

Описание протокола Modbus для частотного преобразователя CFM210.

1. Подключение преобразователя к сети Modbus.

Частотные преобразователи CFM210 могут быть дополнительно оснащены последовательным интерфейсом RS-485, который позволит управлять ими дистанционно с использованием протокола Modbus.

Для подключения преобразователя по сети необходимо:

- заменить стандартную пластиковую панель управления на специальную панель с аппаратной поддержкой RS485 (рис.1);
- выполнить подключение преобразователя к сети используя кабель с витыми парами и строгим соблюдением полярностей: клемма А на преобразователе должна быть подключена к клемме А на другом устройстве, соответственно клемма В к клемме В.

ВНИМАНИЕ!

Подключение разрешено производить только при отключенном питании обоих устройств.



Рисунок 1. Вид панели, поддерживающей работу интерфейса RS485.

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

Таблица 1. Положение переключателя согласующего резистора.

	Терминатор подключен (R)
	Терминатор подключен (RC)
	Терминатор отключен

2. Настройка преобразователя для работы в сети Modbus.

Для работы преобразователя по протоколу Modbus необходима первоначальная настройка, которая может быть выполнена с использованием стандартной панели управления со следующими этапами:

1. Настройка скорости передачи данных.

Все устройства подключенные к одной сети должны иметь одинаковую скорость передачи данных, которая настраивается в пункте меню **6-11** значениями в диапазоне от 1 до 6 (табл. 2).

Таблица 2. Поддерживаемые скорости передачи.

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

2. Установка сетевого адреса преобразователя.

Для идентификации преобразователя в сети необходимо установить сетевой адрес преобразователя в пункте меню **6-12**. Преобразователь поддерживает адреса от 1 до 247.

ВАЖНО! У каждого устройства в сети должен быть уникальный адрес.

3. Установка контроля четности/стоповых битов.

При работе в сети байты данных передаются в кадре (рис.3). Один байт структурно состоит из: старт-бита, байта данных, бита контроля четности и одного или двух стоп-бит (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 **6-13** (табл.3). Все устройства в сети должны иметь одинаковую структуру байтов данных.



Рисунок 2. Формат байта данных в кадре.

Таблица 3. Варианты структуры байта данных.

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.



4. Настройка сторожевого таймера.

В преобразователе имеется сторожевой таймер для контроля своевременного получения сообщений от Modbus мастера и обнаружения пропадания связи. Таймер запускается после получения первого индивидуального (не широковещательного) и достоверного сообщения и сбрасывается при получении каждого следующего. При достижении таймером установленного в пункте меню **6-14** времени связь считается потерянной и генерируется сигнал ошибки. Поведение при этом настраивается в пункте меню **6-15**. Время сторожевого таймера устанавливается с дискретностью 0,1 с. Если установить значение 0, то данная функция не будет использоваться.

5. Настройка режима работы преобразователя.

Для разрешения управления пуском и остановкой двигателя по протоколу Modbus, необходимо в пункте меню **2-01** установить значение **9**.

Для разрешения задания частоты вращения двигателя по Modbus необходимо в пункте меню **3-01** установить значение **4**.

ВНИМАНИЕ! Когда один из указанных пунктов настроен, преобразователь переходит в режим работы «в сети» и стандартная панель управления в рабочем режиме становится недоступна. Для внесения изменений в настройки преобразователя с помощью стандартной панели управления при активном режиме «в сети»(п.м 2-01=9 или 3-01=4) необходимо: подключить к обесточенному ПЧ стандартную панель управления, удерживать нажатыми две клавиши  и  и подать напряжение на преобразователь. Через 2 сек. будет выполнен вход в сервисное меню, после чего можно изменить требуемые настройки ПЧ.

3. Команды управления преобразователем.

Преобразователь поддерживает работу только по протоколу Modbus-RTU.

В данном протоколе сообщение начинает восприниматься как новое после паузы (тишины) на шине длительностью не менее 3,5 символов, т.е. величина паузы зависит от скорости передачи. Если команда распознана и выполнена, преобразователь отправляет мастеру ответ. Но если адрес в сообщении установлен в 0 — данное сообщение является широковещательным и не требует ответа при этом полученная команда выполняется.

Каждое сообщение(кадр) имеет следующий формат (рис.3).

