



# **ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ**

РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

## **Протокол управления преобразователями частоты серии EI-9011 и E4-9400 по последовательной линии связи MODBUS**

**Руководство пользователя**

**ВЕСПЕР**

## Введение

- 1.1. Данное Руководство содержит сведения, необходимые для программирования функций управления, контроля состояния, чтения и записи констант преобразователей частоты модели EI-9011 и E4-9400 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

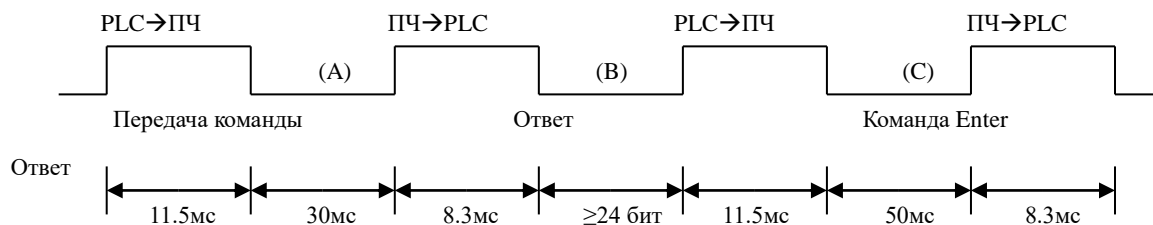
Код операции	Операция	Максимальный объем данных, байт	Примечание
03h	Чтение данных из ПЧ	16	
08h	Контроль линии связи	-	
10h	Запись данных в ПЧ	16	Однократно

- 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\*<sup>1</sup>

Адрес регистра	(Бит)	Выполняемая функция
0000h	Команды управления ПЧ	
	0	1: ПУСК прямой
	1	1: ПУСК реверсивный
	2	1: Замыкание клеммы управления 3
	3	1: Замыкание клеммы управления 4
	4	1: Замыкание клеммы управления 5
	5	1: Замыкание клеммы управления 6
	6	1: Замыкание клеммы управления 7
	7	1: Замыкание клеммы управления 8
	8-F	Не используются
0001h	Опорная частота* <sup>1</sup>	
0002h-0006h	Не используются	
0007h	Установка аналогового выхода 1, клемма 21 (-11В/-726...+11В/726). Константа <b>H4-01</b> доступна при значении регистра = 1F.	
0008h	Установка аналогового выхода 2, клемма 23 (-11В/-726...+11В/726). Константа <b>H4-04</b> доступна при значении регистра = 1F.	
0009h	Многофункциональные дискретные выходы	
	0	1: Клеммы 9, 10 замкнуты. Единицы опорной частоты – в соответствии со значением <b>O1-03</b> .
	1	1: Клеммы 25, 27 замкнуты.
	2	1: Клеммы 26, 27 замкнуты.
	3-5	Не используются
	6	1: Выход сигнала неисправности (клеммы 18, 20) в соответствии с состоянием бита 7.
	7	1: Замкнуты при неисправности.
	8-F	Не используются
000Eh	Не используется	
000Fh	Установка команд выбора	
	0	0: Единица опорной частоты 0,1 Гц.
	1-В	Не используются.
	С	1: Одновременная посылка, замыкание клеммы 5.

Адрес регистра	(Бит)	Выполняемая функция
	D	1: Одновременная посылка, замыкание клеммы 6.
	E	1: Одновременная посылка, замыкание клеммы 7.
	F	1: Одновременная посылка, замыкание клеммы 8.

Примечания:

\*1. При записи данных в регистры, неиспользуемые биты установить равными "0".

\*2. Если бит регистра 000Fh равен 0, единица опорной частоты составляет 0,1Гц. Если бит регистра 000Fh равен 1, единица опорной частоты определяется константой 01-03 (заводская установка – 0,01 Гц).

Например, для задания частоты 50 Гц: (5000)dec = (1388)hex,

в регистр 0001h необходимо записать 1388h.

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

Адрес регистра	Бит	Выполняемая функция
0001h	Команды управления ПЧ	
	0	1: ПУСК 0: СТОП
	1	1: Назад 0: ВПЕРЕД
	2	Не используется
	3	Не используется
	4	1: Внешняя неисправность (зависит от Н1-01)
	5	1: Сброс ошибки (зависит от Н1-02)
	6-В	Не используются
	C	Активизация цифрового входа 5. Регистр 00Fh активен, если бит C = 1
	D	Активизация цифрового входа 6. Регистр 00Fh активен, если бит D = 1
	E	Активизация цифрового входа 7. Регистр 00Fh активен, если бит E = 1
	F	Активизация цифрового входа 8. Регистр 00Fh активен, если бит F = 1
0002h	Фиксированное значение единицы опорной частоты 30000/100%	

#### 4.3. Данные о состоянии ПЧ

Адрес регистра	(Бит)	Состояние ПЧ
0010h	Чтение состояния ПЧ	
	0	1: Вращение 0: Останов
	1	1: Нулевая скорость
	2	1: Реверс
	3	1: Сброс ошибки
	4	1: Вращение с заданной скоростью
	5	1: Готовность
	6	1: Ошибка
	7	1: Неисправность
	8-F	Не используются
0011h	Состояние системы управления	

