

# **ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ**

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**Протокол  
управления преобразователями частоты  
серии EI-7011  
по последовательной линии связи  
MODBUS**

**Руководство пользователя**

**ВЕСПЕР**

## 1. Введение

1.1. Данное Руководство содержит сведения, необходимые для программирования функций управления, контроля состояния, чтения и записи констант преобразователей частоты модели EI-7011 от управляющего контроллера (PLC) или компьютера (PC) по последовательной линии связи RS-485 с использованием протокола MODBUS.

1.2. В Руководстве приведены:

- формат сообщений;
- перечень используемых кодов операций;
- списки адресов регистров команд управления и контроля состояния ПЧ;
- списки адресов регистров констант ПЧ;
- список сообщений об ошибках;
- примеры программирования простейших функций.

## 2. Формат сообщений

2.1. Формат сообщений

Адрес ПЧ
Код операции
Данные
Контрольная сумма

2.2. Поле адреса содержит 8 бит. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне 0 - 31. Каждому ПЧ присваивается адрес в пределах от 1 до 31. Каждый из подключенных ПЧ должен иметь уникальный, не повторяющийся в данной сети адрес. Нулевой адрес используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство без выдачи подтверждения о приеме. В данном случае это могут быть четыре типа сообщений: управляющие команды, установка исходных значений констант, сброс ошибки и установка опорной частоты.

2.3. Коды операций

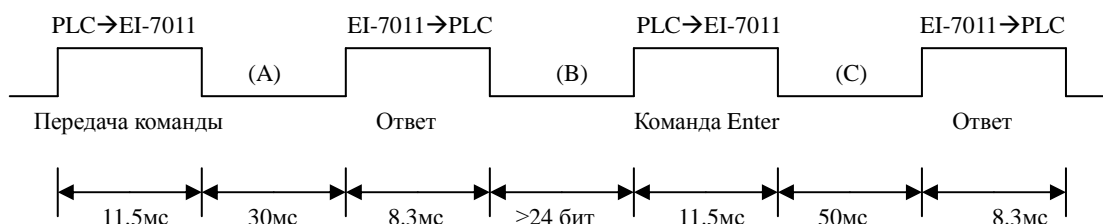
Код операции	Операция	Максимальный объем данных, байт	Примечание
03h	Чтение данных из ПЧ	16	
08h	Контроль линии связи	-	
10h	Запись данных в ПЧ	16	Однократно

2.4. Поле данных содержит дополнительную информацию, которая необходима для выполнения указанной функции. Оно может содержать адреса регистров, их количество, счетчик передаваемых байтов данных. В функции чтения данных из ПЧ (код операции 03h), поле данных содержит адрес начального регистра и количество регистров. В функции записи данных в ПЧ (код операции 10h), поле данных содержит адрес начального регистра, количество регистров, счетчик количества байтов данных и данные для записи в регистры.

2.5. Контрольная сумма вычисляется по алгоритму CRC-16, приведенному в Приложении 1.

### 3. Временная диаграмма посылок обмена данными.

Время передачи/приема сообщения зависит от вида сообщения и объема данных. Пример временной диаграммы обмена сообщениями на скорости 9600 бит/с приведен на рисунке:



### 4. Адреса регистров управления и контроля состояния

#### 4.1. Команды чтения/записи данных

Адрес регистра	(Бит)	Выполняемая функция
0001h	Команды управления ПЧ	
	0	1: ПУСК вперед
	1	1: ПУСК назад
	2	Сбой при вводе 1: Неисправность (константа CD035)
	3	Сброс ошибки 1: Команда сброса защиты (CD035)
	4	1: Внешняя клемма S3 замкнута
	5	1: Внешняя клемма S4 замкнута
	6	1: Внешняя клемма S5 замкнута
	7	1: Внешняя клемма S6 замкнута
8-F	Не используются	
0002h	Опорная частота (единицы частоты – см. константу CD105) **	
0003h-0008h	Не используются	
0009h	Многофункциональные выходы	
	0	1: МА-МВ-МС (константа CD040=15)
	1	1: М1-М2 (константа CD041=15)
2-F	Не используются	
000Ah-001Fh	Не используются	
0101h-016Ch	Константы ПЧ (см. п.6.6.)	
0900	Команда ENTER**	

Примечания. \* В регистре 0002h младший разряд соответствует значению частоты 0,1 Гц. Например, для задания частоты 30 Гц: (300)Dec = (12C)Hex, в регистр 0002h необходимо записать 012Ch.

\*\* Посылка команды ENTER используется для записи переданных данных в энергонезависимой памяти ПЧ. (см. п.7.4).

