

**ООО «Новая автоматика»**

302025 Россия, Орловская область, г.Орёл,

Московское шоссе, дом № 137, корпус 4

Тел.: +7 (929) 683-01-28, 8 (804) 333-74-73

E-mail : info-na @ mail.ru

[http:// www.new-automatics.ru](http://www.new-automatics.ru)

**МК4**

**УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ**

**К57.006.00.00.00**

**Описание протокола «Modbus RTU/ASCII»**

***Версия 2.00***

## СОДЕРЖАНИЕ:

1. О документе.....	3
1.1 Содержание документа .....	3
1.2 Ссылки .....	3
1.3 Термины и сокращения.....	3
2. Описание реализации.....	3
2.1 Интерфейс.....	3
2.2 Адреса устройств Modbus .....	3
2.3 Команды.....	3
2.4 Адресация.....	3
2.5 Режим передачи .....	4
3. Описание регистров.....	5
3.1 Чтение состояния дискретных выходов (Read Coils).....	5
3.2 Чтение состояния дискретных входов (Read Discrete Inputs). .....	7
3.3 Регистры задания параметров объекта (Holding Register). .....	10
3.4 Регистры чтения данных объекта (Input Register).....	21
4. Исключительные ситуации .....	28
5. Задержки между пакетами.....	28
6 Генерация контрольной суммы .....	29
6.1 Контрольная сумма LRC.....	29
6.2 Контрольная сумма CRC.....	30

### Что нового:

Добавлены новые регистры 012...018 «Функция универсального реле K1...K7» для команд чтения/записи дискретных выходов (Read/Write Coils).

Изменены значения в регистре 112 «Подключение мешалки».

Добавлены новые значения в регистре 143...145 «Функция универсального реле K8...K10».

Изменены значения в регистре 273, 280, 287, 294 «Выходное реле Таймера 1...4».

Добавлены новые регистры 306...312 «Функция универсального реле K1...K7».

Добавлен новый регистр 476 «Управление реле K1...K10» для команд чтения/записи регистров (Read/Write Input Register).

## 1. О документе

### 1.1 Содержание документа

Документ описывает реализацию протокола Modbus (режим передачи RTU и ASCII) в устройствах управления и защиты трехфазных асинхронных электродвигателей серии МК4 (далее по тексту - контроллер) производства ООО «Новая автоматика». Содержится вся необходимая информация для программистов при подключении контроллеров к SCADA системам или при создании распределенных систем автоматике.

### 1.2 Ссылки

Данный документ ссылается на следующие документы:

1. Modbus Application Protocol Specification v1.1b ([www.modbus.org](http://www.modbus.org))
2. Modbus messaging on TCP/IP implementation Guide Rev 1.0 ([www.modbus.org](http://www.modbus.org))
3. Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0 ([www.modbus.org](http://www.modbus.org))

### 1.3 Термины и сокращения

- RS-232 – стандарт EIA/TIA-232;  
RS-485 – стандарт EIA/TIA-485 Standard.

## 2. Описание реализации

### 2.1 Интерфейс

Контроллер имеет последовательные интерфейсы RS-485 и/или RS-232. Для организации сети из двух и более приборов можно использовать преобразователь интерфейсов 232/485. Интерфейс RS-485 позволяет объединить в сеть до 128 устройств на линии длиной до 1200 м. Контроллер является ведомым (slave) устройством, отвечающим на команды с соответствующим адресом в пакете протокола.

По последовательным интерфейсам поддерживается протокол верхнего уровня Modbus с форматом пакета RTU или ASCII в полном соответствии с документом «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0». Поддерживаются скорости передачи от 2400 бит/с до 256000 бит/с с контролем четности, 7 или 8 бит данных, 1 или 2 стоп-бита. Физический интерфейс, скорость соединения и сетевой адрес задаются при программировании контроллера. Максимальное время ожидания ответа составляет не более 100 мс.

### 2.2 Адреса устройств Modbus

Все устройства серии поддерживают команды Modbus в полном соответствии с синтаксисом запроса и ответа, определенным в документе «Modbus Application Protocol Specification v1.1b». Поддерживаются запросы к конкретным устройствам по их адресам, широковещательный режим не поддерживается. Адрес устройства может быть от 01h до F7h. Диапазон адресов F8h-FFh зарезервирован в стандарте Modbus.

### 2.3 Команды

Микроконтроллер поддерживает следующие команды:

- **01h** Чтение состояния дискретных выходов (Read Coils)
- **02h** Чтение состояния дискретных входов (Read Discrete Inputs)
- **03h** Чтение регистров настройки (Read Holding Registers)
- **04h** Чтение входных регистров (Read Input Register)
- **05h** Установка единичного дискретного выхода (Write Single Coil)
- **06h** Запись регистра настройки (Write Single Register)
- **10h** Запись нескольких регистров настройки (Write Multiple Registers)

Наличие команд 07h, 08h, 0Bh, 0Ch, 0Fh, 11h, 14h, 15h, 16h, 17h, 18h не обязательна. Поддержка конкретным устройством команды из приведенного выше списка отражается отдельно.

### 2.4 Адресация

Адреса запрашиваемых регистров и битов по протоколу Modbus и адреса в памяти устройства имеют однозначное табличное соответствие, но не совпадают. Таблица соответствия адресов задается программистом и должна быть отражена в документации к устройству. По одному интерфейсу может быть доступно не более 32767 байт адресуемых регистров переменных, 32767 байт регистров входов и 8192 байт, доступных через битовых переменные.

Основным способом передачи данных по протоколу Modbus является чтение или запись регистров. Реализация протокола поддерживает как побайтную адресацию, так и пословную. Адресация битовых массивов данных полностью соответствует стандарту Modbus. Максимально возможное количество битов, передаваемых в одном пакете, не может быть более 256.

## 2.5 Режим передачи

В протоколе Modbus существуют два режима передачи. Это ASCII (American Standard Code for Information Interchange) и RTU (Remote Terminal Unit). Режим выбирается пользователем, в зависимости от используемого в сети оборудования. Для каждой сети Modbus должен использоваться только один режим. Использование смешанных режимов в одной сети не допускается.

### Структура кадра сообщения в режиме ASCII

Семибитовый код ASCII был разработан как универсальный код для отображения символов английского языка для телетайпов и является принятым в США стандартом для представления символов английского языка и управляющих символов, например, CR (возврат каретки) и LF (перевод строки). Наименования этих символов сохранились со времен телетайпов и сейчас просто указывает на конец кадра.

Преимуществом данного режима является то, что если в качестве ведомого устройства включить монитор, то можно увидеть на экране понятный человеку отформатированный код, который послан ведущим устройством на экран монитора. На Рисунке 1 показана структура сообщения Modbus в режиме ASCII. Его начало обозначается символом «:»(3Ah), а конец - последовательностью CR/LF (два символа ASCII - 0Dh, 0Ah).

Начало	Адрес устройства	Код функции	Данные	Контрольная сумма (LRC)	Конец
1 символ (:)	2 символа	2 символа	N символов	2 символа	2 символа (CR+LF)

Рисунок 1 Структура кадра сообщения Modbus ASCII

Любой символ ASCII представляется 7 битами. Символы должны быть либо цифрами от 0 до 9, либо буквами от A до F, так как предполагается, что данные представляются в шестнадцатеричном формате, но отображаются в виде символов ASCII. Например, код функции 03 будет отображаться двумя ASCII-символами: «0»(30h) и «3»(33h). То же самое относится и к содержимому поля данных.

Одним из преимуществ режима ASCII является то, что он не предъявляет жестких требований к синхронизации. Допускается временной промежуток между символами до 1 секунды - только по истечении его генерируется сообщение о превышении лимита времени.

### Структура кадра сообщения в режиме RTU

При работе в режиме RTU синхронизация имеет более важное значение, чем в режиме ASCII. В этом варианте специальный начальный символ отсутствует. Вместо этого кадр сообщения начинается с маркерного интервала, длительность которого равна времени передачи четырех символов. После истечения этого интервала передается адрес устройства, затем код функции и собственно данные. Имеются и другие отличия от кадра сообщения в режиме ASCII, как это показано на рис. 2.

Начало	Адрес устройства	Код функции	Данные	Контрольная сумма CRC	Конец
Интервал, равный времени передачи 4-х символов	8 бит	8 бит	N*8 бит	16 бит	Интервал, равный времени передачи 4-х символов

Рис. 2. Структура кадра сообщения Modbus RTU

Вместо контрольной суммы LRC (Longitudinal Redundancy Check - продольный контроль по избыточности) в режиме RTU используется контрольная сумма CRC (Cyclic Redundancy Check - циклический контроль по избыточности). Конец кадра отмечается маркерным интервалом, равным времени передачи четырех символов.

RTU-сообщения должны посылаться в виде непрерывного потока, и появление значительного временного интервала между смежными символами рассматривается как окончание сообщения. Сообщения в этом режиме весьма компактны и более эффективны, чем ASCII, с точки зрения их передачи. Поэтому режим RTU является более популярным.

### 3. Описание регистров.

#### 3.1 Чтение состояния дискретных выходов (Read Coils).

Чтение дискретных выходов производится командой **01 (Read Coils)**.

Функция позволяет пользователю получить статус (1/0) логических ячеек. Широковещательный режим не поддерживается. Помимо полей адреса и функции, сообщение требует, чтобы информационное поле содержало логический адрес первой ячейки и число ячеек, статус которых необходимо получить.

Если возвращаемое количество выходов не кратно восьми, то оставшиеся старшие биты в последнем байте сообщения будут установлены в «0».