Адрес регистра	(Бит)	Состояние ПЧ
	0	1: OPE Ошибки ввода констант
	1	1: ERR Сообщение об ошибках
	2	2: PRG Режим программирования
	3,4	Сигналы на разъеме CN1 00: Jvor-130, 01:Jvor-132 10:Jvor-100, 11:
	5-F	Не используются
0012h		OPE Ошибка ввода констант
0013h		Не используется
0014h		Основные неисправности 1
	0	FU Перегорание предохранителя
	1	UV1 Пониженное напряж. звена постоянного тока
	2	UV2 Пониженное напряжение цепей управления
	3	UV3 Не сработал пускатель предзаряда
	4	SC К.з. нагрузки
	5	GF Ошибка заземления
	6	OC Перегрузка по току
	7	OV Перегрузка по напряжению
	8	OH Перегрев преобразователя
	9	OH1 Перегрев преобразователя
	A	OL1 Перегрузка двигателя
	B	OL2 Перегрузка преобразователя
	C	OL3 Перегрузка по моменту 1
	D	OL4 Перегрузка по моменту 2
	E	RR Неисправность тормозного транзистора
	F	RH Перегрев тормозного резистора
0015h		Основные неисправности 2
	0	EF3 Внешняя неисправность (клемма 3)
	1	EF4 Внешняя неисправность (клемма 4)
	2	EF5 Внешняя неисправность (клемма 5)
	3	EF6 Внешняя неисправность (клемма 6)
	4	EF7 Внешняя неисправность (клемма 7)
	5	EF8 Внешняя неисправность (клемма 8)
	6	FAN Неисправность вентилятора
	7	OS Перегрузка по скорости
	8	DEV Недопустимое отклонение по скорости
	9	PGO Обрыв цепи импульсного датчика
	A	PF Обрыв фазы на входе
	B	LF Обрыв фазы на выходе
	C	Не используется
	D	OPR Обрыв цепей пульта управления
	E	ERR Ошибка записи данных в ПЗУ
	F	Не используется
0016h		Основные неисправности 3 (Ошибки обмена данными с ПЧ)
	0	CE Ошибка передачи данных по MODBUS
	1-3	Не используются
	4	CF Неисправность управления
	5	SVE Ноль сервопривода
	6-F	Не используется
0017h		CPF

Адрес регистра	(Бит)	Состояние ПЧ
	0	Не используется
	1	Не используется
	2	CPF02
	3	CPF03
	4	CPF04
	5	CPF05
	6	CPF06
	7-F	Не используются
0018h	CPF	
	0	CPF20
	1	CPF21
	2	CPF22
	3	CPF23
	4-F	Не используются
0019h	Индикация неисправностей 1	
	0	UV Пониженное напряжение
	1	OV Повышенное напряжение
	2	OH Перегрев преобразователя
	3	OH2 Предупреждение о перегреве преобразователя
	4	OL3 Перегрузка по моменту 1
	5	OL4 Перегрузка по моменту 2
	6	EF Неисправность цепи 2-проводного управления
	7	BB Неисправность основного блока
	8	EF3 Внешняя неисправность (клемма 3)
	9	EF4 Внешняя неисправность (клемма 4)
	A	EF5 Внешняя неисправность (клемма 5)
	B	EF6 Внешняя неисправность (клемма 6)
	C	EF7 Внешняя неисправность (клемма 7)
	D	EF8 Внешняя неисправность (клемма 8)
	E	FAN Неисправность вентилятора
	F	OS Перегрузка по скорости
001Ah	Индикация неисправностей 2	
	0	DEV Недопустимое отклонение по скорости
	1	PGO Обрыв цепи импульсного датчика
	2	OPR Обрыв цепей пульта управления
	3	CE Ошибка передачи данных по MODBUS
	4	Не используется
	5	Не используется
	6	OL1 Перегрузка двигателя
	7	OL2 Перегрузка преобразователя
	8-F	Не используются

## 5. Адреса регистров констант ПЧ

### 5.1. Константы монитора

Наименование функции	Состояние дисплея пульта управления	Адрес регистра	Номер константы	Наименование константы	Точность определения
Монитор	Опорная Частота	0020h	U1-01	Опорная частота* <sup>1</sup>	0,01 Гц
	Вых Частота	0021h	U1-02	Выходная частота* <sup>1</sup>	0,01 Гц
	Вых Ток	0022h	U1-03	Выходной ток* <sup>3</sup>	0,1 А
	Реж Раб	0023h	U1-04	Режим работы	—
	Скор Двиг	0024h	U1-05	Скорость электродвигателя	0,01 Гц
	Вых Напр	0025h	U1-06	Выходное напряжение	0,1 В
	Напр Пост Ток	0026h	U1-07	Напряжение шины постоянного тока	1 В
	Вых Мощность	0027h	U1-08	Выходная мощность	0,1 кВт
	Опорн Мом	0028h	U1-09	Опорная величина крутящего момента (внутреннего)	0,1 %
	Сост Вход Сигн	0029h	U1-10	Состояние входных клемм	—
	Сост Вых Сигн	002Ah	U1-11	Состояние выходных клемм	—
	Раб Сост	002Bh	U1-12	Рабочее состояние внутреннего управления	—
	Общ Время Раб	002Ch	U1-13	Полное время управления	1 ч
	Прогр Обеспеч	002Dh	U1-14	Версия программы	
	Напр 13	002Eh	U1-15	Напряжение на клемме 13	0,1%
	Напр 14	002Fh	U1-16	Напряжение на клемме 14	0,1%
	Напр 16	0030h	U1-17	Напряжение на клемме 16	0,1%
	Ток двиг SEC	0031h	U1-18	Ток двигателя Iq	
	Ток двиг EXC	0032h	U1-19	Ток двигателя Id	
	Выход SFS	0033h	U1-20	Выходная частота после плавного пуска	0,01Гц
	Вход Рег Скор	0034h	U1-21	Вход регулятора скорости	0,01%
	Вых Рег Скор	0035h	U1-22	Выход регулятора скорости	0,01%
	Дев Скор	0036h	U1-23	Девияция скорости	0,01%
	ОС ПИД-рег	0037h	U1-24	Обратная связь ПИД –регулятора	0,01%
	Сост Вход	0038h	U1-25	Состояние входа	