#### 4.2. Команды, посылаемые всем ПЧ одновременно

Адрес регистра	Бит	Выполняемая функция
0001h	Команды пуска ПЧ	
	0	Прямой пуск 1: ПУСК 0: СТОП
	1	Направление 1: Реверс 0: Вперед
	2	Не используются
	3	Не используются
	4	Сбой при вводе 1: Неисправность (константа CD035)
	5	Сброс ошибки 1: Команда сброса защиты (CD035)
6-F	Не используются	
0002h	Фиксированное значение единицы опорной частоты 30000/100%	

#### 4.3. Данные состояния ПЧ (возможные выходные сигналы)

Адрес регистра	(Бит)	Состояние ПЧ
0020h	Чтение состояния ПЧ	
	0	1: Вращение 0: Останов
	1	1: Реверс 0: Нет реверса
	2	Завершение подготовки к работе ПЧ 1: Подготовка завершена 0: Не завершена
	3	1: Авария ПЧ
	4	1: Ошибка ввода данных
	5	Состояние выходных клемм (МА-МВ-МС) 1: Замкнуты МА-МС 0: Замкнуты МВ-МС
	6	Состояние выходных клемм (М1-М2) 1: Замкнуты 0: Разомкнуты
7-F	Не используются	
0021h	Неисправности	
	0	Перегрузка по току (OC), Нарушение в цепи заземления (GF), к.з. в нагрузке (SC)
	1	Перегрузка по напряжению (OV)
	2	Перегрузка преобразователя (OL2)
	3	Перегрев теплоотвода (OH1, OH2)
	4	
	5	Нарушение основной цепи (PUF)
	6	
	7	Внешняя неисправность (EFO 0, 2, 3, 4, 5, 6)
	8	Неисправность преобразователя (CPF 0, 1, 4, 5)
	9	Перегрузка электродвигателя (OL1, OL3)
	A	
	B	Пропадание входного напряжения во время считывания состояния ПЧ
	C	Недостаточное напряжение (UV1, UV2, UV3)
D	Обрыв фазы на входе или выходе (SPO, SPI)	
E	Неисправность в цепи торможения (rr, rH)	
F		

Адрес регистра	(Бит)	Состояние ПЧ
0022h	Ошибки обмена данными с ПЧ	
	0	При записи данных
	1	
	2	
	3	Значения данных находятся вне допустимых пределов
	4	Неверные значения при регулировании
5-F	Не используются	
0023h	Значение опорной частоты (единицы измерения определяются в зависимости от значения константы CD-105)	
0024h	Значение выходной частоты (единицы измерения определяются в зависимости от значения константы CD-105)	
0025h	Не используется	
0026h	Не используется	
0027h	Выходной ток (10/1A)	
0028h	Опорное значение выходного напряжения (1/1B)	
0029h	Не используется	
002Ah	Не используется	
002Bh	Входные управляющие клеммы	
002Ch	Состояние ПЧ	
	0	1: Во время вращения
	1	1: При скорости, равной нулю
	2	1: Достижение опорной частоты
	3	
	4	1: Выходная частота меньше значения, установленного константой CD-71
	5	1: Выходная частота превышает значение, установленное константой CD-71
	6	Завершение подготовки к работе ПЧ 1: Подготовка завершена
002Ch	7	1: При напряжении, соответствующем минимальной выходной частоте
	8	1: При отсутствии выходного напряжения
	9	
	A	
	B	1: При превышении значения вращательного момента
	C	1: При потере опорной частоты при регулировании с обратной связью
	D	
	E	1: Авария
F	1: Ошибка при обмене данными по линии связи	
002Dh	Состояние многофункциональных выходных клемм	
002Eh	Не используется	
002Fh	Не используется	
0030h	Не используется	
0031h	Значение напряжения в звене постоянного тока (1/1B)	
0032h – 003Ch	Не используются	
003Dh	Типы ошибок при обмене данными	
	0	Ошибка контроля циклическим кодом CRC-16

Адрес регистра	(Бит)	Состояние ПЧ
	1	Большое количество ошибок в блоках данных
	2	
	3	Ошибка контроля четности
	4	Ошибка при чтении данных из ПЧ
	5	Ошибка формата сообщения
	6	Превышение времени ожидания ответа
	7-F	Не используются
003Eh – 00FFh	Не используются	