Адрес (dec)	Описание	Состояние
000	Двигатель М1	1: Включен 0: Отключен
001	Двигатель М2	
002	Двигатель М3	
003	Мешалка (клапан аэрации)	
004	Устройство плавного пуска (УПП)	
005	Реле универсальное К8	
006	Реле универсальное К9	
007	Реле универсальное К10	
008	Сброс аварии	1 (Включено): команда сброса 0 (Отключено): не влияет
009	Сброс (перезагрузка) контроллера	
010	Постановка объекта на охрану	1 (Включено): команда постановки 0 (Отключено): не влияет
011	Снятие объекта с охраны	1 (Включено): команда снятия 0 (Отключено): не влияет
012	Реле универсальное К1	1: Включено 0: Отключено
013	Реле универсальное К2	
014	Реле универсальное К3	
015	Реле универсальное К4	
016	Реле универсальное К5	
017	Реле универсальное К6	
018	Реле универсальное К7	
019-049	Резерв	

**Примечание** - при чтении выходов по адресам 008 – 011 их значение всегда будет нулевым.

Чтение состояния 8 выходов с адреса 000.

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	01	Функция	01
Начальный адрес старший	00	Счетчик байт	01
Начальный адрес младший	00	Данные выхода 007 - 000	02
Количество выходов старший	00	CRC	D0 49
Количество выходов младший	08		
CRC	3D CC		

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 31	Функция	30 31
Начальный адрес старший	30 30	Счетчик байт	30 31
Начальный адрес младший	30 30	Данные выхода 007 - 000	30 32
Количество выходов старший	30 30	LRC	46 42
Количество выходов младший	30 38	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A
LRC	46 36		
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A		

Статус выходов 007 - 000 = 0x02h = 00000010. Читая слева направо, видим, что выход 001 (Двигатель M2) в состоянии «Включено», остальные в состоянии «Отключено».

Чтение состояние одного выхода по адресу 003 (Мешалка).

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	01	Функция	01
Начальный адрес старший	00	Счетчик байт	01
Начальный адрес младший	03	Данные выхода 003	00
Количество выходов старший	00	CRC	51 88
Количество выходов младший	01		
CRC	0D CA		

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 31	Функция	30 31
Начальный адрес старший	30 30	Счетчик байт	30 31
Начальный адрес младший	30 33	Данные выхода 003	30 30
Количество выходов старший	30 30	LRC	46 44
Количество выходов младший	30 31	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A
LRC	46 41		
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A		

В младшем разряде – состояние бита: 0 (Мешалка отключена), в остальных нули, независимо от их состояния.

При запросе любого единичного выхода в младшем разряде будет его состояние, а в остальных нули.

Установка единичного дискретного выхода производится командой **05h** (Write Single Coil).

Запрос содержит адрес устройства, номер функции, адрес выхода (2 байта) и состояние, в которое его необходимо установить (2 байта).

Значение FF 00 (hex) – состояние «**Включено**», значение 00 00 (hex) – состояние «**Отключено**». Любое другое значение неверно и не влияет на выход.

Запись состояния «Включено» дискретного выхода по адресу 003. Нормальный ответ повторяет запрос.

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	05	Функция	05
Начальный адрес старший	00	Начальный адрес старший	00
Начальный адрес младший	03	Начальный адрес младший	03
Значение выхода старший	FF	Значение выхода старший	FF
Значение выхода младший	00	Значение выхода младший	00
CRC	7C 3A	CRC	7C 3A

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 35	Функция	30 35
Начальный адрес старший	30 30	Начальный адрес старший	30 30
Начальный адрес младший	30 33	Начальный адрес младший	30 33
Значение выхода старший	46 46	Значение выхода старший	46 46
Значение выхода младший	30 30	Значение выхода младший	30 30
LRC	46 38	LRC	46 38
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A

**Примечание:**

Изменение состояния выхода по адресу 000...002 «Сигнал включения двигателя М1...М3» возможно только при режиме работы - «Управление по RS-485». В других режимах попытки записи значений будут игнорироваться.

Изменение состояния выхода по адресу 003 «Мешалка» и 004 «Устройство плавного пуска» невозможно. Их включение/отключение происходит автоматически. Попытки записи значений будут игнорироваться.

Изменение состояния выходов по адресам 005...007 «Реле универсальное К8...К10» возможно только при установке функций каждого реле - «Управляется по RS-485».

Сброс аварии, перезагрузка контроллера, постановка на охрану и снятие объекта с охраны осуществляется записью состояния «Включено» в соответствующие регистры. Значение этих выходов при чтении всегда нулевое.

### 3.2 Чтение состояния дискретных входов (Read Discrete Inputs).

Чтение дискретных входов производится командой **02 (Read Discrete Inputs)**.

Данная функция позволяет пользователю получить состояние («Замкнут» или «Разомкнут») дискретных входов и аварийных битовых сигналов адресуемого контроллера. Широковещательный запрос не поддерживается.

Запрос содержит адрес устройства, номер функции, начальный адрес (2 байта) и количество требуемых входов (2 байта). Статус входов в ответном сообщении передается как один выход на бит.

Если возвращаемое количество входов не кратно восьми, то оставшиеся старшие биты в последнем байте сообщения будут установлены в 0. Счетчик байт содержит количество байт, передаваемых в поле данных.

Адрес (dec)	Описание	Состояние
050	Дискретный вход DI.1	0: вход разомкнут 1: вход замкнут
051	Дискретный вход DI.2	
052	Дискретный вход DI.3	
053	Дискретный вход DI.4	
054	Дискретный вход DI.5	
055	Дискретный вход DI.6	
056	Дискретный вход DI.7	
057	Дискретный вход DI.8	
058	Дискретный вход DI.9	
059	Дискретный вход DI.10	
060	Дискретный вход DI.11	
061	Сигнал неисправности аналогового входа 1	Аварийный сигнал станции  0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
062	Сигнал неисправности аналогового входа 2	
063	Сигнал повышения напряжения	
064	Сигнал понижения напряжения	
065	Сигнал перекоса фаз по напряжению	
066	Сигнал отсутствия питающих напряжений	
067	Резерв	

068	Сигнал повышения тока двигателя М1	Аварийный сигнал М1  0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
069	Сигнал понижения тока двигателя М1	
070	Сигнал перекоса фаз по току двигателя М1	
071	Аварийный сигнал насоса М1	
072	Сигнал о замыкании (утечке) на корпус М1	
073	Перегрев двигателя М1	
074	Резерв	
075	Сигнал повышения тока двигателя М2	Аварийный сигнал М2  0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
076	Сигнал понижения тока двигателя М2	
077	Сигнал перекоса фаз по току двигателя М2	
078	Аварийный сигнал насоса М2	
079	Сигнал о замыкании (утечке) на корпус М2	
080	Перегрев двигателя М2	
081	Резерв	
082	Сигнал повышения тока двигателя М3	Аварийный сигнал М3  0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
083	Сигнал понижения тока двигателя М3	
084	Сигнал перекоса фаз по току двигателя М3	
085	Аварийный сигнал насоса М3	
086	Сигнал о замыкании (утечке) на корпус М3	
087	Перегрев двигателя М3	
088	Резерв	
089-099	Резерв	

Чтение 3 входов с адреса 053.

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	02	Функция	02
Начальный адрес старший	00	Счетчик байт	01
Начальный адрес младший	35	Данные входов 055 – 053	02
Количество входов старший	00	CRC	20 49
Количество входов младший	03		
CRC	28 05		

Статус входов 055 – 053 = 0x02h = 0000 0010.

Читая с нулевого бита, определяем состояние входов 055 – 053.

53 – «0», 54 – «1», 55 – «0», далее идут нули, независимо от состояния входов.

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 32	Функция	30 32
Начальный адрес старший	30 30	Счетчик байт	30 31
Начальный адрес младший	33 35	Данные входов 055 – 053	30 32
Количество входов старший	30 30	LRC	46 41
Количество входов младший	30 33	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A
LRC	43 35		
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A		



Чтение 8 входов с адреса 050.

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	02	Функция	02
Начальный адрес старший	00	Счетчик байт	01
Начальный адрес младший	32	Данные входов 057 – 050	10
Количество входов старший	00	CRC Lo	A0 44
Количество входов младший	08		
CRC	D8 03		

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 32	Функция	30 32
Начальный адрес старший	30 30	Счетчик байт	30 31
Начальный адрес младший	33 32	Данные входов 057 – 050	31 30
Количество входов старший	30 30	LRC	45 43
Количество входов младший	30 38	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A
LRC	43 33		
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A		

Статус входов 057 – 050 = 0x10h = 0001 0000. В младшем бите состояние регистра 050.

Чтение 16 входов с адреса 050.

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	02	Функция	02
Начальный адрес старший	00	Счетчик байт	02
Начальный адрес младший	32	Данные входов 057 – 050	10
Количество входов старший	00	Данные входов 065 – 058	40
Количество входов младший	10	CRC	B5 88
CRC	D8 09		

Статус входов 057 – 050 = 0x10h = 0001 0000. В младшем бите состояние регистра 050.

Статус входов 065 – 058 = 0x40h = 0100 0000. В младшем бите состояние регистра 058.

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 32	Функция	30 32
Начальный адрес старший	30 30	Счетчик байт	30 32
Начальный адрес младший	33 32	Данные входов 057 – 050	31 30
Количество входов старший	30 30	Данные входов 065 – 058	34 30
Количество входов младший	31 30	LRC	41 42
LRC	42 42	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A		

### 3.3 Регистры задания параметров объекта (Holding Register).

Чтение регистров производится командой **03 (Read Holding Register)**.

