

# Протокол Modbus RTU в частотных преобразователях CFM110/210/310

## 1. Подключение преобразователя к сети RS485.

Частотные преобразователи CFM поддерживают возможность подключения коммуникационной интерфейсной панели с последовательным интерфейсом RS-485, который делает возможным дистанционное управление ПЧ с использованием протокола Modbus RTU.

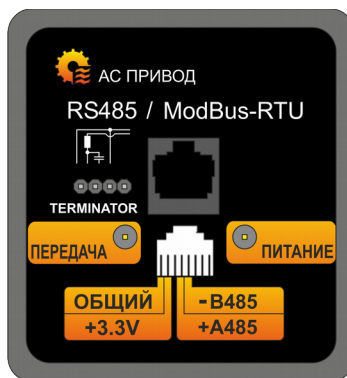
Для подключения преобразователя по сети необходимо:

- 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.** Коммуникационная интерфейсная панель RS485.

Если преобразователь является конечным устройством в линии связи, то необходимо подключение согласующего резистора (терминатора), который интегрирован в коммуникационную панель 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 по протоколу Modbus.

Для работы преобразователя по протоколу Modbus RTU необходима первоначальная настройка ПЧ, 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 **6-12** 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 **6-13**. Преобразователь поддерживает адреса от 1 до 247.



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 **6-14** (табл.3). Все устройства в сети должны иметь одинаковую структуру байтов данных.

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

**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 **6-15** времени связь считается потерянной и генерируется сигнал ошибки. Поведение ПЧ при этом настраивается в пункте меню **6-16**. Время сторожевого таймера устанавливается с дискретностью 0.1 с. Если в п.м.6-16 установить значение 0, то данная функция не будет использоваться.

## 5. Настройка задержки ответа ПЧ.

В ПЧ предусмотрена возможность задать задержку ответа преобразователем на запрос от мастера устройства. Для этого предусмотрен пункт меню **6-17** в котором следует установить требуемое время в миллисекундах.



## 6. Настройка режима работы преобразователя.

Для разрешения управления пуском и остановкой двигателя по протоколу Modbus, необходимо в пункте меню **2-01** установить значение **3**.

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



**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=3 или 3-01=3) необходимо: подключить

к обесточенному ПЧ стандартную панель управления, удерживать нажатыми две клавиши   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 1 состояния ПЧ (табл.6)	чтение
0x2003	Регистр 2 состояния ПЧ (табл.7)	чтение
0x2004	Ток потребления двигателем. Отображается с дискретностью 0.1 А целым числом. Например, ток 5.1А будет представлен числом 51.	чтение
0x2005	Температура радиатора ПЧ, с точностью 1 градус Цельсия.	чтение
0x2006	Выходная частота, с точностью 0.1 Гц целым числом.(27.2 Гц = 272)	чтение
0x2007	Напряжение DC шины, с точностью 1 В.	чтение
0x2100	Стек текущих аварий привода. Максимум 10 случаев.	чтение
0x2200	Стек предупреждений привода. Максимум 10 случаев.	чтение



При чтении стеков аварий или предупреждений необходимо указывать количество регистров к чтению равным 10, для чтения всего стека.

**Таблица 5.** Значение битов регистра управления.

Бит №	Значение
0	Остановить двигатель, сброс ошибки
1,4	Запустить двигатель прямо (одновременная активация битов)
1,5	Запустить двигатель в реверсе (одновременная активация битов)
10	Сохранить параметры сервисного меню и переинициализировать ПЧ

**Таблица 6.** Значения первого регистра состояния ПЧ

Значение	Значение
0	Привод остановлен, работает в штатном режиме.
1	Привод запущен.
2	Привод в состоянии аварии и остановлен.
3	Привод выполняет торможение постоянным током.
4	Привод выполняет поиск частоты вращения для выполнения подхвата двигателя.
5,6,7,8	Привод выполняет предварительные процедуры запуска.

**Таблица 7.** Значения второго регистра состояния ПЧ

Значение	Значение
10	Привод запущен в направлении «ПРЯМО».
11	Привод выполняет реверсирование двигателя в направление «ПРЯМО».
20	Привод запущен в направлении «РЕВЕРС».
21	Привод выполняет реверсирование двигателя в направление «РЕВЕРС».
30	Привод останавливается.
40	Привод полностью остановлен.

## Примеры выполнения управляющих запросов для ПЧ с сетевым адресом 81 (0x51)

**Пример 1:** 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 2:** Выполним запуск двигателя в прямом направлении.

Запрос:

Адрес		Функция		Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x12	0x0E	0x57		

Ответ преобразователя:

Адрес		Функция		Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x12	0x0E	0x57		

**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			

**Пример 4:** Выполним реверсирование двигателя.

Запрос:

Адрес		Функция		Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x22	0x0E	0x43		

Ответ преобразователя:

Адрес		Функция		Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x22	0x0E	0x43		

**Пример 5:** 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		

**Пример 6:** Выполним сброс ошибки ПЧ при остановленном двигателе. Для этого необходимо выполнить инициализацию регистра управления значением 0, после чего, активировать бит СТОП.

Запрос №1:

Адрес		Функция		Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x20	0x00	0x00	0x00	0x8E	0x5A		

Ответ ПЧ на запрос №1 (аналогично Примеру 5)...

Запрос №2:

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

Ответ ПЧ на запрос №2 (аналогично Примеру 5)...

#### 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 4-06) равным 6 А.

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x04	0x06	0x00	0x3C	0x64	0xBA

Ответ преобразователя:

Адрес	Функция	Адрес регистра		Значение регистра		CRC	
0x51	0x06	0x04	0x06	0x00	0x3C	0x64	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 7-16 «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 7-17...7-28 (журнал ошибок) необходимо указывать количество регистров равным 9 для чтения всех параметров журнала за один запрос.

Пример 3: прочитаем время наработки преобразователя (пункт меню 7-16).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес 1-го регистра		Количество регистров		CRC	
0x51	0x03	0x07	0x10	0x00	0x02	0xC8	0xEA

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	0x04	0x00	0x01	0x00	0x8D	0x3B	0x93

Пример 4: прочитаем самую последнюю зафиксированную ошибку преобразователя(п.м. 7-17).

Запрос:

Адрес	Функция	Адрес 1-го регистра	Количество регистров		CRC	
0x51	0x03	0x07	0x11	0x00	0x09	0xD8 0xED

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	0x0A	0x00	0x00	0x08	0x62	0x01	0x2A	0x00	0x0D	0x00	0x0D	0x00	0x13	0x00	0xD2	0x00	0xD2	0x51	0x73

Где:

Регистр 1 - код ошибки 0x000A = 10, это 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.