Наименование функции	Состояние дисплея пульта управления	Адрес регистра	Номер константы	Наименование константы	Точность определения
				D1-16H	
	Опорн Напр (Vq)	0039h	U1-26	Выходное напряжение Vq	
	Опорн Напр (Vd)	003Ah	U1-27	Выходное напряжение Vd	
	NO Прогр Обеспеч	003Bh	U1-28	Версия программы ЦПУ	
	Выход ACR (q)	003Dh	U1-32	Выход ACR по оси q	
	Выход ACR (d)	003Eh	U1-33	Выход ACR по оси d	
	OPE Контроль	003Fh	U1-34	Определение OPE	
Значения уставок при ошибке	Тек Ошибка	0080h	U2-01	Текущая неисправность	—
	Послед Ошибка	0081h	U2-02	Последняя неисправность	—
	Опорная Частота	0082h	U2-03	Опорная частота при неисправности	0,01 Гц
	Вых Частота	0083h	U2-04	Выходная частота при неисправности	0,01 Гц
	Вых Ток	0084h	U2-05	Выходной ток при неисправности	0,1 %
	Скор Двиг	0085h	U2-06	Скорость электродвигателя при неисправности	0,01 Гц
	Вых Напр	0086h	U2-07	Выходное напряжение при неисправности	0,1 В
	Напр Пост Ток	0087h	U2-08	Напряжение шины постоянного тока при неисправности	1 В
	Вых Мощность	0088h	U2-09	Выходная мощность при неисправности	0,1 кВт
	Опорн Мом	0089h	U2-10	Опорный крутящий момент при неисправности	0,1 %
	Сост Вход Сигн	008Ah	U2-11	Состояние входных клемм при неисправности	—
	Сост Вых Сигн	008Bh	U2-12	Состояние выходных клемм при неисправности	—
	Раб Сост	008Ch	U2-13	Рабочее состояние режима управления при неисправности	—



Наименование функции	Состояние дисплея пульта управления	Адрес регистра	Номер константы	Наименование константы	Точность определения
	Общ Время Раб	008Dh	U2-14	Полное время управления при неисправности	1 ч
Запись ошибок	Послед Ошибка	0090h	U3-01	Самая последняя неисправность* <sup>3</sup>	—
	Ошибка 2	0091h	U3-02	Вторая наиболее недавняя неисправность	—
	Ошибка 3	0092h	U3-03	Третья наиболее недавняя неисправность	—
	Ошибка 4	0093h	U3-04	Четвертая (старейшая) неисправность	—
	Врем до Ошибк 1	0094h	U3-05	Полное время управления при неисправности	1 ч
	Врем до Ошибк 2	0095h	U3-06	Накопленное время второй неисправн.	1 ч
	Врем до Ошибк 3	0096h	U3-07	Накопленное время третьей неисправн.	1 ч
	Врем до Ошибк 4	0097h	U3-08	Накопленное время четвертой (старейшей) неисправности	1 ч

Примечания:

\*1. См. Примечание \*2 к пункту 4.1.

\*2. В случае если происходит новая (пятая) неисправность, данные о «старейшей» неисправности (U3-04) теряются. Пятая неисправность становится «самой последней» U3-01, а все ранее произошедшие неисправности сдвигаются на одну ступень.

\*3. Выходной ток вычисляется по формуле:

$$I_{\text{вых}} = (\text{Содержимое регистра } 0022) * 4 * I_{\text{gain}} / 655360,$$

где: **I<sub>вых</sub>** - выходной ток в амперах,

**I<sub>gain</sub>** - коэффициент, зависящий от мощности ПЧ, берется из таблицы:

Мощность ПЧ, кВт	Константа O2-04	Igain
0,75	21	68
1,5	22	97
2,2	23	123
3,7	24	160
5,5	26	279
7,5	27	361
11	28	543
15	29	676
18,5	2A	822
22	2B	964
30	2C	1300
37	2D	1600
45	2E	1922
55	2F	2554
75	30	3272
93	31	3864
110	32	4494
132	32	5460
160	34	6000
185	35	6794
220	36	9002
315	37	12195

Пример.

Преобразователь частоты мощностью 7,5 кВт, для него I<sub>gain</sub>=361.

Из регистра 0022 считано число 0BE5h (или десятичное значение 3045).

Выходной ток равен:  $3045 * 4 * 361 / 655360 = 6,7A$ .