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров адресуемого контроллера. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Широковещательный режим не допускается.

Адресуемый контроллер посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

Адрес (dec)	Название	Диапазон допустимых значений		
		Тип переменной	Диапазон значений	Реальное значение
100	<b>Команды диагностики. Не использовать!!!</b>			
101	Режим работы	0 – Режим дренажа по датчикам уровня, 1 – Режим налива по датчикам уровня, 2 – Управление по линии связи RS-485.		
102	Рабочих насосов	2 ... 3		
103	Резервный насос	0 – нет, 1 – да.		
104	Уставка Уровня 1 (отключение всех насосов)	int	0 : 10000	0,00 : 100,00
105	Уставка Уровня 2 (включение Насоса 1)		0 : 10000	0,00 : 100,00
106	Уставка Уровня 3 (включение Насоса 2)		0 : 10000	0,00 : 100,00
107	Уставка Уровня 4 (включение Насоса 3)		0 : 10000	0,00 : 100,00
108	Уставка аварийного уровня (перелив)		0 : 10000	0,00 : 100,00
109	Пауза после подачи питания, секунд	char	2:180	
110	Время срабатывания датчиков уровня (антидребезг), секунд		1:90	
111	Чередование насосов M1 ... M3	0 – каждый цикл, 1 – по времени наработки, 2 – фиксированное, M1-M2-M3, 3 – фиксированное, M2-M3-M1, 4 – фиксированное, M3-M1-M2, 5 – через заданное пользователем время.		
112	Подключение мешалки (клапана аэрации)	1 – одно из универсальных реле K1...K10		
113	Включение мешалки (клапана аэрации)	0 – не используется, 1 – по таймеру, 2 – на заданное время одновременно с включением любого из насосов, 3 – по внешнему сигналу на входе DI.x		
114	Таймер мешалки (клапана аэрации): время включенного состояния, минут	int	1:500	
115	Таймер мешалки (клапана аэрации): время отключенного состояния, минут		1:500	
116	Секунды	Часы реального времени (RTC)	char	0:59
117	Минуты			0:59
118	Часы			0:23
119	Дата			1:31
120	Месяц			1:12
121	Год			int

122	Коррекция хода часов реального времени за 10 суток, секунд	char	-100 : +100	
123	Сброс счетчиков моточасов и счетчика количества запусков двигателя М1	20 – сброс		
124	Сброс счетчиков моточасов и счетчика количества запусков двигателя М2			
125	Сброс счетчиков моточасов и счетчика количества запусков двигателя М3			
126	Очистка журнала аварий	30 – очистка журнала		
127	Установка заводских значений	50 – сброс на заводские уставки		
128	Датчики уровня (давления)	0 – дискретные на входах DI.x, 1 – аналоговый dP1 (без резервного), 2 – аналоговый dP2 (без резервного), 3 – аналоговый dP1 (dP2 резервный), 4 – аналоговый dP2 (dP1 резервный)		
129	Датчик аварийного уровня (перелив)	0 – дискретный на входе DI.x, 1 – аналоговый		
130	Тип сигнала аналогового датчика dP1	0 – (0...20мА), 1 – (4...20мА).		
131	Единица измерения сигнала аналогового датчика dP1	0 – метры, 1 – бар, 2 – %		
132	Нижнее значение диапазона аналогового датчика dP1	int	0 : 10000	0,00 : 100,00
133	Верхнее значение диапазона аналогового датчика dP1		0 : 10000	0,00 : 100,00
134	Смещение нулевой точки диапазона аналогового датчика dP1 (глубина колодца)		0 : 10000	0,00 : 100,00
135	Тип сигнала аналогового датчика dP2	0 – (0...20мА), 1 – (4...20мА).		
136	Единица измерения сигнала аналогового датчика dP2	0 – метры, 1 – бар, 2 – %		
137	Нижнее значение диапазона аналогового датчика dP2	int	0 : 10000	0,00 : 100,00
138	Верхнее значение диапазона аналогового датчика dP2		0 : 10000	0,00 : 100,00
139	Смещение нулевой точки диапазона аналогового датчика dP2 (глубина колодца)		0 : 10000	0,00 : 100,00
140	Разрешить работу по внешнему сигналу E.Run	0 – нет, 1 – да.		
141	Разрешить вход внешней аварии E.Error			
142	Использование охранной сигнализации			

143	Функция универсального реле К8	0: реле не используется, 1: питание подано (сигнал «Работа»), 2: аварийный останов станции, 3: аварийная работа станции, 4: двигатель М1 Вкл./Откл., 5: двигатель М2 Вкл./Откл., 6: двигатель М3 Вкл./Откл., 7: мешалка (клапан) Вкл./Откл., 8: ручной / автоматический режим, 9: несанкционированный доступ, 10: уровень стоков - 1, 11: уровень стоков - 2, 12: уровень стоков - 3, 13: уровень стоков - 4, 14: аварийный уровень стоков (перелив), 15: реле управляется от ПК(ПЛК) по RS-485, 16: реле управляется недельным таймером, 17: состояние входа DI.1, 18: DI.2, 19: DI.3, 20: DI.4, 21: DI.5, 22: DI.6, 23: DI.7, 24: DI.8, 25: DI.9, 26: DI.10, 27: DI.11, 28: сброс аварии УПП (переменный мастер), 29: авария одного из двигателей М1...М3, 30: работа одного из двигателей М1...М3, 31: авария или вывод из эксплуатации двигателя М1, 32: авария или вывод из эксплуатации двигателя М2, 33: авария или вывод из эксплуатации двигателя М3, 34: контактор М1.1, 35: контактор М1.2, 36: контактор М2.1, 37: контактор М2.2, 38: контактор М3.1, 39: контактор М3.2, 40: реле включения УПП.	
144	Функция универсального реле К9		
145	Функция универсального реле К10		
146	Выбор переключателя режима «Ручной/Автомат»	0 – кнопка на лицевой панели МК4, 1 – дискретный вход DI.X с установленной функцией входа - «Auto».	
147	Вес импульса счетчика воды, литров	int	1 : 10000
148	Счетчик электроэнергии, импульсов на кВт	int	1 : 10000
149	Аварийный сигнал насоса М1	0: не проверяется, 1: реле "сухой" ход, 2: реле перепада давлений, 3: реле герметичности (протечки)	
150	Аварийный сигнал насоса М2		
151	Аварийный сигнал насоса М3		
152	Подключаемый сигнал входа DI.1	0: вход не используется, 1: уровень стоков - 1, 2: уровень стоков - 2, 3: уровень стоков - 3, 4: уровень стоков - 4, 5: «сухой» ход всех насосов, 6: аварийный уровень стоков (перелив), 7: охранная сигнализация, 8: внешнее управление (разрешение работы), 9: внешняя авария, 10: ручной / автоматический режим, 11: Пуск/Стоп двигателя М1 (ручн. режим), 12: Пуск/Стоп двигателя М2 (ручн. режим), 13: Пуск/Стоп двигателя М3 (ручн. режим), 14: Пуск/Стоп мешалки (автомат. режим), 15: сброс аварии, 16: аварийный сигнал насоса 1, 17: аварийный сигнал насоса 2, 18: аварийный сигнал насоса 3, 19: авария УПП, 20: импульсный сигнал со счетчика воды, 21: импульсный сигнал со счетчика электроэнергии.	
153	Подключаемый сигнал входа DI.2		
154	Подключаемый сигнал входа DI.3		
155	Подключаемый сигнал входа DI.4		
156	Подключаемый сигнал входа DI.5		
157	Подключаемый сигнал входа DI.6		
158	Подключаемый сигнал входа DI.7		
159	Подключаемый сигнал входа DI.8		

160	Тип контакта входов DI.1 - DI.8	Бит		
		0	Дискретный вход DI.1	0 – н.з. 1 – н.о.
		1	Дискретный вход DI.2	
		2	Дискретный вход DI.3	
		3	Дискретный вход DI.4	
		4	Дискретный вход DI.5	
		5	Дискретный вход DI.6	
		6	Дискретный вход DI.7	
7	Дискретный вход DI.8			
		8-15	Резерв	
161	Подключаемый сигнал входа DI.9	Такие же значения, как у сигналов входов DI.1 – DI.8 (0...21)		
162	Подключаемый сигнал входа DI.10			
163	Подключаемый сигнал входа DI.11			
164	Тип контакта входов DI.9 - DI.11	Бит		
		0	Дискретный вход DI.9	0 – н.з. 1 – н.о.
		1	Дискретный вход DI.10	
		2	Дискретный вход DI.11	
		3-15	Резерв	
165	Максимальное напряжение, В	int	2300 : 2700	230,0 : 270,0
166	Минимальное напряжение, В		1600 : 2200	160,0 : 220,0
167	Значение перекоса фаз по напряжению, В		0 : 350	0,0 : 35,0
168	Время выдержки после аварии, минут	char	1 : 60	
169	Действие при аварийном уровне (перелив)	0 – включение всех насосов (с резервными) до опорожнения, 1 – включение всех насосов(с резервными) на заданное время, 2 – аварийный останов, 3 – ничего не делать, 4 – включение всех РАБОЧИХ(без резервных) насосов до опорожнения, 5 – включение всех РАБОЧИХ(без резервных) насосов на заданное время.		
170	Время работы насосов при аварийном уровне (перелив), минут	char	1 : 90	
171	Действие при отказе аналогового датчика dP1 и/или dP2	0 – аварийный останов, 1 – пост. включение 1-го рабочего насоса, 2 – включение 1-го рабоч. насоса по таймеру, 3 – периодическое включение 1-го рабочего насоса по дискретному датчику аварийного уровня на заданное время.		
172	Таймер аварии dP1(dP2): время включенного состояния насоса, минут	char	1 : 60	
173	Таймер аварии dP1(dP2): время отключенного состояния насоса, минут		1 : 60	
174	Действие при аварии Устройства плавного пуска (УПП) (переменный мастер)	0 – исключить из работы (до откл. питания), 1 – периодические попытки сброса после выдержки времени		
175	Время выдержки после аварии УПП	char	0 : 90 (0 – без выдержки врем.)	
176	Действие при сигнале "Внешняя авария" (E.Eggr)	0 – аварийный останов с выдержкой времени, 1 – включение всех насосов (с резервными) до снятия сигнала, 2 – включение всех РАБОЧИХ насосов (без резервных) до снятия сигнала.		
177	Время выдержки после внешней аварии	char	0 : 90 (0 – без выдержки врем.)	