### 5. Адреса регистров констант ПЧ EI-7011

Адрес регистра MODBUS	Номер константы	Наименование функции	Описание	Исходное значение
0101h	CD-001	Код доступа	0 : CD-001 чтение и уставка, от CD-002 до CD-108 только чтение 1 : от CD-001 до CD-034 чтение и уставка, от CD-035 до CD-107 только чтение 2 : от CD-001 до CD-049 чтение и уставка, от CD-050 до CD-107 только чтение 3 : от CD-001 до CD-107 чтение и уставка 4 : Не использован 5 : Не использован 6 : 2-х проводная: начальная уставка - переуставка (Японский стандарт) 7 : 3-х проводная: начальная уставка - переуставка (Японский стандарт) 8 : 2-х проводная: начальная уставка - переуставка (Американские спецификации (США)) 9 : 3-х проводная: начальная уставка - переуставка (Американские спецификации (США)) 10 : 2-х проводная: начальная уставка - переуставка (Европейские спецификации) 11 : 3-х проводная: начальная уставка - переуставка (Европейские спецификации)	1
0102h	CD-002	Выбор режима управления	Уставка (Управление) (Опорная величина) 0: Цифров. панель управ. Цифров. панель управления 1: Клемма Цифров. панель управления 2: Цифров. панель управ. Клемма 3: Клемма Клемма 4: Цифров. панель управ. Последовательная линия связи 5: Клемма Последовательная линия связи 6: Послед. линия связи Последовательная линия связи 7: Послед. линия связи Цифров. панель управления 8: Послед. линия связи Клемма	3
0103h	CD-003	Входное напряжение	Единица уставки: 0.1 В Диапазон уставки: от 150.0 до 255.0 В (510 В для прибора класса 440 В)	220 В (440 В)
0104h	CD-004	Выбор метода останова	0: Торможение до останова 1: Инерционное торможение до останова 2: Инерционное торможение до останова за время 1 3: Инерционное торможение до останова за время 2	0
0105h	CD-005	Выбор направления вращения	0: против часовой стрелки 1: по часовой стрелке	0
0106h	CD-006	Запрет обратного вращения (реверса)	0: обратное вращение возможно 1: обратное вращение невозможно	0
0107h	CD-007	Функция кнопки режима Местный/Дистанционный	0: Невозможно 1: Возможно	1
0108h	CD-008	Функция кнопки останова (СТОП)	0: Кнопка СТОП действует при управлении от цифровой панели управления 1: Кнопка СТОП действует в любом случае	1
0109h	CD-009	Метод задания опорной частоты (f) с цифровой панели управления	0: Кнопка ввода команды не используется 1: Используется кнопка ввода команды	1
010Ah	CD-010	Выбор соотношения U/F	от 0 до E: Выбор из 15 опробованных соотношений F: произвольное с ограничением по напряжению FF: произвольное без ограничения по напряжению	0
010Bh	CD-011	Номинальное напряжение электродвигателя	Единица уставки: 0.1 В Диапазон уставки: от 150.0 до 255.0 В (510 В для приборов класса 440 В)	200.0 В
010Ch	CD-012	Максимальная выходная частота	Единица уставки: 0.1 Гц. Диапазон уставки: от 50.0 до 400.0 Гц	60.0 Гц
010Dh	CD-013	Максимальное выходное напряжение	Единица уставки: 0.1 В Диапазон уставки: от 0.1 до 255.0 В (510 В для приборов класса 440 В)	200.0 В
010Eh	CD-014	Выходная частота при максимальном	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.2 до 400.0 Гц	60.0 Гц

Адрес регистра MODBUS	Номер константы	Наименование функции	Описание	Исходное значение
		напряжении (базовая частота)		
010Fh	CD-015	Средняя выходная частота	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.1 до 399.9 Гц	3.0 Гц
0110h	CD-016	Напряжение, соотв. средней выходной частоте	Единица уставки: 0.1 В Диапазон уставки: от 0.1 до 255.0 В (510 В для приборов класса 440 В)	15.0 В
0111h	CD-017	Минимальная выходная частота	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.1 до 10.0 Гц	1.5 Гц
0112h	CD-018	Напряжение, соответствующее минимальной выходной частоте	Единица уставки: 0.1 В Диапазон уставки: от 0.1 до 50.0 В	10.0 В
0113h	CD-019	Время разгона 1	Единица уставки: 0.1 с (1 с для 1000 с и более) Диапазон уставки: от 0.0 до 3600 с	10.0 с
0114h	CD-020	Время торможения 1	Единица уставки: 0.1 с (1 с для 1000 с и более) Диапазон уставки: от 0.0 до 3600 с	10.0 с
0115h	CD-021	Время разгона 2	Единица уставки: 0.1 с (1 с для 1000 с и более) Диапазон уставки: от 0.0 до 3600 с	10.0 с
0116h	CD-022	Время торможения 2	Единица уставки: 0.1 с (1 с для 1000 с и более) Диапазон уставки: от 0.0 до 3600 с	10.0 с
0117h	CD-023	Выбор S-кривой	Уставка            Время S-кривой 0 :                    S-кривая не используется 1:                    0.2 с 2:                    0.5 с 3:                    1.0 с	1
0118h	CD-024	Режим индикации	Уставка            Единицы 0:                    0.1 Гц 1:                    0.1% от 2 до 39:        об/мин (и кол-во полюсов электродвигателя) от 40 до 3999:    вариант поставки	0
0119h	CD-025	Опорная частота 1	Уставка зависит от уставки CD-024 Диапазон: от 0 до 9999	0.0 Гц
011Ah	CD-026	Опорная частота 2	Уставка зависит от уставки CD-024 Диапазон: от 0 до 9999	0.0 Гц
011Bh	CD-027	Опорная частота 3	Уставка зависит от уставки CD-024 Диапазон: от 0 до 9999	0.0 Гц
011Ch	CD-028	Опорная частота 4	Уставка зависит от уставки CD-024 Диапазон: от 0 до 9999	0.0 Гц
011Dh	CD-029	Частота, соответствующая шаговому режиму	Уставка зависит от уставки CD-024 Диапазон: от 0 до 9999	6.0 Гц
011Eh	CD-030	Верхний предел опорной частоты	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 100%	100%
011Fh	CD-031	Нижний предел опорной частоты	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 100%	0%
0120h	CD-032	Номинальный ток электродвигателя	Единица уставки: 0.1 А Диапазон: от 10 до 200% номинального тока преобразователя Единица 1 А, при уставке более 1000 А	Зависит от полной мощности (кВА)
0121h	CD-033	Выбор защиты электродвигателя (OL1)	Уставка            Характеристики 0:                    Защита не обеспечивается 1:                    Стандартный электродвигатель (константа времени 8 мин.) 2:                    Стандартный электродвигатель (константа времени 5 мин.) 3:                    Электродвигатель для питания от преобразователя (константа времени 8 мин.) 4:                    Электродвигатель для питания от преобразователя (константа времени 5 мин.)	1
0122h	CD-034	Выбор метода останова при перегреве радиатора-теплоотвода (OH1)	Уставка            Метод останова 0                    Уменьшение оборотов до останова - "Торможение 1" (неисправность) 1                    Инерционное вращение до останова (неисправность) 2                    Уменьшение оборотов до останова - "Торможение 2" (неисправность) 3                    Продолжение управления вращением (предупреждение)	3