### 5.1. Константы ПЧ

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0180h	B1-01	Выбор опорного сигнала для задания частоты	от 0 до 3	1	0: Пульт управл. 1: Клемма 2: Последов.порт 3: Доп. Плата
0181h	B1-02	Выбор источника управления вращением (ПУСК/СТОП)	от 0 до 3	1	0: Пульт управл. 1: Клемма 2: Последов.порт 3: Доп. Плата
0182h	B1-03	Выбор способа останова	от 0 до 3	0	0: Плавный останов 1: Инерционный останов 2: Останов с тормож. постоянным током 3: Инерционный с таймером
0183h	B1-04	Запрет обратного вращения (реверса)	от 0 до 1	0	0: Обратное вращение возможно 1: Обратное вращение невозможно
0184h	B1-05	Работа при выборе частоты нулевой скорости E1-09	от 0 до 3	0	0: Работа на заданной частоте 1: Останов 2: Работа на мин. частоте 3: Работа на нулевой скорости
0185h	B1-06	Двойное чтение входного сигнала	0 1	1	2 мс – 2 раза 5 мс – 2 раза
0186h	B1-07	Действие после переключения в дистанционный режим	0 1		Игнорируются сигналы, введенные во время переключения Выполняются немедленно после переключения
0187h	B2-01	Частота включения постоянного тока торможения		0.5Гц	
0188h	B2-02	Уровень тока торможения (по отношению к номинальному току)	0~100	50%	
0189h	B2-03	Время торможения постоянным током при пуске	0.00~10.00	0,00с	
018Ah	B2-04	Время торможения постоянным током при останове	0.00~10.00	0,50с	
018Eh	B3-01	Определение скорости при пуске	0, 1	0	
018Fh	B3-02	Рабочий ток при определении скорости	0~200	150%	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0190h	B3-03	Время замедления при определении скорости	0.1~ 10.0	2,0с	
0192h	B4-01	Задержка при включении	0.0~ 300.0	0,0с	
0193h	B4-02	Задержка при выключении	0.0~ 300.0	0,0с	
0194h	B5-01	ПИД-регулирование (управление с обратной связью)	0,1, 2	0	
0195h	B5-02	Пропорциональный коэффициент	0.00~ 10.00	1,00	
0196h	B5-03	Интегральная постоянная	0.0~ 300.0	1,0	
0197h	B5-04	Ограничение интегральной постоянной	0.0~ 100.0	100,0	
0198h	B5-05	Дифференциальная постоянная	0.00~ 10.00	0,00	
0199h	B5-06	Ограничение ПИД-регулятора	0.0~ 100.0	100,0	
019Ah	B5-07	Настройка ПИД-компенсации	-100.0 ~ 100.0	0,0	
019Bh	B5-08	Начальная задержка ПИД-регулятора	0.00~ 10.00	0,00	
019Ch	B6-01	Частота паузы при пуске	0.0~ 400.0	0,0	
019Dh	B6-02	Длительность паузы при пуске	0.0~ 10.0	0,0	
019Eh	B6-03	Частота паузы при останове	0.0~ 400.0	0,0	
019Fh	B6-04	Длительность паузы при останове	0.0~ 10.0	0,0	
01A0h	B7-01	Коэффициент управления снижением	0.00~ 1.00	0,00	
01A1h	B7-02	Время задержки реакции на снижение	0.00~ 1.00	0,00	
01A2h	B8-01	Коэффициент сохранения энергии	0~100	80	
01A3h	B8-02	Частота сохранения энергии	0.0~ 400.0	0,0	
01A4h	B9-01	Коэффициент сервопривода	0~100	5	
01A5h	B9-02	Диапазон согласования	0~ 16383	10	
0200h	C1-01	Время разгона 1	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0201h	C1-02	Время торможения 1	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0202h	C1-03	Время разгона 2	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0203h	C1-04	Время торможения 2	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0204h	C1-05	Время разгона 3	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0205h	C1-06	Время торможения 3	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0206h	C1-07	Время разгона 4	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0207h	C1-08	Время торможения 4	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0208h	C1-09	Время аварийного останова	от 0 до 6000.0 с	10.0 с	
0209h	C1-10	Единицы установки времени разгона / торможения	от 0 до 6000.0 с	1	
020Ah	C1-11	Частота переключения времени разгона / торможения	от 0 до 6000.0 с	0,00	
020Bh	C2-01	Время S-кривой характеристики в начале разгона	от 0 до 6000.0 с	0,20	
020Ch	C2-02	Время S-кривой характеристики в конце разгона	от 0 до 6000.0 с	0,20	
020Dh	C2-03	Время S-кривой характеристики в начале торможения	от 0 до 6000.0 с	0,20	
020Eh	C2-04	Время S-кривой характеристики в конце торможения	от 0 до 6000.0 с	0,00	
020Fh	C3-01	Коэффициент компенсации скольжения	0.0~ 2.5	1,0	
0210h	C3-02	Начальная задержка компенсации скольжения	0~ 10000	200	
0211h	C3-03	Ограничение компенсации скольжения	0~ 250	200	
0212h	C3-04	Компенсация скольжения в генераторном режиме	0,1	0	
0213h	C4-01	Коэффициент компенсации момента	0.00~ 2.50	1,00	