178	Вариант включения двигателя М1		0 – прямой пуск (или УПП на каждом насосе), 1 – переменный мастер (с одним общим УПП), 2 – звезда/треугольник		
179	Тип датчика (трансформатора) тока М1		0 – тип Т03-120А (измеряемый ток до 120А), 1 – с унифицированным токовым выходом 5А		
180	Диапазон трансформатора тока М1 с унифицированным выходом 5А, А		int	5 : 10000	0,5 : 1000,0
181	Максимальный ток М1 (перегрузка), А			5 : 10000	0,5 : 1000,0
182	Минимальный ток М1 (недогрузка), А			0 : 10000	0,0 : 1000,0
183	Значение перекоса фаз по току М1 в %		char	0 : 20 (0 – отключает проверку)	
184	Разрешаемое количество пусков в час М1		char	0...50 (0 – отключает проверку)	
185	Время блокировки пускового тока М1, секунд		char	1 : 90	
186	Время срабатывания аварии М1, секунд			1 : 20	
187	Время выдержки после аварии М1, минут			1 : 60	
188	Время срабатывания авар. сигнала М1, секунд			1 : 30	
189	Время выдержки после авар. сигнала, минут			1 : 60	
190	Блокировка включения М1 после повторяющихся аварий в течение часа		0 – нет, 1 – да		
191	Количество повторяющихся подряд аварий в час для срабатывания блокировки М1		1 ... 30		
192	Защита от заклинивания двигателя М1 при длительном простое	Время простоя, часов	0 : 100 ( 0 – отключает защиту )		
193		Время, на которое будет запущен двигатель после простоя, секунд	1 : 30		
194	Проверка замыкания (утечки) на корпус М1		0 – нет, 1 – да		
195	Контроль температуры двигателя М1		0 – не проверяется, 1 – РТС-термистор, 2 – н.з. термоконтакт, 3 – н.о. термоконтакт		
196	Время для сигнализации прохождения технического обслуживания (ТО) М1, часов		int	0 : 10000	
197	Вариант включения двигателя М2		0 – прямой пуск (или УПП на каждом насосе), 1 – переменный мастер (с одним общим УПП), 2 – звезда/треугольник		
198	Тип датчика (трансформатора) тока М2		0 – тип Т03-120А (измеряемый ток до 120А), 1 – с унифицированным токовым выходом 5А		
199	Диапазон трансформатора тока М2 с унифицированным выходом 5А, А		int	5 : 10000	0,5 : 1000,0
200	Максимальный ток М2 (перегрузка), А			5 : 10000	0,5 : 1000,0
201	Минимальный ток М2 (недогрузка), А			0 : 10000	0,0 : 1000,0
202	Значение перекоса фаз по току М2 в %		char	0 : 20 (0 – отключает проверку)	
203	Разрешаемое количество пусков М2 в час		char	0...50 (0 – отключает проверку)	
204	Время блокировки пускового тока М2, секунд		char	1 : 90	
205	Время срабатывания аварии М2, секунд			1 : 20	
206	Время выдержки после аварии М2, минут			1 : 60	
207	Время срабатывания авар. сигнала М2, секунд			1 : 30	
208	Время выдержки после авар. сигнала, минут			1 : 60	

209	Блокировка включения М2 после повторяющихся аварий в течение часа		0 – нет, 1 – да	
210	Количество повторяющихся подряд аварий в час для срабатывания блокировки М2		1 ... 30	
211	Защита от заклинивания двигателя М2 при длительном простое	Время простоя, часов	0 : 100 ( 0 – отключает защиту )	
212		Время, на которое будет запущен двигатель после простоя, секунд	1 : 30	
213	Проверка замыкания (утечки) на корпус М2		0 – нет, 1 – да	
214	Контроль температуры двигателя М2		0 – не проверяется, 1 – РТС-термистор, 2 – н.з. термоконтакт, 3 – н.о. термоконтакт	
215	<del>Время для сигнализации прохождения технического обслуживания (ТО) М2, часов</del>		int	0 : 10000
216	Вариант включения двигателя М3		0 – прямой пуск (или УПП на каждом насосе), 1 – переменный мастер (с одним общим УПП), 2 – звезда/треугольник	
217	Тип датчика (трансформатора) тока М3		0 – тип Т03-120А (измеряемый ток до 120А), 1 – с унифицированным токовым выходом 5А	
218	Диапазон трансформатора тока М3 с унифицированным выходом 5А, А		int	5 : 10000
219	Максимальный ток М3 (перегрузка), А			5 : 10000
220	Минимальный ток М3 (недогрузка), А			0 : 10000
221	Значение перекоса фаз по току М3 в %		char	0 : 20 (0 – отключает проверку)
222	Разрешаемое количество пусков М3 в час		char	0...50 (0 – отключает проверку)
223	Время блокировки пускового тока М3, секунд		char	1 : 90
224	Время срабатывания аварии М3, секунд			1 : 20
225	Время выдержки после аварии М3, минут			1 : 60
226	Время срабатывания авар. сигнала М3, секунд			1 : 30
227	Время выдержки после авар. сигнала, минут			1 : 60
228	Блокировка включения М3 после повторяющихся аварий в течение часа		0 – нет, 1 – да	
229	Количество повторяющихся подряд аварий в час для срабатывания блокировки М3		1 ... 30	
230	Защита от заклинивания двигателя М3 при длительном простое	Время простоя, часов	0 : 100 ( 0 – отключает защиту )	
231		Время, на которое будет запущен двигатель после простоя, секунд	1 : 30	
232	Проверка замыкания (утечки) на корпус М3		0 – нет, 1 – да	
233	Контроль температуры двигателя М3		0 – не проверяется, 1 – РТС-термистор, 2 – н.з. термоконтакт, 3 – н.о. термоконтакт	
234	<del>Время для сигнализации прохождения технического обслуживания (ТО) М3, часов</del>		int	0 : 10000

235	Выбор протокола связи		0 – GSM-модем (АТ-команды), 1 – Modbus RTU, 2 – Modbus ASCII	
236	Скорость передачи, бит/сек.		0 – 2400, 1 – 4800, 2 – 9600, 3 – 14400, 4 – 19200, 5 – 38400,	6 – 56000, 7 – 57600, 8 – 115200, 9 – 128000, 10 – 256000
237	Бит данных		7, 8	
238	Четность		0 – none (не проверяется), 1 – odd (нечетный), 2 – even (четный)	
239	Стоп-бит		1, 2	
240	Адрес устройства в сети		char	1 : 247
241	Максимальный сетевой таймаут (соединение по Modbus), секунд		int	0 : 600
242	Действие при таймауте соединения по Modbus		0 – ничего не предпринимать, 1 – авария по таймауту.	
243	Задействовать передачу sms при авариях		0 – нет, 1 – да	
244 · · · 255	D1 ... D12	Номер телефона сотовой связи, на который будут отправляться sms	11 или 12 цифр, 0...9  Формат номера: +x (xxx) xxx-xx-xx По умолчанию код государства: +7 (РФ)  При использовании 11-значного номера в ячейку D12(255) необходимо записать знач. 10 (0x0Ah)	
256 - 267	N1 ... N12	Идентификационное имя прибора при отправке sms, по умолчанию установлено «ШУ Оникс-001»	12 символов типа <b>char</b> (0x20h...0xFFh), соответствует кодировке UNICODE 16 Bit	
268	Включение функции авторассылки sms		0 – нет, 1 – да	
269	Автоматическая рассылка sms с показаниями счетчиков	Дни недели, в которые будут рассылаться sms с показаниями счетчиков	Бит	0 – снять, 1 – установить
0			воскресенье	
1			понедельник	
2			вторник	
3			среда	
4			четверг	
5			пятница	
6			суббота	
7	---			
270	Время отправки sms с показаниями счетчиков, часы		char	0 : 23
271	Время отправки sms с показаниями счетчиков, минуты			0 : 59