Адрес регистра MODBUS	Номер константы	Наименование функции	Описание	Исходное значение
0123h	CD-035	Режим многофункционального входа S2	0: Команда обратное вращение (2-х пров.) 1: Команда "Вращение вперед"/"Обратн.вращ." (3-х пров.) 2: Внешняя неисправность (вход норм. разомкн. контакта) 3: Внешняя неисправность (вход норм. замкн. контакта) 4: Сброс защиты 5: Выбор режима Непосредственный/Дистанционный 6: Выбор управления от последов. линии связи или клемм цепи управления 7: Быстрый останов 8: Выбор входного уровня основной опорной частоты 9: Многоступенчатое регулирование скорости 1 10: Многоступенчатое регулирование скорости 2 11: Выбор частоты, соответствующей шаговому режиму 12: Выбор времени разгона/торможения 13: Внesh. блокировка (вход норм. разомкн. контакта) 14: Внesh. блокировка (вход норм. замкн. контакта) 15: Команда поиска сигнала от максим. частоты 16: Команда поиска сигнала от опорной частоты 17: Уставка возможна/невозможна 18: Переустановка величины обратной связи 19: Управление обратной связью невозможно 20: Функция таймера 21: Предупреждение о перегреве 22: Установка/поддержание аналогового опорного сигнала	0
0124h	CD-036	Режим многофункционального входа S3	Уставка проводится по тем же пунктам, что и CD-035, кроме п.п. 0, 1	2
0125h	CD-037	Режим многофункционального входа S4	Уставка проводится по тем же пунктам, что и CD-035, кроме п.п. 0, 1	4
0126h	CD-038	Режим многофункционального входа S5	Уставка проводится по тем же пунктам, что и CD-035, кроме п.п. 0, 1	9
0127h	CD-039	Режим многофункционального входа S6	Уставка проводится по тем же пунктам, что и CD-035, кроме п.п. 0,1 25: Команда "Увеличить/Уменьшить" 26: Проверка цепи (MODBUS)	10
0128h	CD-040	Выбор функции многофункционального выхода MA-MB-MC	0: Неисправность 1: Во время вращения 2: Согласование по частоте 3: Согласование по требуемой частоте 4: Определение частоты 1 5: Определение частоты 2 6: Индикация перегрузки по крутящему моменту (норм.разомкн.контакт) 7: Индикация перегрузки по крутящему моменту (норм.замкн.контакт) 8: Во время блокировки 9: Режим управления 10: Готовность преобразователя 11: Функции таймера 12: Автоматическое повторное включение 13: Предупреждение о перегрузке 14: Потеря опорной частоты 15: Выход от последовательной линии связи (функция DO) 16: Потеря управления обратной связью 17: Предупреждение о перегреве	0
0129h	CD-041	Выбор функции многофункционального выхода M1-M2	Уставка проводится по тем же пунктам, что CD-040	1
012Ah	CD-042	Выбор основного аналогового входа (FU или FI)	0: от 0 до 10 В вход (FU) 1: от 4 до 20 мА вход (FI)	0
012Bh	CD-043	Режим вспомогательного аналогового входа (клемма FI)	0: от 0 до 10 В вход (Переключатель J1 на плате должна быть снята) 1: от 4 до 20 мА вход (Переключатель J1 на плате должна быть в верхнем положении)	1
012Ch	CD-044	Сохранение (запись) опорной частоты	0: Поддерживается сохранённое значение опорной частоты 1 (константа CD-025) 1: Не сохраняется	0
012Dh	CD-045	Метод управления при сбое (потере определения) опорной частоты	0: Нет индикации 1: Продолжение вращения при 80% значения опорной частоты до потери индикации	0
012Eh	CD-046	Усиление опорной частоты	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 200%	100%