0214h	C4-02	Постоянная времени компенсации момента	0~ 10000	20	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0215h	C5-01	Пропорциональный коэффициент 1 регулятора скорости	0.00~300.00	20,00	
0216h	C5-02	Интегральная постоянная 1 регулятора скорости	0.000~10.000	0,500	
0217h	C5-03	Пропорциональный коэффициент 2 регулятора скорости	0.00~300.00	20,00	
0218h	C5-04	Интегральная постоянная 2 регулятора скорости	0.000~10.000	0,500	
0219h	C5-05	Ограничение регулятора скорости	0,0~ 20.0	5,0	
021Ah	C5-06	Начальная задержка регулятора скорости	0.000~0.500	0,004	
021Bh	C5-07	Частота включения регулятора скорости	0.0~ 400.0	0,0	
021Ch	C6-01	Верхний предел несущей частоты	от 0.4 до 15.0 кГц	15.0 кГц	
021Dh	C6-02	Нижний предел несущей частоты	0.4~ 15.0	15,0	
021Eh	C6-03	Пропорциональный коэффициент несущей частоты	00~99	00	
021Fh	C7-01	Предотвращение вибраций	0, 1	1	
0220h	C7-02	Коэффициент предотвращения вибраций	0.00~ 2.50	1,00	
022Ah	C8-08	Коэффициент регулятора	0,00 ~10,00	1,00	
022Bh	C8-09	Постоянная времени регулятора	0~1000	50	
0240h	C8-30	Настройка несущей частоты	0,1,2	2	
0280h	D1-01	Опорная частота 1	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0281h	D1-02	Опорная частота 2	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0282h	D1-03	Опорная частота 3	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0283h	D1-04	Опорная частота 4	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0284h	D1-05	Опорная частота 5	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0285h	D1-06	Опорная частота 6	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0286h	D1-07	Опорная частота 7	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0287h	D1-08	Опорная частота 8	От 0 до 400.00 Гц	0.0 Гц	
0288h	D1-09	Опорная частота медленного (шагового) вращения	От 0 до 400.00 Гц	6.0 Гц	
0289h	D2-01	Верх. предел опорной частоты	От 0.0 до 100.0 %	100.0 %	
028Ah	D2-02	Нижн. предел опорной частоты	От 0.0 до 100.0 %	0.0 %	
028Bh	D3-01	Устан. Част. Перескока 1	от 0.0 до 400.0 Гц	0.0 Гц	
028Ch	D3-02	Устан. Част. Перескока 2	от 0.0 до 400.0 Гц	0.0 Гц	
028Dh	D3-03	Устан. Част. Перескока 3	от 0.0 до 400.0 Гц	0.0 Гц	
028Eh	D3-04	Ширина диапазона перескока	от 0.0 до 20.0 Гц	1.0 Гц	
028Fh	D4-01	Захват частоты	0, 1	0	
0290h	D4-02	Ограничения скорости	0-100%		
0291h	D5-01	Выбор управления скоростью/моментом	0, 1	0	
0292h	D5-02	Задержка задания тока	0~1000	0	
0293h	D5-03	Выбор способа ограничения скорости	1, 2	1	
0294h	D5-04	Уровень ограничения скорости	-120~ +120	0	
0295h	D5-05	Смещение ограничения скорости	0~120	10	
0296h	D5-06	Время переключения управления скоростью / моментом	0~ 1000	0	
0300h	E1-01	Входное напряжение	от 310 до 510 В	380	
0301h	E1-02	Тип охлаждения двигателя	0 или 1	0	
0302h	E1-03	Характеристика U/f	от 00 до 0F	0F	
0303h	E1-04	Максимальн. вых. частота	от 50.0 до 400.0 Гц	50.0 Гц	
0304h	E1-05	Максимальное напряжение	от 0.0 до 510.0 В	380.0 В	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0305h	E1-06	Базовая частота	от 0.0 до 400.0 Гц	50.0 Гц	
0306h	E1-07	Средняя выходн. частота	от 0.0 до 400.0 Гц	3.0 Гц	
0307h	E1-08	Среднее вых. напряжение	от 0.0 до 510.0 В	20.0 В	
0308h	E1-09	Минималн. Вых. частота	от 0.0 до 400.0 Гц	0.5 Гц	
0309h	E1-10	Минимальное напряжение	от 0.0 до 510.0 В	3.4 В	
030Ah	E1-11	Средняя выходная частота В	0.0~ 400.0	0,0	
030Bh	E1-12	Напряжение при средней выходной частоте В	0.0~ 460.0	0,0	
030Ch	E1-13	Базовое напряжение	0.0~ 460.0	0,0	
030Eh	E2-01	Номинальный ток электродвигателя	от 0.00 до 1500 А		
020Fh	E2-02	Номинальное скольжение электродвигателя.	от 0.00 до 20.00 Гц		
0310h	E2-03	Ток электродвигателя без нагрузки	от 0.00 до 1500 А		
0311h	E2-04	Число полюсов электродвигателя	от 2 до 48	4	
0312h	E2-05	Сопротивление фазы двигателя	0.000~ 65.000		
0313h	E2-06	Индуктивность потерь двигателя	0.0~ 30.0		
0314h	E2-07	Коэффициент 1 насыщения стали двигателя	0.00~ 0.50	0.50	
0315h	E2-08	Коэффициент 2 насыщения стали двигателя	0.00~ 0.75	0.75	
0316h	E2-09	Механические потери двигателя	0.0~ 10.0	0.0	
0317h	E3-01	Выбор режима работы 2-го двигателя	0~3	2	
0318h	E4-01	Максимальная выходная частота 2-го двигателя	50.0~ 400.0	50,0	
0319h	E4-02	Максимальное выходное напряжение 2-го двигателя	0,0 – 460,0	380,0	



Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
031Ah	E4-03	Частота при максимальном напряжении 2-го двигателя (базовая частота)	0.0~ 400.0	50.0	
031Bh	E4-04	Средняя выходная частота 2-го двигателя	0.0~ 400.0	3.0	
031Ch	E4-05	Напряжение при средней выходной частоте 2-го двигателя	0.0~ 460.0	10.0	
031Dh	E4-06	Минимальная выходная частота 2-го двигателя	0.0~ 400.0	0.5	
031Eh	E4-07	Напряжение при минимальной выходной частоте 2-го двигателя	0.0~ 460.0	1.7	
031Fh	E5-01	Номинальный ток 2-го двигателя	0.00~ 1500.0		
0320h	E5-02	Номинальное скольжение 2-го двигателя	0.00~ 20.00		
0321h	E5-03	Ток холостого хода 2-го двигателя	0.00~ 1500.0		
0322h	E5-04	Число полюсов 2-го двигателя	2~48	4	
0323h	E5-05	Сопротивление фазы 2-го двигателя	0.000~ 65.000		
0324h	E5-06	Индуктивность потерь 2-го двигателя	0.0~ 30.0		
0380h	F1-01	Постоянная ИД	от 0 до 80000	600	
0381h	F1-02	Работа при обрыве связи	от 0 до 3	1	
0382h	F1-03	Работа при превышении скорости	от 0 до 3	1	
0383h	F1-04	Работа при отклонении скорости	от 0 до 3	3	
0384h	F1-05	Направление вращения ИД	0 или 1	0	
0385h	F1-06	Коэф. деления ИД	от 1 до 132	1	
0386h	F1-07	Интегрирование при разгоне/торможении	0 или 1	0	
0387h	F1-08	Уровень определения превышения скорости	0~120	115	
0388h	F1-09	Задержка определения превышения скорости	0.0~2.0	0.0	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0389h	F1-10	Уровень определения чрезмерной вибрации	0~50	10	
038Ah	F1-11	Задержка определения чрезмерной вибрации	0.0~ 10.0	0.5	
038Bh	F1-12	Количество зубцов 1-го уровня ИД	0~ 1000	0	
038Ch	F1-13	Количество зубцов 2-го уровня ИД	0~ 1000	0	
038Dh	F2-01	Биполярный или однополярный вход	0 или 1	0	
038Eh	F3-01	Вариант входа	от 0 до 7	0	
038Fh	F4-01	Индикация канала 1	от 1 до 31	2	
0390h	F4-02	Коэффициент канала 1	от 0,00 до 2,50	1,00	
0391h	F4-03	Индикация канала 2	от 1 до 31	3	
0392h	F4-04	Коэффициент канала 2	от 0,00 до 2,50	0,50	
0393h	F5-01	Выход канала 1	от 00 до FF	0	
0394h	F5-02	Выход канала 2	от 00 до FF	1	
0395h	F6-01	Режим выхода	от 0 до 2	0	
0396h	F7-01	Умножение частоты	от 0 до 4	0	
0400h	H1-01	Многофункц. вход (клемма 3)	от 00 до FF	24	
0401h	H1-02	Многофункц. вход (клемма 4)	от 00 до FF	14	
0402h	H1-03	Многофункц. вход (клемма 5)	от 00 до FF	3	
0403h	H1-04	Многофункц. вход (клемма 6)	от 00 до FF	4	
0404h	H1-05	Многофункц. вход (клемма 7)	от 00 до FF	6	
0405h	H1-06	Многофункц. вход (клемма 8)	от 00 до FF	8	
0406h	H2-01	Многофункц. выход (клеммы 9-10)	от 00 до FF	0	
0407h	H2-02	Многофункц. выход (клеммы 25 - 27)	от 00 до FF	1	
0408h	H2-03	Многофункц. выход (клеммы 26 -27)	от 00 до FF	2	
0409h	H3-01	Выбор уровня сигнала клеммы 13	0/1	0	0: 0-10 В пост. тока 1: -10... +10 В пост. тока
040Ah	H3-02	Коэффициент клеммы 13	от 0.0 до 1000.0 %	100.0 %	
040Bh	H3-03	Смещение клеммы 13	от -100.0 до 100.0%	0.0 %	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
040Ch	H3-04	Выбор уровня сигнала клеммы 16	0/1	0	0: 0-10 В пост. тока 1: -10... +10 В пост. тока
040Dh	H3-05	Выбор функции аналогового входа клеммы 16	от 0 до 1F	0	
040Eh	H3-06	Коэффициент клеммы 16	от 0.0 до 1000.0 %	100.0 %	
040Fh	H3-07	Смещение клеммы 16	от -100.0 до 100.0%	0.0 %	
0410h	H3-08	Выбор уровня сигнала клеммы 14 (уровень клеммы 14)	0, 1, 2	2	
0411h	H3-09	Многофункциональный аналоговый вход (клемма 14)	0~1F	1F	
0412h	H3-10	Коэффициент усиления клеммы 14 (клемма 14)	0.0~ 100.0	100.0	
0413h	H3-11	Смещение клеммы 14 (смещение клеммы 14)	-100.0~ +100.0	0.0	
0414h	H3-12	Постоянная времени фильтра аналогового входа	0.00~ 2.00	0.00	
0415h	H4-01	Выбор функции клеммы 21	от 1 до 31	2	
0416h	H4-02	Коэффициент клеммы 21	от 0 до 2.50	1.00	
0417h	H4-03	Смещение клеммы 21	от -10 до +10.0 %	0.0 %	
0418h	H4-04	Выбор функции клеммы 23	от 1 до 31	3	
0419h	H4-05	Коэффициент усиления клеммы 23 (коэффициент клеммы 23)	0.00~ 2.50	0.50	
041Ah	H4-06	Смещение клеммы 23 (смещение клеммы 23)	-10.0 ~ +10.0	0.0	
041Bh	H4-07	Выбор уровня выходного аналогового сигнала (уровень аналогового выхода)	0, 1	0	
041Ch	H5-01	Адрес станции	0~1F	1F	
041Dh	H5-02	Выбор скорости обмена	0~3	3	
041Eh	H5-03	Выбор четности	0, 1, 2	0	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
041Fh	H5-04	Способ останова при ошибке связи	0~3	3	
0420h	H5-05	Определение ошибки связи	0~1	1	
0480h	L1-01	Выбор защиты электродвигателя	0, 1	0	0: невозможна 1: возможна
0481h	L1-02	Постоянная времени защиты электродвигателя	0,1~5,0	1	
0482h	L2-01	Определение кратковременного прекращения подачи питания	от 0 до 2	0	0: Невозможно 1: Возможно 2: Интеллектуальн.
0483h	L2-02	Время игнорирования потери подачи питания	от 0.0 до 2.0 с	X	
0484h	L2-03	Минимальное системное время	0.0~ 5.0		
0485h	L2-04	Время поддержания напряжения	0.0~ 2.0	0.3	
0486h	L2-05	Уровень определения пониженного входного напряжения	300~ 420	380	
0487h	L2-06	Уровень торможения КЕВ			
0488h	L3-01	Выбор предотвращения срыва во время ускорения (разгона)	от 0 до 2	1	0: Невозможно 1: Основная уставка 2: Усовершенств.
0489h	L3-02	Уровень предотвращ. срыва во время ускорения (разгона)	от 0 до 200 %	170 %	
048Ah	L3-03	Ограничение предотвращения срыва при ускорении (разгоне)	0~100	100	
048Bh	L3-04	Выбор предотвращения срыва во время торможения	от 0 до 2	1	0: Невозможно 1: Основная уставка 2: Усовершенств.
048Ch	L3-05	Выбор предотвращения срыва во время вращения (работы)	от 0 до 2	1	0: Невозможно 1: Время тормож. 2: Время тормож.
048Dh	L3-06	Уровень предотвращения срыва во время вращения (работы)	от 0 до 200 %	160.0 %	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0490h	L4-01	Уровень определения скорости	0,0~400,0	0,0	
0491h	L4-02	Диапазон определения скорости	0,0~20,0	2,0	
0492h	L4-03	Уровень определения скорости (+/-)	0.0~ ±400.0	0	
0493h	L4-04	Ширина диапазона определения скорости (+/-)	0.0~ 20.0	0	
0494h	L4-05	Работа при отсутствии задания частоты	0, 1	0	0: Останов 1: Работа на уровне задания 80%
0495h	L5-01	Количество попыток автоматического повторного перезапуска	от 0 до 10	0	
0496h	L5-02	Выбор автоматического повторного пуска	0/1	0	0: реле неисправ. не вкл 1: Реле неисправ. вкл
0498h	L6-01	Выбор работы при определении крутящего момента	от 0 до 4	0	0: Невозможно 1: Сигнал достиг. скорости 2: Сигнал «Вращение» 3: Сигн. скорост. при неисправ. 4: Сигн. Вращ. при неисправ.
0499h	L6-02	Уровень определения момента	от 0 до 300 %	160 %	
049Ah	L6-03	Время определения момента	от 0.0 до 10.0 с	0.1 с	
049Bh	L6-04	Выбор определения момента 2	0~4	0	0: Невозможно 1: Сигнал достиг. скорости 2: Сигнал «Вращение» 3: Сигн. скорост. при неисправ. 4: Сигн. Вращ. при неисправ.
049Ch	L6-05	Уровень определения момента 2	0~300	150	
049Dh	L6-06	Время определения момента 2	0.0~ 10.0	0.1	
049Eh	L7-01	Ограничение крутящего момента при вращении вперед	от 0 до 300 %	200 %	
049Fh	L7-02	Ограничение крутящего момента при вращении назад	от 0 до 300 %	200 %	