272	Недельный таймер 1	Включение таймера	char	0 – отключен, 1 – включен	
273		Выходное реле, управляемое данным таймером	char	1 – универсальное реле К1, 2 – универсальное реле К2, 3 – универсальное реле К3, 4 – универсальное реле К4, 5 – универсальное реле К5, 6 – универсальное реле К6, 7 – универсальное реле К7, 8 – универсальное реле К8, 9 – универсальное реле К9, 10 – универсальное реле К10	
274		Дни недели	Бит	0 – снять, 1 – установить	
			0		воскресенье
			1		понедельник
			2		вторник
			3		среда
			4		четверг
			5		пятница
			6		суббота
	7	---			
275	Время включения, часы	char	0 : 23		
276	Время включения, минуты	char	0 : 59		
277	Время отключения, часы	char	0 : 23		
278	Время отключения, минуты	char	0 : 59		
279 – 285	Недельный таймер 2 (аналогичен таймеру 1)				
286 – 292	Недельный таймер 3 (аналогичен таймеру 1)				
293 – 300	Недельный таймер 4 (аналогичен таймеру 1)				
301	Период измерения расхода воды, секунд	char	5 : 180		
302	Включение/отключение звуковых сигналов МК4	0 – отключить сигналы, 1 – включить сигналы			
303	Таймер аварийного отключения, минут	char	0 : 240		
304	Время чередования насосов, часов	char	1 : 200		
305	Тип питающей сети	char	0 – однофазная, 1 – трехфазная		

306	Функция универсального реле K1	0: реле не используется, 1: питание подано (сигнал «Работа»), 2: аварийный останов станции, 3: аварийная работа станции, 4: двигатель M1 Вкл./Откл., 5: двигатель M2 Вкл./Откл., 6: двигатель M3 Вкл./Откл., 7: мешалка (клапан) Вкл./Откл., 8: ручной / автоматический режим, 9: несанкционированный доступ, 10: уровень стоков - 1, 11: уровень стоков - 2, 12: уровень стоков - 3, 13: уровень стоков - 4, 14: аварийный уровень стоков (перелив), 15: реле управляется от ПК(ПЛК) по RS-485, 16: реле управляется недельным таймером, 17: состояние входа DI.1, 18: DI.2, 19: DI.3, 20: DI.4, 21: DI.5, 22: DI.6, 23: DI.7, 24: DI.8, 25: DI.9, 26: DI.10, 27: DI.11, 28: сброс аварии УПП (переменный мастер), 29: авария одного из двигателей M1...M3, 30: работа одного из двигателей M1...M3, 31: авария или вывод из эксплуатации двигателя M1, 32: авария или вывод из эксплуатации двигателя M2, 33: авария или вывод из эксплуатации двигателя M3, 34: контактор M1.1, 35: контактор M1.2, 36: контактор M2.1, 37: контактор M2.2, 38: контактор M3.1, 39: контактор M3.2, 40: реле включения УПП.
307	Функция универсального реле K2	
308	Функция универсального реле K3	
309	Функция универсального реле K4	
310	Функция универсального реле K5	
311	Функция универсального реле K6	
312	Функция универсального реле K7	
313-399	Резерв	

Запись в регистры производится командой **06h (Write Single Register)**

В случае успешного выполнения функции ответное сообщение идентично запросу.

При попытке записи значений вне допустимого диапазона, будет записано минимальное или максимальное значение этого диапазона.

Чтение 3 регистров с адреса 101.

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	03	Функция	03
Начальный адрес старший	00	Счетчик байт	06
Начальный адрес младший	65	Данные регистра 101 старший	00
Количество регистров старший	00	Данные регистра 101 младший	00
Количество регистров младший	03	Данные регистра 102 старший	00
CRC	15 D4	Данные регистра 102 младший	00
		Данные регистра 103 старший	01
		Данные регистра 103 младший	90
		CRC	20 89

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>	<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 33	Функция	30 33
Начальный адрес старший	30 30	Счетчик байт	30 36
Начальный адрес младший	36 35	Данные регистра 101 старший	30 30
Количество регистров старший	30 30	Данные регистра 101 младший	30 30
Количество регистров младший	30 33	Данные регистра 102 старший	30 30
LRC	39 34	Данные регистра 102 младший	30 30
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A	Данные регистра 103 старший	30 31
		Данные регистра 103 младший	39 30
		LRC	36 35
		Конец кадра (CR+LF)	0D 0A

Запись регистра по адресу 108.

Нормальный ответ контроллера повторяет запрос.

Запрос RTU		Ответ RTU	
<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>	<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>
Адрес	01	Адрес	01
Функция	06	Функция	06
Начальный адрес старший	00	Начальный адрес старший	00
Начальный адрес младший	6C	Начальный адрес младший	6C
Данные регистра 108 старший	00	Данные регистра 108 старший	00
Данные регистра 108 младший	0A	Данные регистра 108 младший	0A
CRC	C9 D0	CRC	C9 D0

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>	<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 36	Функция	30 36
Начальный адрес старший	30 30	Начальный адрес старший	30 30
Начальный адрес младший	36 43	Начальный адрес младший	36 43
Данные регистра 108 старший	30 30	Данные регистра 108 старший	30 30
Данные регистра 108 младший	30 41	Данные регистра 108 младший	30 41
LRC	38 33	LRC	38 33
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A

Запись нескольких регистров настройки производится командой **10h (Write Multiple Registers)**

Данная функция позволяет записать до 64 16-ти разрядных регистров настройки. В случае успешного выполнения функции ответное сообщение состоит из первых 6 байт запроса. При попытке записи значений вне допустимого диапазона, будет записано минимальное или максимальное значение этого диапазона.

Запись 5 регистров с адреса 101(значения 0, 0, 400, 300, 10).

Запрос RTU		Ответ RTU	
<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>	<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>
Адрес	01	Адрес	01
Функция	10	Функция	10
Начальный адрес старший	00	Начальный адрес старший	00
Начальный адрес младший	65	Начальный адрес младший	65
Количество регистров старший	00	Количество регистров старший	00
Количество регистров младший	05	Количество регистров младший	05
Количество байт в регистрах	0A	CRC	10 15
Данные регистра 101 старший	00		
Данные регистра 101 младший	00		
Данные регистра 102 старший	00		
Данные регистра 102 младший	00		
Данные регистра 103 старший	01		
Данные регистра 103 младший	90		
Данные регистра 104 старший	01		
Данные регистра 104 младший	2C		
Данные регистра 105 старший	00		
Данные регистра 105 младший	0A		
CRC	E5 63		

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>	<i>Название поля</i>	<i>(Hex)</i>
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	31 30	Функция	31 30
Начальный адрес старший	30 30	Начальный адрес старший	30 30
Начальный адрес младший	36 35	Начальный адрес младший	36 35
Количество регистров старший	30 30	Количество регистров старший	30 30
Количество регистров младший	30 35	Количество регистров младший	30 35
Количество байт в регистрах	30 41	LRC	38 35
Данные регистра 101 старший	30 30	Конец кадра (CR+LF)	0D 0A
Данные регистра 101 младший	30 30		
Данные регистра 102 старший	30 30		
Данные регистра 102 младший	30 30		
Данные регистра 103 старший	30 31		
Данные регистра 103 младший	39 30		
Данные регистра 104 старший	30 31		
Данные регистра 104 младший	32 43		
Данные регистра 105 старший	30 30		
Данные регистра 105 младший	30 41		
LRC	42 33		
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A		

### 3.4 Регистры чтения данных объекта (Input Register).

Чтение регистров производится командой **04 (Read Input Register)**.

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров адресуемого контроллера. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Широковещательный режим не допускается.

Адресуемый контроллер посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим. С адреса 500 (01F4h) находится журнал аварий станции. Количество записей – 20 ( $20 \cdot 17 = 340$  регистров, 680 байт данных).

Запись содержит поля: код аварии, дата, месяц, год, час, мин, значений среднего тока двигателей (или токи аварийного двигателя) и напряжения по фазам на момент аварии и время сброса аварии (нули, если авария еще не сброшена).

Записи располагаются в хронологическом порядке, начиная с последней по времени аварии. При возникновении очередной аварии происходит сдвиг вниз на одну запись. Последняя авария всегда находится в первой записи.

Адрес	Название	Описание	
400	Управление (чтение и запись)	бит	
		0	Двигатель М1 1: Вкл, 0: Откл
		1	Двигатель М2 1: Вкл, 0: Откл
		2	Двигатель М3 1: Вкл, 0: Откл
		3	Мешалка (клапан аэрации) 1: Включено (т. чтение)
		4	Устройство плавного пуска 1: Включено (т. чтение)
		5	Реле универсальное К8 1: Включено
		6	Реле универсальное К9 1: Включено
		7	Реле универсальное К10 1: Включено
		8	Сброс аварии 1: команда сброса
		9	Сброс (перезагрузка) МК4 1: команда сброса
		A	Постановка объекта на охрану 1: команда постановки
		B	Снятие объекта с охраны 1: команда снятия
		C-F	Резерв
<p><b>Примечание</b> – данный регистр дублирует функции управления, описанные в разделе 3.1 «Чтение и запись состояния дискретных выходов». Управлять нагрузкой возможно как чтением и записью битовых регистров по адресу 000 – 011 (функция <b>01</b> и <b>05</b>), так и чтением и записью одного регистра по адресу 400.</p>			
401	Режим работы МК4	0: Ручное (местное) управление 1: Автоматический режим	
402	Состояние МК4	0: работа МК4 приостановлена, 1: диагностика МК4 после подачи питания, 2: пауза после подачи питания, 3: ручное управление насосами кнопками «Пуск» и «Стоп», 4: управление насосами командами от ПК, 5: ожидание сигнала «Внешнее управление»(E.Run), 6: ожидание наполнения до срабатывания общего датчика сухого хода, 7: ожидание наполнения емкости до уровней включения насосов, 8: опорожнение емкости по заданному алгоритму, 9: аварийный останов, 10: ожидание снятия сигнала внешняя авария (E.Error), 11: режим удаленной диагностики и настройки по RS-485, 12: аварийный режим работы при отказе аналоговых датчиков, 13: аварийный режим работы по сигналу внешняя авария (E.Error), 14: аварийный режим работы при переливе, 15: ожидание наполнения бака до уровня 1, 16: Ожидание опорожнения емкости. Все насосы отключены. 17: Наполнение емкости по заданному алгоритму.	