Адрес регистра MODBUS	Номер константы	Наименование функции	Описание	Исходное значение
012Fh	CD-047	Смещение опорной частоты	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от -100% до 100%	0%
0130h	CD-048	Режим многофункционального аналогового выхода (AM-AC)	Уставка Индикация 0: выходной частоты 1: выходного тока 2: выходной мощности 3: напряжения шины	0
0131h	CD-049	Коэффициент усиления аналогового монитора	Единица уставки: 0.01 Диапазон уставки: от 0.01 до 2.00	1
0132h	CD-050	Несущая частота	1, 2, 4, 5, 6: величина уставки $\times$ 2.5 кГц 3: 8.0 кГц 7, 8, 9: Пропорционально выходной частоте (2.5 кГц max)	Зависит от полной мощности кВА
0133h	CD-051	Тип управления после сбоя (кратковременного прекращения подачи питания)	Уставка (Метод) 0: Режим не предусмотрен 1: Продолжение управления после пропадания питания в течение времени, установленного с помощью CD-055 2: Продолжение управления после пропадания питания за некоторое контролируемое время (без сигнала о неисправности)	0
0134h	CD-052	Уровень поиска скорости ( время торможения сост. 2 с, кроме 4 с для 220 В/440 В, 55 кВт или более)	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0% до 200% 100%=номинальный ток преобразователя	110%
0135h	CD-053	Минимальное время блокировки (системное время)	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.5 до 5.0 с	Зависит от полной мощности кВА
0136h	CD-054	Уровень снижения соотношения U/F при поиске скорости	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0% до 100%	Зависит от полной мощности кВА
0137h	CD-055	Время восстановления после кратковременного прекращения подачи питания	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 2.0 с	Зависит от полной мощности кВА
0138h	CD-056	Количество попыток автоматического повторного включения (рестартов)	Единица уставки: 1 раз Диапазон уставки: от 0 до 10 раз	0
0139h	CD-057	Выбор состояния контакта неисправности при попытке автоматического повторного включения	0: Замкнут во время попытки повторного включения 1: Разомкнут во время попытки повторного включения	0
013Ah	CD-058	Частота перескока (запрета) 1	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.0 до 400.0 Гц	0.0 Гц
013Bh	CD-059	Частота перескока (запрета) 2	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.0 до 400.0 Гц	0.0 Гц
013Ch	CD-060	Частотный диапазон перескока (запрета)	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.0 до 400.0 Гц	1.0 Гц
013Dh	CD-061	Выбор счетчика прошедшего времени	0: Нарботка по времени включенного преобразователя 1: Нарботка по времени вращения электродвигателя	1
013Eh	CD-062	Накопленное время (часы) 1	Единица уставки: 1 час Диапазон уставки: от 0 до 9999	0
013Fh	CD-063	Накопленное время (десятки тысяч часов) 2	Единица уставки: 10.000 часов Диапазон уставки: от 0 до 27	0
0140h	CD-064	Постоянный ток торможения	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 100% 100%=Номинальный ток преобразователя	50%
0141h	CD-065	Время торможения постоянным током при останове двигателя	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 10.0 с	0.5 с
0142h	CD-066	Время торможения постоянным током при старте двигателя	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 10.0 с	0.0 с
0143h	CD-067	Компенсирующая величина крутящего момента	Единица уставки: 0.1 Диапазон уставки: от 0.0 до 3.0	Нет необходимости в настройке при нормальной эксплуатации 1.0

Адрес регистра MODBUS	Номер константы	Наименование функции	Описание	Исходное значение
0144h	CD-068	Сопrotивление обмоток электродвигателя	Единица уставки: 0.001 Ом (0.01 Ом для 10.00 Ом или более), Диапазон уставки: от 0.000 до 65.53	Зависит от полной мощности кВА
0145h	CD-069	Потери в металле (стали)	Единица уставки: 0 Вт Диапазон уставки: от 0 до 9999 Вт	Зависит от полной мощн. кВА
0146h	CD-070	Предотвращение срыва во время торможения	0: Невозможно 1: Возможно	1
0147h	CD-071	Уровень предотвращения срыва во время разгона (ускорения)	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 30 до 200% Когда уровень установлен на 200% - предотвращение срыва при разгоне невозможно	Зависит от полной мощн. кВА
0148h	CD-072	Уровень предотвращения срыва во время вращения	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 30 до 200% Когда уровень установлен на 200% - предотвращение срыва при вращении невозможно	Зависит от полной мощн. кВА
0149h	CD-073	Порог частоты (выход многофункциональных контактов)	Единица уставки: 0.1 Гц Диапазон уставки: от 0.0 до 400.0 Гц	0.0 Гц
014Ah	CD-074	Выбор типа индикации неисправности при перегрузке по крутящему моменту (OL3)	Уставка Функция 0: Индикация невозможна 1: Индикация во время вращения с пост. скоростью, управление продолжается после индикации 2: Индикация во время вращения и управление продолжается после индик 3: Индикация во время вращения с пост. скоростью и выход преобразователя отключается во время индикации 4: Индикация во время вращения и выход преобразователя отключается во время индикации	0
014Bh	CD-075	Уровень определения перегрузки по крутящему моменту (OL3)	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 30 до 200% 100%=номинальный ток преобразователя	160%
014Ch	CD-076	Время определения перегрузки по крутящему моменту (OL3)	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 10.0 с	0.1 с
014Dh	CD-077	Таймер времени задержки включения	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 25.5 с	0.0 с
014Eh	CD-078	Таймер времени задержки выключения	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 25.5 с	0.0 с
014Fh	CD-079	Контроль перегрева тормозного резистора	0: Защита отключена. 1: Защита обеспечивается резистором, установленным фирмой-изготовителем.	0
0150h	CD-080	Уровень определения обрыва фазы на входе (SPI)	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 1 до 100% Когда уставка составляет 100%, эта функция невозможна.	7%
0151h	CD-081	Время определения обрыва фазы на входе (SPI)	Единица уставки: 1 (1.28 с) Диапазон уставки: от 2 до 255 (от 2.56 до 326.4 с)	(10.24 с)
0152h	CD-082	Уровень определения обрыва фазы на выходе (SPO)	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 100%	0%
0153h	CD-083	Время определения обрыва фазы на выходе (SPO)	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 2.0 с	0.2 с
0154h	CD-084	Режим ПИД-регулирования (управление обратной связью)	0: ПИД-регулирование невозможно 1: Возможно управление величиной девиации 2: Возможно управление величиной обратной связи 3: Возможно управление величиной обратной связи по обращенной характеристике	0
0155h	CD-085	Калибровка датчика ПИД	Единица уставки: 0.01 Диапазон уставки: от 0.00 до 10.00	1.00
0156h	CD-086	Пропорциональная величина ПИД	Единица уставки: 0.1 Диапазон уставки: от 0.0 до 10.0	1.0
0157h	CD-087	Время интегрирования ПИД	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 100.0 с	10.0 с
0158h	CD-088	Время дифференцирования ПИД	Единица уставки: 0.01 с Диапазон уставки: от 0.00 до 1.00 с	0.00 с
0159h	CD-089	Сдвиг ПИД	Единица уставки: 1 % Диапазон уставки: от - 109 до 109%	0%
015Ah	CD-090	Предел интегральной величины ПИД	Единица уставки: 1 % Диапазон уставки: от 0 до 109%	100%