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
04A0h	L7-03	Ограничение генераторного момента при вращении вперед	от 0 до 300 %	10 %	
04A1h	L7-04	Ограничение генераторного момента при вращении назад	от 0 до 300 %	10 %	
04A4h	L8-01	Выбор защиты внутреннего резистора динамического торможения	0/1	0	0: Не обеспечивается 1: Обеспечив.
04A5h	L8-02	Уровень предварительного сигнала о перегреве	50 ~ 110	95°	
04A6h	L8-03	Выбор работы после предварительного сигнала перегрева	0~3	3	0: Плавный останов 1: Выбег 2: Быстрый останов 3: Только сигнал
04A8h	L8-05	Защита от обрыва фазы на входе	0, 1	0	0: отключена 1: включена
04AAh	L8-07	Защита от обрыва фазы на выходе	0, 1	0	0: отключена 1: включена
04ADh	L8-10	Определение утечки в цепи заземления	0, 1	1	0: невозможно 1: возможно
0500h	O1-01	Выбор 4-го индицируемого параметра во время вращения двигателя	4~35	8	
0501h	O1-02	Выбор индицируемого параметра после включения питания	1~4	1	1: Опорная частота 2: Выходная частота 3: Выходной ток 4: Параметр O1-01
0502h	O1-03	Единицы скорости для задания и индикации	0~ 39999	0	
0503h	O1-04	Единицы частоты при установке констант E1-04, -06, -07, -09	0, 1	0	0: Гц 1: об/мин
0504h	O1-05	Выбор индикации номера константы	0, 1	0	0: Обычный номер 1: По адресу MODBUS
0505h	O2-01	Использование клавиши МЕСТН/ДИСТАНЦ	0, 1	1	0: запрещено 1: разрешено
0506h	O2-02	Клавиша СТОП при внешнем управлении	0, 1	1	0: не действует 1: действует