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						

Рисунок 3. Формат кадра 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, формат запроса и ответа на рисунках 4, 5;
- 0x06 – запись одного регистра, формат запроса и ответа на рисунке 6.

Использование байт данных зависит от текущей функции.

Каждый регистр имеет длину 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

Рисунок 4. Формат сообщения при чтении 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

Рисунок 5. Формат ответного сообщения от ПЧ при чтении регистров.

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

Рисунок 6. Формат сообщения записи регистра в преобразователь.

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 (табл.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 (табл.6)	чтение
0x2003	Регистр флагов ошибок, битовое поле (табл.7)	чтение
0x2004	Текущий ток. Отображается с дискретностью 0.1 А целым числом. Например, ток 5.1А 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
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	Преобразователь в сервисном режиме.
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.
6	Ошибка связи Modbus
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.

Примеры выполнения управляющих запросов.

Пример 1:

установим направление вращения «прямо» для преобразователя с адресом 81 (0x51).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x10	0x8F	0x96

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x10	0x8F	0x96

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: выполним запуск двигателя.

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 4: 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

Пример 5: установим направление вращения «реверс».

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x20	0x8F	0x82

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x20	0x8F	0x82

Пример 6: выполним останов двигателя.

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x01	0x4F	0x9A

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x01	0x4F	0x9A

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, а пункту 3-21 соответствует регистр 0x0315.

Примеры выполнения сервисных запросов.

Пример 1:

прочитаем параметр 6-01 «Режим управления реле» для преобразователя с адресом 81 (0x51).

Запрос:

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

В ответе преобразователя получаем значение 0x0002 = 2:

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

При записи регистров сервисного меню 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, установка бита 10 в единицу в соответствии с таблицей 5).

Пример 2: 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 для сохранения значения:

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 (журнал ошибок) необходимо указывать количество регистров равным 9 для чтения всех параметров журнала за один запрос.

Пример 3: 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 0x01=1 и значение секунд во втором регистре 0x8D=141, т.е. время наработки равно 1 час 141 секунда или 1 час 2 минуты 21 секунда:

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

Пример 4: прочитаем самую последнюю зафиксированную ошибку преобразователя(п.м. 7-03).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес 1-го регистра		Количество регистров		CRC	
0x51	0x03	0x07	0x03	0x00	0x09	0x78	0xE8

В ответе преобразователя получаем

Адрес	Функция	Кол-во байт	Значение 1-го регистра		Значение 2-го регистра		Значение 3-го регистра		Значение 4-го регистра		Значение 5-го регистра		Значение 6-го регистра		Значение 7-го регистра		Значение 8-го регистра		Значение 9-го регистра		CRC	
0x51	0x03	0x12	0x00	0x1B	0x00	0x00	0x08	0x62	0x01	0x2A	0x00	0x0D	0x00	0x0D	0x00	0x13	0x00	0xD2	0x00	0xD2	0x01	0x23

Где:

Регистр 1 - код ошибки 0x001B = 27 это A_{ovr} - быстродействующая ошибка по току.

Регистр 2 - время возникновения ошибки 0x0000 = 0 часов наработки.

Регистр 3 - время возникновения ошибки 0x0862 = 2146 секунд наработки или 35мин. 46сек.

Регистр 4 - напряжение на шине постоянного тока 0x012A = 298В

Регистр 5 - мгновенный ток преобразователя на момент возникновения ошибки 0x000D = 13 = 1,3 А.

Регистр 6 - мгновенный ток преобразователя на момент возникновения ошибки 0x000D = 13 = 1,3 А.

Регистр 7 - температура преобразователя 0x0013 = 19°C.

Регистр 8 - выходная частота преобразователя 0x00D2 = 210 = 21,0 Гц.

Регистр 9 - заданная частота преобразователя 0x00D2 = 210 = 21,0 Гц.

Аналогично можно прочесть все остальные записи в журнале ошибок преобразователя.

Детальный перечень возможных кодов ошибок можно посмотреть в руководстве по эксплуатации.

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 (рис.7) — в коде ошибки устанавливается в единицу старший бит, затем следует байт с кодом ошибки (табл.8).

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

Рисунок 7. Формат сообщения об ошибке.

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 неверного количества регистров.