Адрес регистра MODBUS	Номер константы	Наименование функции	Описание	Исходное значение
015Bh	CD-091	Временная задержка ПИД	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 2.5 с	0.0 с
015Ch	CD-092	Определение потери обратной связи (ошибка ПИД)	0: Определение невозможно 1: Определение возможно	0
015Dh	CD-093	Зона определения потери обратной связи (ПИД)	Единица уставки: 1 % Диапазон уставки: от 0 до 100%	0%
015Eh	CD-094	Время задержки определения потери обратной связи (ошибки ПИД)	Единица уставки: 0.1 с Диапазон уставки: от 0.0 до 25.5 с	1.0 с
015Fh	CD-095	Режим энергосбережения	0: Энергосбережение невозможно 1: Энергосбережение возможно	0
0160h	CD-096	Коэффициент энергосбережения	Единица уставки: 0.01 (0.1 для 100.0 или более) Диапазон уставки: от 0.00 до 655.0	Зависит от полной мощности кВА
0161h	CD-097	Нижний предел по напряжению при 60 Гц (max), при котором возможно энергосбережение (макс.)	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 120%	50%
0162h	CD-098	Нижний предел по напряжению при 6 Гц (min), при котором возможно энергосбережение	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 25%	12%
0163h	CD-099	Время усреднения мощности в режиме энергосбережения	Единица уставки: 1=25 мс Диапазон уставки: от 1 до 200	1
0164h	CD-100	Предел регулирования напряжения при энергосбережении	Единица уставки: 1% Диапазон уставки: от 0 до 100%	0%
0165h	CD-101	Напряжение ступени настройки при 100% выходного напряжения (Энергосбережение)	Единица уставки: 0.1% Диапазон уставки: от 0.1 до 10.0%	0.5%
0166h	CD-102	Напряжение ступени настройки при 5% выходного напряжения (Энергосбережение)	Единица уставки: 0.1% Диапазон уставки: от 0.1 до 10.0%	0.2%
0167h	CD-103	Определение окончания времени режима MODBUS	0: Определение окончания времени режима невозможно 1: Определение окончания времени режима возможно	1
0168h	CD-104	Метод останова при сбое MODBUS (CE)	Уставка           Метод останова 0: Снижение скорости до останова - Торможение 1 (неисправность) 1: Инерционное торможение до останова (неисправность) 2: Снижение скорости до останова - Торможение 2 (неисправность) 3: Продолжение управления (сигнал предупреждения)	1
0169h	CD-105	Единица опорной частоты MODBUS	Уставка           Единица частоты 0:                   0.1 Гц/1 1:                   0.01 Гц/1 2:                   100%/30000 3:                   0.1%/1	0
016Ah	CD-106	Адрес подчиненного программатора (сетевой адрес)	Единица уставки: 1 Диапазон уставки: от 0 до 31	0
016Bh	CD-107	Скорость обмена	Уставка           Скорость в бод/с 0:                   2400 бод/с 1:                   4800 бод/с 2:                   9600 бод/с	2
016Ch	CD-108	Четность	Уставка           Четность 0:                   Не оговорена 1:                   Четно 2:                   Нечетно	1

## 6. Сообщения об ошибках

Коды ошибок	Содержание ошибки или неисправности
01h	<u>Ошибка кода операции</u> * Код операции, формируемый PLC, не равен 01h, 08h или 10h.
02h	<u>Ошибка номера регистра (регистр не существует)</u> * Регистр с данным номером не зарегистрирован. * Стартовый номер не равен 0000h, 0001h или 0002h.
03h	<u>Ошибка размещения данных</u> * Данные записи/чтения не находятся в диапазоне от 1 до 16.
21h	<u>Ошибка установки данных</u> * Значение вводимых данных находится вне допустимых пределов. * Ошибка установки вводимых констант.
22h	<u>Некорректный режим ввода данных</u> * Данные или команды вводятся в ПЧ во время вращения двигателя. * При неисправности ПЗУ (CPF04) из PLC вводится значение константы CD001 в диапазоне от 6 до 13 * Ввод данных в регистры, не предназначенные для записи.