Адрес регистра	№ константы	Наименование константы	Диапазон уставок	Завод. уставка	Выбор уставки
0507h	O2-03	Начальное значение констант пользователя	0, 1, 2	0	0: Не изменяются 1: Запоминаются по умолчанию 2: Очистить
0508h	O2-04	Установка номинальной мощности преобразователя	0~FF	-	Заводская установка зависит от мощности преобразователя
0509h	O2-05	Запись частоты при задании от пульта управления без нажатия кнопки ВВОД	0, 1	0	0: Невозможна 1: Возможна
050Ah	O2-06	Выбор работы при отключении (нарушении связи) пульта управления	0, 1	0	0: Работа продолжается. 1: Останов выбегом с выдачей ошибки OPR.
050Bh	O2-07	Общее время работы	0~ 85535	-	
050Ch	O2-08	Выбор общего времени работы	0, 1	0	0: Время включения в сеть 1: Время вращения двигателя

## 6. Сообщения об ошибках

Коды ошибок	Содержание
01h	<u>Ошибка кода операции</u> - код операции, формируемый PLC, не равен 01h, 08h или 10h.
02h	<u>Ошибка номера регистра (не существующий регистр)</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 CPF03 из PLC вводится значение констант не соответствующих A1-00, E1-03 и O2-04 - ввод данных в регистры, не предназначенные для записи.
23h	<u>Ввод данных при пониженном напряжении источника питания</u> - данные или команды вводятся в ПЧ при пониженном напряжении источника питания.
24h	<u>Ввод данных во время, когда ПЧ занят другим процессом</u> - ввод данных во время, когда в ПЧ производится запись информации.

## 7. Примеры программирования MODBUS-сообщений.

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

Пример: чтение трех регистров с адресами 0101H – 0103H из ПЧ № 02H.

Команды из PLC (или PC)

Адрес ПЧ		02h
Код операции - чтение		03h
Адрес начального регистра	СБР байт регистра (СБР)	01h
	МБР байт регистра (МБР)	01h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	03h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	55h
	МБР	C4h

Ответ из ПЧ при отсутствии ошибок

Адрес ПЧ		02h
Код операции		03h
Данные (контроль линии связи)		08h
Содержимое первого регистра	СБР	00h
	МБР	02h
Содержимое следующего регистра	СБР	00h
	МБР	00h
Содержимое последнего регистра	СБР	00h
	МБР	00h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	A3h
	МБР	85h

Считана следующая информация о состоянии ПЧ:

По адресу 0101h → A1-01 (Уровень доступа) - Быстрый пуск (0002)

По адресу 0102h → A1-02 (Режим работы) – Управление U/f (0000)

По адресу 0103h → A1-03 (Инициализация) - (0000)

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 (код операции 10h)

Пример: запись в регистры с адресами 0280h – 0281h в ПЧ №1 - установка D1-01 = 6 (опорная частота 1 = 6 Гц), D1-02 = 5 (опорная частота 2 = 5 Гц).

Команды из PLC (или PC)

Адрес ПЧ		01h
Код операции – запись		10h
Адрес начального регистра	СБР байт регистра (СБР)	02h
	МБР байт регистра (МБР)	80h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	02h

Объем данных (количество байт)		04h
Данные (начало)	СБР байт регистра (СБР)	02h
	МБР байт регистра (МБР)	58h
Данные (продолжение)	СБР	01h
	МБР	F4h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	62h
	МБР	D3h

Ответ из ПЧ при отсутствии ошибок

Адрес ПЧ		01h
Код операции		10h
Адрес начального регистра	СБР	02h
	МБР	80h
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	02h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	41h
	МБР	98h

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. Если указан код адреса устройства 00H, ПЧ выполняют команды без формирования ответного сообщения.

#### 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)	FFh
	МБР байт регистра (МБР)	FDh
Количество регистров	СБР	00h
	МБР	01h
Данные (количество байт)		02h
Команда «ВВОД»	СБР байт регистра (СБР)	00h
	МБР байт регистра (МБР)	00h
CRC-16 контрольная сумма	СБР	BCh
	МБР	B2h



### 7.5.2. Пуск двигателя:

Посылка данных в ПЧ №5 > 05 10 0000 0001 02 0001 5550

адрес ПЧ

код операции

начальный адрес регистра

количество регистров

количество регистров

Команда ПУСК

контрольная сумма CRC

Прием данных < 05 10 0000 0001 004D

Ответное сообщение CRC

### 7.5.3. Останов двигателя:

Посылка данных > 05 10 0000 0001 02 0000 9490

Останов CRC

Прием данных < 01 10 0001 0001 004D

Ответное сообщение CRC

### 7.5.4. Установка в ПЧ №5 фиксированной частоты 1 (константа D1-01) равной 50,0 Гц.

Посылка данных > 05 10 0280 0001 02 1388 A5C6

CRC

Константа D1-01

50,0 Гц

Прием данных < 05 10 0280 0001 001D

Ответное сообщение CRC

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

Посылка данных > 05 10 FFFD 0001 02 0000 8E72

Вводимые данные CRC

Прием данных < 05 10 FFFD 0001 A1A9

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 100 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 (110000000000000101). 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 выполнены 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 состояния ПЧ 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