адрес регистра. Попытка доступа к несуществующему регистру.
0x03	Запрос неправильного количества регистров.