## 7. Примеры программирования MODBUS-сообщений.

### 7.1. Чтение состояния ПЧ (код операции 03h)

Пример: чтение четырех регистров с адресами 0020H – 0023H из ПЧ с адресом 02H (читать состояние ПЧ, наличие неисправностей, ошибок связи и опорную частоту).

Команды из PLC (или PC)

Адрес ПЧ		02h
Код операции – чтение		03h
Адрес начального регистра	СБР байт регистра (СБР)	00h
	МБР байт регистра (МБР)	20h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	04h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	05h
	МБР	F0h

Ответ из ПЧ при отсутствии ошибок

Адрес ПЧ		02h
Код операции		03h
Данные (контроль линии)		08h
Содержимое первого считанного регистра	СБР	00h
	МБР	85h
Содержимое следующего регистра	СБР	00h
	МБР	00h
Содержимое следующего регистра	СБР	00h
	МБР	00h
Содержимое следующего регистра	СБР	01h
	МБР	F4h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	4Eh
	МБР	4Ch

Считана следующая информация о состоянии ПЧ:

По адресу 0020h → ПЧ в состоянии вращения (0085h)

По адресу 0021h → Неисправностей нет (0000)

По адресу 0022h → Ошибок связи нет (0000)

По адресу 0023h → Опорная частота 50,0 Гц (01F4)

Ответ из ПЧ при наличии ошибок

Адрес ПЧ		02h
Код операции		83h
Данные (код ошибки)		03h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	F1h
	МБР	31h

7.2. Контроль линии связи (код операции 08h)

Пример. Тестирование линии по адресу 01h

Посылка сообщения в линию

Адрес ПЧ		01h
Код операции – тест линии связи		08h
Код тестирования	СБР байт регистра (СБР)	00h
	МБР байт регистра (МБР)	00h
Данные	СБР	A5h
	МБР	37h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	DAh
	МБР	8Dh

Ответ из ПЧ при отсутствии ошибок

Адрес ПЧ		01h
Код операции – тест линии связи		08h
Код тестирования	СБР байт регистра (СБР)	00h
	МБР байт регистра (МБР)	00h
Данные	СБР	A5h
	МБР	37h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	DAh
	МБР	8Dh

Ответ из ПЧ при наличии ошибок

Адрес ПЧ		01h
Код операции		89h
Данные (код ошибки)		01h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	86h
	МБР	50h

7.3. Запись команд в ПЧ и чтение ответного сообщения (10h)

Пример: запись в регистры с адресами 0001H – 0002H в ПЧ с адресом 01h

Команды из PLC (или PC)

Адрес ПЧ		01h
Код операции – запись		10h
Адрес начального регистра	СБР байт регистра (СБР)	00h
	МБР байт регистра (МБР)	01h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	02h
Количество байтов данных		04h
Данные (начало)	СБР байт регистра (СБР)	00h
	МБР байт регистра (МБР)	01h
Данные (продолжение)	СБР	02h
	МБР	58h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	63h
	МБР	39h

Ответ из ПЧ при отсутствии ошибок

Адрес ПЧ		01h
Код операции		10h
Адрес начального регистра	СБР	00h
	МБР	01h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	02h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	10h
	МБР	08h

Ответ из ПЧ при наличии ошибок

Адрес ПЧ		01h
Код операции		90h
Данные (код ошибки)		02h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	CDh
	МБР	C1h

Примечание. В случае если адрес ПЧ нулевой, все подключенные ПЧ выполняют команды без посылки ответа.

#### 7.4. Посылка команды Enter

##### 7.4.1. Посылка Enter для сохранения переданных данных в памяти

Адрес ПЧ		01h
Код операции – запись		10h
Адрес начального регистра	СБР байт регистра (СБР)	01h
	МБР байт регистра (МБР)	19h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	01h
Количество байтов данных		02h
Данные (команда Enter)	СБР	02h
	МБР	58h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	9Ah
	МБР	CAh

##### 7.4.2. Данные не сохраняются в памяти (Enter не передается)

Адрес ПЧ		01h
Код операции – запись		10h
Адрес начального регистра	СБР байт регистра (СБР)	09h
	МБР байт регистра (МБР)	00h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	01h
Количество байтов данных		02h
Данные (команда Enter не вводится)	СБР	00h
	МБР	00h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	BCh
	МБР	B2h