403	Состояние двигателя М1	0: двигатель остановлен, 1: проверка параметров перед запуском двигателя, 2: запуск двигателя на время блокировки пускового тока, 3: работа (прямой пуск, УПП, звезда/треугольник), 4: авария, двигатель остановлен, 5: подготовка к режиму антизаклинивания, 6: кратковременный запуск (режим антизаклинивания), 7: в ремонте (запуск невозможен)		
404	Состояние двигателя М2			
405	Состояние двигателя М3			
406	Состояние мешалки (клапана аэрации)	0: не используется, 1: отключена, 2: включена, 3: отключена на заданное время, 4: включена на заданное время, 5: ожидание отключения всех насосов		
407	Состояние устройства плавного пуска	0: не используется, 1: ожидание команды запуска, 2: запуск текущего насоса, 3: авария, 4: работа УПП заблокирована, 5: попытки сброса аварии		
408	Состояние охранной сигнализации	0: отключена в установочном меню МК4 1: поставлена на охрану 2: ожидание срабатывания датчика двери (при постановке на охрану) 3: несанкционированный доступ 4: снята с охраны 5: ожидание ввода пароля для снятия с охраны (20 секунд после открытия двери, затем – несанкционированный доступ)		
409	Состояние дискретных входов	бит		0: разомкнут 1: замкнут
		0	Дискретный вход DI.1	
		1	Дискретный вход DI.2	
		2	Дискретный вход DI.3	
		3	Дискретный вход DI.4	
		4	Дискретный вход DI.5	
		5	Дискретный вход DI.6	
		6	Дискретный вход DI.7	
		7	Дискретный вход DI.8	
		8	Дискретный вход DI.9	
		9	Дискретный вход DI.10	
		10	Дискретный вход DI.11	
11-15	Резерв			
410	Аварийный сигнал станции	бит		0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
		0	Сигнал неисправности аналогового входа 1	
		1	Сигнал неисправности аналогового входа 2	
		2	Сигнал повышения напряжения	
		3	Сигнал понижения напряжения	
		4	Сигнал перекоса фаз по напряжению	
		5	Сигнал отсутствия питающих напряжений	
6-15	Резерв			
411	Аварийные сигналы двигателя М1	бит		0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
		0	Сигнал повышения тока двигателя М1	
		1	Сигнал понижения тока двигателя М1	
		2	Сигнал перекоса фаз по току двигателя М1	
		3	Аварийный сигнал насоса М1	
		4	Сигнал о замыкании (утечке) на корпус М1	
		5	Перегрев двигателя М1	
6-15	Резерв			

412	Аварийные сигналы двигателя М2	бит		0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
		0	Сигнал повышения тока двигателя М2	
		1	Сигнал понижения тока двигателя М2	
		2	Сигнал перекоса фаз по току двигателя М2	
		3	Аварийный сигнал насоса М2	
		4	Сигнал о замыкании (утечке) на корпус М2	
		5	Перегрев двигателя М2	
6-15	Резерв			
413	Аварийные сигналы двигателя М3	бит		0: нет аварийного сигнала 1: есть аварийный сигнал
		0	Сигнал повышения тока двигателя М3	
		1	Сигнал понижения тока двигателя М3	
		2	Сигнал перекоса фаз по току двигателя М3	
		3	Аварийный сигнал насоса М3	
		4	Сигнал о замыкании (утечке) на корпус М3	
		5	Перегрев двигателя М3	
6-15	Резерв			
<p><b>Примечание</b> – регистры 409-413 дублируют функцию чтения дискретных входов, описанную в разделе 3.2 «Чтение состояния дискретных входов». Возможно как чтение одиночных битовых регистров по адресам 50 – 87 (функция <b>02</b>), так и чтение одного или нескольких регистров по адресу 409...413 (функция <b>04</b>).</p>				
414	Код общей аварии станции	00: нет аварии, 01: неправильное чередование фаз или напряжение одной из фаз <50В, 02: повышение напряжения выше заданной уставки, 03: понижение напряжения выше заданной уставки, 04: перекос фаз по напряжению, 05: внешняя авария (сработал вход E.Error), 06: внутренняя авария МК4 (нет связи с измерительным модулем), 07: отказ часов реального времени, 08: заблокированы (и/или в ремонте) все насосы, 09: таймаут соединения с ПК (ПЛК) по RS-485, 10: отказ аналогового датчика dP1 и/или dP2, 11: аварийный уровень (перелив), 12: превышение времени продолжительности работы, 13: прекращение подачи питания, 14: не заданы реле управления контактором (-ми) в установочном меню.		
415	Код аварии двигателя М1	00: нет аварии, 01: повышение тока выше заданной уставки (перегрузка), 02: понижение тока выше заданной уставки (недогрузка), 03: перекос фаз по току, 04: двигатель заблокирован из-за частых аварий, 05: превышено количество пусков в час, 06: аварийный сигнал с насоса, 07: замыкание (утечка) на корпус, 08: перегрев двигателя, 09: неисправность термодатчика (обрыв или короткое замыкание)		
416	Код аварии двигателя М2			
417	Код аварии двигателя М3			
418	Код аварии УПП			
419	Оставшееся время выдержки при общей аварии в секундах.			0 : 10800 (до 180 минут)
420	Оставшееся время выдержки при аварии двигателя М1 в секундах.			
421	Оставшееся время выдержки при аварии двигателя М2 в секундах.			
422	Оставшееся время выдержки при аварии двигателя М3 в секундах.			
423	Оставшееся время выдержки при аварии УПП в секундах.			

424	Код предупреждения 1	0: нет предупреждения, 1: перелив (Аварийный уровень), 2: конфликт ДУ (неверно сработал какой-либо дискретный датчик), 3: отказ аналогового датчика dP1(если резервный dP2), 4: отказ аналогового датчика dP2(если резервный dP1), 5: авария устройства плавного пуска, 6: в установочном меню некорректно заданы значения уровней, 7: общий «сухой» ход, если он выбран в установочном меню, 8: необходимость прохождения ТО насоса М1 (истекло время до ТО), 9: необходимость прохождения ТО насоса М2 (истекло время до ТО), 10: необходимость прохождения ТО насоса М3 (истекло время до ТО), 11: несанкционированный доступ (сработала охранная сигнализация)		
425	Код предупреждения 2			
426	Код предупреждения 3			
427	Код предупреждения 4			
428	Код предупреждения 5			
429	Код предупреждения 6			
430	Напряжение фазы А(L1), В	int	0 : 3000	0,0 : 300,0
431	Напряжение фазы В(L2), В			
432	Напряжение фазы С(L3), В			
433	Среднее напряжение по фазам, В			
434	Перекас по напряжению, В		0 : 1000	0,0 : 100,0
435	М1: Ток фазы А(L1), А	int	0 : 10000	0,0 : 1000,0
436	М1: Ток фазы С(L3), А			
437	М1: Средний ток по фазам А и С, А			
438	М1: Перекас по току, %		0 : 1000	0,0 : 100,0
439	М2: Ток фазы А(L1), А	int	0 : 10000	0,0 : 1000,0
440	М2: Ток фазы С(L3), А			
441	М2: Средний ток по фазам А и С, А			
442	М2: Перекас по току, %		0 : 1000	0,0 : 100,0
443	М3: Ток фазы А(L1), А	int	0 : 10000	0,0 : 1000,0
444	М3: Ток фазы С(L3), А			
445	М3: Средний ток по фазам А и С, А			
446	М3: Перекас по току, %		0 : 1000	0,0 : 100,0
447	Состояние аналогового датчика dP1 0...20mA (4...20mA)	0 – исправен, 1 – обрыв, 2 – короткое замыкание.		
448	Значение аналогового датчика dP1, (м)(бар)(%)	int	0 : 10000	0,00 : 100,00
449	Значение аналогового датчика dP1 в mA		0 : 2500	0,00 : 25,00
450	Состояние аналогового датчика dP2 0...20mA (4...20mA)	0 – исправен, 1 – обрыв, 2 – короткое замыкание.		
451	Значение аналогового датчика dP2, (м)(бар)(%)	int	0 : 10000	0,00 : 100,00
452	Значение аналогового датчика dP2 в mA		0 : 2500	0,00 : 25,00
453	Действительное значение уровня воды с учетом глубины колодца (по аналоговому датчику), (м)(бар)(%)	int	0 : 10000	0,00 : 100,00
454	Дискретный уровень воды по уставкам датчиков	0: пустой бак 1: уровень отключения всех насосов 2: включение насоса 1 3: включение насоса 2 4: включение насоса 3		
455	Текущая схема включения насосов	1: М1-М2-М3 2: М2-М3-М1 3: М3-М1-М2		
456	Время наработки двигателя М1, часов	int	0 : 65535	
457	Количество пусков двигателя М1			
458	Оставшееся время до прохождения ТО М1, часов		0 : 10000	