### 7.5.3. Останов двигателя:

Посылка данных > 01 10 0001 0001 02 0000 A781  
Останов CRC

Прием данных < 01 10 0001 0001 5009  
Ответное сообщение CRC

### 7.5.4. Установка фиксированной частоты 1 (константа CD-25) равной 50,0 Гц.

Посылка данных > 01 10 0119 0001 02 01F4 B48E  
CRC  
Константа CD-025 —————  
50,0 Гц —————

Прием данных < 01 10 0119 0001 D1F2  
Ответное сообщение CRC

Для записи нового значения частоты в энергонезависимую память ПЧ необходимо ввести команду ENTER:

Посылка данных > 01 10 0900 0001 02 0000 3F50  
Вводимые данные CRC

Прием данных < 01 10 0900 0001 0255  
Ответное сообщение CRC

Если команду ENTER не передавать, новое значение частоты действует только до момента отключения питания ПЧ. Следовательно, команду ENTER вводят тогда, когда хотят измененную константу записать в энергонезависимую память ПЧ. Ввод опорной частоты с последующей передачей команды ENTER возможен только при остановленном двигателе.

Примечание. Не следует использовать команду ENTER без необходимости, поскольку энергонезависимая память имеет ограниченное число циклов перезаписи (порядка 10 тыс).

## Приложение 1.

### Алгоритм вычисления контрольной суммы CRC-16.

Сообщение (только биты данных, без учета старт/стоповых бит и бит четности) рассматриваются как одно последовательное двоичное число, у которого старший значащий бит (MSB) передается первым. Сообщение умножается на  $X^{16}$  (сдвигается влево на 16 бит), а затем делится на  $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ , выражаемое как двоичное число (11000000000000101). Целая часть результата игнорируется, а 16-ти битный остаток (предварительно инициализированный единицами для предотвращения случая, когда все сообщение состоит из нулей) добавляется к сообщению (старшим битом вперед) как два байта контрольной суммы. Полученное сообщение, включающее CRC, затем в приемнике делится на тот же полином ( $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ). Если ошибок не было, остаток от деления должен получиться нулевым. (Приемное устройство может рассчитать CRC и сравнить ее с переданной). Вся арифметика выполняется по модулю 2 (без переноса).

Устройство, используемое для подготовки данных для передачи, посылает условно самый правый (LSB) бит каждого символа первым. При расчете CRC, первый передаваемый бит, определен как MSB делимого. Так как арифметика не использует перенос, для удобства расчета CRC можно предположить, что MSB расположен справа. Поэтому порядок бит при расчете полинома должен быть реверсивным. MSB полинома опускается, так как он влияет только на делитель, а не на остаток. В результате получается 1010 0000 0000 0001 (A001H). Заметьте, что эта реверсивность порядка бит, в любом случае, не влияет на интерпретацию или порядок бит байт данных при вычислении CRC.

Пошаговая процедура расчета CRC-16 представлена ниже:

1. Загрузить 16-ти разрядный регистр числом FFFFh.
2. Выполнить операцию XOR над первым байтом данных и старшим байтом регистра. Поместить результат в регистр.
3. Сдвинуть регистр на один разряд вправо.
4. Если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H).
5. Если выдвинутый бит ноль, вернуться в шаг 3.
6. Повторять шаги 3 и 4 до тех пор, пока не будут выполнены 8 сдвигов регистра.
7. Выполнить операцию XOR над следующим байтом данных и регистром.
8. Повторять шаги 3-7 до тех пор, пока не будут выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром.
9. Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.

Пример расчета CRC для сообщения - чтение статуса SL с номером 02:

16-ти разрядный регистр				MSB	Флаг
Исключающее ИЛИ	1111	1111	1111	1111	
02			0000	0010	
	1111	1111	1111	1101	
Сдвиг 1	0111	1111	1111	1110	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1101	1111	1111	1111	
Сдвиг 2	0110	1111	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1100	1111	1111	1110	
Сдвиг 3	0110	0111	1111	1111	
Сдвиг 4	0011	0011	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1001	0011	1111	1110	
Сдвиг 5	0100	1001	1111	1111	
Сдвиг 6	0010	0100	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1000	0100	1111	1110	
Сдвиг 7	0100	0010	0111	1111	
Сдвиг 8	0010	0001	0011	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1000	0001	0011	1110	
07			0000	0111	
	1000	0001	0011	1001	
Сдвиг 1	0100	0000	1001	1100	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1110	0000	1001	1101	
Сдвиг 2	0111	0000	0100	1110	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1101	0000	0100	1111	
Сдвиг 3	0110	1000	0010	0111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1100	1000	0010	0110	
Сдвиг 4	0110	0100	0001	0011	
Сдвиг 5	0011	0010	0000	1001	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1001	0010	0000	1000	
Сдвиг 6	0100	1001	0000	0100	
Сдвиг 7	0010	0100	1000	0010	
Сдвиг 8	0001	0010	0100	0001	
	HEX 12		HEX 41		
Передаваемое сообщение с контрольной суммой CRC-16 (При передаче сообщение выдвигается вправо)					
12	41		07	02	
0001 0010	0100 0001		0000 0111		0000 0010
Последний бит	Порядок передачи			Первый бит	