459	Время наработки двигателя М2, часов		int	0 : 65535	
460	Количество пусков двигателя М2			0 : 10000	
461	Оставшееся время до прохождения ТО М2, часов			0 : 65535	
462	Время наработки двигателя М3, часов			0 : 10000	
463	Количество пусков двигателя М3			0 : 999	
464	Оставшееся время до прохождения ТО М3, часов			0 : 999	
465	Счетчик воды с импульсным выходом	тысячи м <sup>3</sup>	int	0 : 999	
466		сотни м <sup>3</sup>		0 : 999	
467		литры		0 : 999	
468		Расход воды, л/секунду		0 : 65000	
469		Расход воды, м <sup>3</sup> /час		0 : 65000	0,0 : 6500,0
470	Счетчик электроэнергии с импульсным выходом	тысячи кВт	int	0 : 999	
471		сотни кВт		0 : 999	
472		Вт		0 : 999	
473	Сопротивление цепи термодатчика двигателя М1, Ом		int	0 : 10 000	
474	Сопротивление цепи термодатчика двигателя М2, Ом				
475	Сопротивление цепи термодатчика двигателя М3, Ом				
476	Управление (чтение и запись)	бит			
		0	Реле универсальное К1	1: Вкл, 0: Откл	
		1	Реле универсальное К2		
		2	Реле универсальное К3		
		3	Реле универсальное К4		
		4	Реле универсальное К5		
		5	Реле универсальное К6		
		6	Реле универсальное К7		
		7	Реле универсальное К8		
		8	Реле универсальное К9		
		9	Реле универсальное К10		
A-F	Резерв				
<p><b>Примечание</b> – данный регистр дублирует функции управления, описанные в разделе 3.1 «Чтение и запись состояния дискретных выходов». Управлять нагрузкой возможно как чтением и записью битовых регистров по адресу 012 – 018 (функция <b>01</b> и <b>05</b>), так и чтением и записью одного регистра по адресу 476.</p>					
477-499	Резерв				

### Журнал аварий, 20 записей, 20\*17 = 340 регистров, 680 байт данных.

Запись содержит поля: код аварии, дата, месяц, год, час, мин, значений среднего тока двигателей (или токи аварийного двигателя) и напряжения по фазам на момент аварии и время сброса аварии (нули, если авария еще не сброшена). Записи располагаются в хронологическом порядке, начиная с последней по времени аварии. При возникновении очередной аварии происходит сдвиг вниз на одну запись. Последняя авария всегда находится в первой записи.

Код аварии записан с учетом индексов 2х, 3х, 4х, 5х: 00 – пустая запись, 1...19 – общая авария, 21...29 – авария двигателя М1, 31...39 – авария двигателя М2, 41...49 – авария двигателя М3, 51...59 – авария устройства плавного пуска (УПП).

Коды общей аварии, аварии двигателей М1...М3 и устройства плавного пуска приведены в описании регистров 414 - 418.

**Например,**

**код 08:** (0)-общая авария, (8)-код аварии 8: «Блокированы (и/или в ремонте) все насосы»,  
**код 14:** (1)-двигатель М1, (4)-код аварии 4: «Двигатель заблокирован из-за частых аварий»,  
**код 25:** (2)-двигатель М2, (5)-код аварии 5: «Превышено количество пусков в час»,  
**код 37:** (3)-двигатель М3, (7)-код аварии 7: «Замыкание (утечка) на корпус»,  
**код 41:** (4)-двигатель М4, (1)-код аварии 1: «Повышение тока выше заданной уставки»,  
**код 51:** (5)-устройство плавного пуска, (1)-код аварии 1: «УПП выдало аварийный сигнал».

При общей аварии и аварии устройства плавного пуска в полях токов будут записаны значения средних токов двигателей М1...М3. При авариях двигателей М1...М3 в эти поля будут записаны значения токов фазы А и С аварийного двигателя. Ток фазы В в этом случае будет нулевым.

Адрес ( Dec )	Название	Диапазон допустимых значений				
		Тип переменной	Диапазон значений	Реальное значение		
500	Код аварии	0 – пустая запись, 1...19 – общая авария, 21...29 – авария М1, 31...39 – авария М2, 41...49 – авария М3, 51...59 – авария УПП				
501	Число	Время возникновения аварии (0 – пустая запись)	char	1:31		
502	Месяц			1:12		
503	Год		int	2019 : 2100		
504	Часов		char	0:23		
505	Минут			0:59		
506	Средний ток двигателя М1, А		Ток фазы А (L1), А	int	0 : 4000	0,0 : 400,0
507	Средний ток двигателя М2, А					
508	Средний ток двигателя М3, А	Ток фазы С (L3), А				
509	Напряжение фазы А (L1), В					
510	Напряжение фазы В (L2), В					
511	Напряжение фазы С (L3), В					
512	Число	Время сброса аварии (0 – авария пока не сброшена)	char	1 : 31		
513	Месяц			1 : 12		
514	Год		int	2017 : 2100		
515	Часов		char	0 : 23		
516	Минут			0 : 59		
517 – 533	Запись №2					
534 - 550	Запись №3					
551 - 567	Запись №4					
568 – 584	Запись №5					
585 – 601	Запись №6					
602 – 618	Запись №7					
619 – 635	Запись №8					
636 – 652	Запись №9					
653 – 669	Запись №10					
670 – 686	Запись №11					
687 – 703	Запись №12					

704 – 720	Запись №13			
721 – 737	Запись №14			
738 - 754	Запись №15			
755 – 771	Запись №16			
772 – 788	Запись №17			
789 – 805	Запись №18			
806 – 822	Запись №19			
823 - 839	Запись №20			

С адреса 900 (384h) находится информация о версии и дате ПО.

Адрес	Название		Тип переменной	Значение
900	Версия ПО		int	100...1000 (168 = версия 1.68)
901	Дата ПО	День	char	0...31
902		Месяц		0...12
903		Год	int	2021...2100

Чтение 3 регистров с адреса 400 (0x0190h) (полученные значения 2, 0, 4).

Запрос RTU		Ответ RTU	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Адрес	01	Адрес	01
Функция	04	Функция	04
Начальный адрес старший	01	Счетчик байт	06
Начальный адрес младший	90	Данные регистра 400 старший	00
Количество регистров старший	00	Данные регистра 400 младший	02
Количество регистров младший	03	Данные регистра 401 старший	00
CRC	xx xx	Данные регистра 401 младший	00
		Данные регистра 402 старший	00
		Данные регистра 402 младший	04
		CRC	xx xx

Запрос ASCII		Ответ ASCII	
Название поля	(Hex)	Название поля	(Hex)
Начало кадра (:)	3A	Начало кадра (:)	3A
Адрес	30 31	Адрес	30 31
Функция	30 34	Функция	30 34
Начальный адрес старший	30 31	Счетчик байт	3036
Начальный адрес младший	39 30	Данные регистра 400 старший	30 30
Количество регистров старший	30 30	Данные регистра 400 младший	30 32
Количество регистров младший	30 33	Данные регистра 401 старший	30 30
LRC	xx xx	Данные регистра 401 младший	30 30
Конец кадра (CR+LF)	0D 0A	Данные регистра 402 старший	30 30
		Данные регистра 402 младший	30 34
		LRC	xx xx
		Конец кадра (CR+LF)	0D 0A

#### 4. Исключительные ситуации

МК4 поддерживает сообщения информирования клиента (мастера) Modbus об исключительных ситуациях (Exception). Формат возвращаемых пакетов полностью соответствует документу «Modbus Application Protocol Specification v1.1a». Сообщения об исключительных ситуациях возникают только на запросы, адресованные данному устройству с правильным значением LRC или CRC пакета.

Код ошибки	Название	Описание
01	Неподдерживаемая команда	Возникает только при запросе с номером команды, которую не поддерживает данное устройство.
02	Неподдерживаемый адрес данных	Возникает только при запросе с адресом данных, которых нет в таблицах соответствия между адресами Modbus и внутренней памятью устройства
03	Неверное количество данных	В запросе содержится значения недопустимые для сервера. Например, запрос количества регистров более чем 120.

Когда контроллер обнаруживает одну из этих ошибок, он посылает ответное сообщение, содержащее адрес, код функции, код ошибки и контрольную сумму. Для указания на то, что ответное сообщение – это уведомление об ошибке, старший бит поля кода функции устанавливается в 1.

##### Запрос RTU

Адрес	Функция	Старший байт адреса	Младший байт адреса	Старший байт числа ячеек	Младший байт числа ячеек	CRC
01	03	00	12	00	06	65 CD

Этот запрос требует от устройства с адресом 01 данных 6 регистров с адреса 18. Но, например, это устройство имеет максимальный адрес 0x0016, а запрашиваемое количество данных превышает диапазон адреса и является ошибочным. Соответственно, будет сгенерировано следующее ответное сообщение:

##### Ответ RTU

Адрес	Функция	Код исключительной ситуации	CRC
01	83	03	XX XX

Значение в поле функции равно оригинальному значению с установленным в единицу старшим битом. Код исключительной ситуации 03 указывает на ошибочное количество данных.

$$0x83 = 1\ 0000011$$

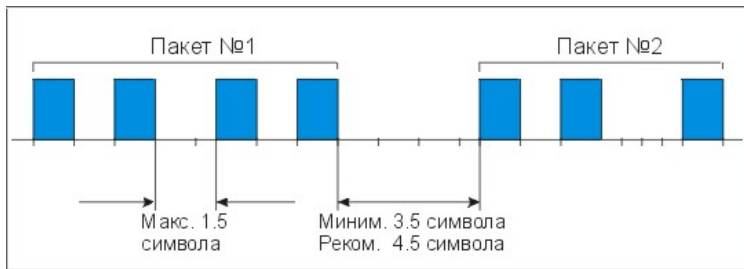
#### 5. Задержки между пакетами

Временные задержки между пакетами и символами пакетов полностью соответствуют «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0».

В ASCII-режиме сообщение начинается с символа "двоеточие" (":", ASCII, 3A hex), и заканчивается символами "Возврат каретки/Перевод строки" (CR/LF, ASCII 0D и 0A hex). Опрашиваемые устройства в сети непрерывно отслеживают символ "двоеточие". После него начинается прием тела сообщения до символов CR/LF. Интервалы между символами могут быть до 1 секунды. Если интервал больше, принимающее устройство считает это ошибкой и игнорирует сообщение.

В RTU-режиме сообщение начинается с интервала тишины, равного времени передачи 3.5 символов при данной скорости передачи в сети. Затем первым символом передается адрес устройства и остальные байты пакета. Между символами одного пакета может быть задержка длиной не более полутора символов. Между пакетами должна быть задержка не менее 3,5 символов. Рекомендуется начать передавать следующий пакет не ранее чем через 4,5 символа после получения последнего бита предыдущего пакета. Если в интервале между 1,5 символами и 3,5 символами после прихода последнего символа, приходит первый символ следующего пакета, сбрасываются оба пакета.

*Комментарий: задержка длиной в символ - это время необходимое, для того чтобы передать 8 бит данных при данной скорости передачи и параметрах соединения.*



## Рекомендуемые задержки между пакетами для режима RTU

Скорость интерфейса при параметрах 8N1	Минимальное время между символами в пакете	Минимальная задержка между пакетами	Рекомендуемая задержка между пакетами
2400 бит/с	6,3 мс	14,6 мс	18,8 мс
4800 бит/с	3,2 мс	7,3 мс	9,4 мс
9600 бит/с	1,6 мс	3,6 мс	4,7 мс
14400 бит/с	1,0 мс	2,4 мс	3,1 мс
19200 бит/с	0,8 мс	1,8 мс	2,3 мс
38400 бит/с	0,4 мс	0,9 мс	1,2 мс
57600 бит/с	0,3 мс	0,6 мс	0,8 мс
115200 бит/с	0,2 мс	0,3 мс	0,4 мс

## 6 Генерация контрольной суммы

### 6.1 Контрольная сумма LRC.

LRC это однобайтное число, которое вычисляется передающим устройством и добавляется в конец ASCII-сообщения. При расчете LRC исключаются начальный символ ":" и конечные символы CR/LF. Принимающее устройство также вычисляет LRC в процессе приема и сравнивает вычисленную величину с полем контрольной суммы пришедшего сообщения. Если суммы не совпали - то имеет место ошибка.

LRC вычисляется сложением последовательности байтов сообщения, отбрасывая все переносы, и затем двойным дополнением результата.

#### Алгоритм генерации LRC:

1. Сложить все байты сообщения, исключая стартовый символ ':' и конечные символы CR/LF.
2. Обнулить все биты больше 7, т.е. оставить младший байт.
3. Сделать результирующий байт отрицательным, чтобы получить LRC.

#### Размещение LRC в сообщении

Когда 7-ми битная последовательность LRC ( 2 символа ASCII ) передается в сообщении, то старший символ будет передан первым, младший - вторым. Например, передача LRC 61 hex(0110 0001):

':'	Адрес	Функция	Сч-к байт	Байт	Байт	Байт	Байт	LRC Ст.	LRC Мл.	CR	LF
-----	-------	---------	-----------	------	------	------	------	---------	---------	----	----

6 1

## Пример функции на языке C, реализующей генерацию LRC

```
void main (void)
{
    unsigned char Array[128];          // Массив данных, содержащий ответ
    ...
    ...
    // В массиве Array[] содержатся 8 байт ответного сообщения
    // Добавляем к массиву Array[] 9-й байт контрольной суммы
    Array[9]= Create_LRC(Array, 8);
    ...
    // Преобразовываем значения массива в символы ASCII, добавляем символы
    // начала и конца сообщения и отправляем ответ.
    ...
} // End

unsigned char Create_LRC( unsigned char *Buffer, unsigned short NBytes )
{
    unsigned char nLRC=0;
    unsigned short i=0;

    for (i=0; i< NBytes; i++){ nLRC += *Buffer++;}
    return (unsigned char)(-nLRC);

} // End
```

## 6.2 Контрольная сумма CRC

CRC - это 16-ти разрядная величина, т.е. два байта. CRC вычисляется передающим устройством и добавляется к RTU-сообщению. Принимающее устройство также вычисляет CRC в процессе приема и сравнивает вычисленную величину с полем контрольной суммы пришедшего сообщения. Если суммы не совпали - то имеет место ошибка.

Используются два метода вычисления CRC: циклический или табличный.

При циклическом методе 16-ти битовый регистр CRC предварительно загружается числом FFFF hex. Процесс начинается с добавления байтов сообщения к текущему содержимому регистра. Для генерации CRC используются только 8 бит данных. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в CRC.

В процессе генерации CRC, каждый 8-ми битовый символ складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением 0 старшего бита. Младший бит извлекается и проверяется. Если младший бит равен 1, то содержимое регистра складывается с определенной ранее, фиксированной величиной, по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ. Если младший бит равен 0, то ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ не делается.

Этот процесс повторяется, пока не будет сделано 8 сдвигов. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с содержимым регистра и процесс повторяется снова. Финальное содержание регистра, после обработки всех байтов сообщения и есть контрольная сумма CRC.

### Алгоритм генерации CRC:

1. 16-ти битовый регистр загружается числом FFFFh (все 1), и используется далее как регистр CRC.
2. Первый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра CRC. Результат помещается в регистр CRC.
3. Регистр CRC сдвигается вправо (в направлении младшего бита) на 1 бит, старший бит заполняется нулем.  
(Если младший бит 0): Повторяется шаг 3 (сдвиг)
4. (Если младший бит 1): Делается операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ регистра CRC и полиномиального числа A001 hex.
5. Шаги 3 и 4 повторяются восемь раз.
6. Повторяются шаги со 2 по 5 для следующего сообщения. Это повторяется до тех пор пока все байты сообщения не будут обработаны.
7. Финальное содержание регистра CRC и есть контрольная сумма.

При табличном вычислении все возможные величины CRC загружены в два массива. Один массив содержит все 256 возможных комбинаций CRC для старшего байта поля CRC, другой массив содержит данные для младшего байта. Индексация CRC в этом случае обеспечивает быстрое выполнение вычислений новой величины CRC для каждого нового байта из буфера сообщения.

### Размещение CRC в сообщении

При передаче 16 бит контрольной суммы CRC в сообщении, сначала передается младший байт, затем старший. Например, если CRC равна 1288 hex:

Адрес	Функция	Счетчик байт	Данные	Данные	Данные	Данные	CRC Lo	CRC Hi
							88	12

### Пример функции на языке C, реализующей генерацию CRC циклическим методом

```
void main (void)
{
    unsigned char CRC_Hi, CRC_Lo;    // Старший и младший байты контрольной суммы
    unsigned char Array[128];       // Массив данных, содержащий ответ
    ...
    ...
    // В массиве Array[] содержатся 8 байт ответного сообщения
    Create_CRC (8);
    // Добавляем к массиву Array[] 9 и 10 байты контрольной суммы (CRC_Lo и CRC_Hi)
    Array[9]= CRC_Lo;
    Array[10]= CRC_Hi;
    // Отправляем ответ
    ...
} // End

void Create_CRC(unsigned char NBytes)// Подсчет CRC по количеству байт массива Array[]
{
    unsigned int Register = 0xFFFF;
    unsigned int Lsb;
    unsigned char i, j;

    for (i=0; i<NBytes; i++)
    {
        Register^=Array[i];
        for ( j=0; j<8; j++)
        {
            Lsb = Register & 0x0001;
            Register = Register >> 1; // Сдвигаем на 1 вправо
            if (Lsb) Register^=0xA001; // Если мл. бит 0 - исключающее ИЛИ с числом 0xA001
        }
    }
    CRC_Hi = Register >> 8;
    CRC_Lo = Register;
} // End
```

## Пример функции на языке С, реализующей генерацию CRC табличным методом

```
void main (void)
{
    unsigned char CRC_Hi, CRC_Lo;    // Старший и младший байты контрольной суммы
    unsigned char Array[128];       // Массив данных, содержащий ответ
    ...
    // В массиве Array[] содержатся 8 байт ответного сообщения
    Create_CRC_TAB(Array, 8);
    // Добавляем к массиву Array[] 9 и 10 байты контрольной суммы (CRC_Lo и CRC_Hi)
    Array[9]= CRC_Lo;
    Array[10]= CRC_Hi;
    // Отправляем ответ
    ...
} // End

unsigned short Create_CRC_TAB(unsigned char *Buffer, unsigned char NBytes)
{
    unsigned char uchCRCHI = 0xFF, uchCRCLo = 0xFF;
    unsigned int uIndex;

    while( NBytes--)
    {
        uIndex = uchCRCHI ^ *Buffer++;
        uchCRCHI = uchCRCLo ^ auchCRCHI[uIndex];
        uchCRCLo = auchCRCLo[uIndex];
    }
    CRC_Hi= uchCRCHI;
    CRC_Lo= uchCRCLo;
} // End

const unsigned char auchCRCHI[256]=
{
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,
    0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,
    0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,
    0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,
    0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,
    0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,
    0x00,0xC1,0x81,0x40,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x01,0xC0,0x80,0x41,0x00,0xC1,0x81,0x40
};

const unsigned char auchCRCLo[256]=
{
    0x00,0xC0,0xC1,0x01,0xC3,0x03,0x02,0xC2,0xC6,0x06,0x07,0xC7,0x05,0xC5,0xC4,0x04,
    0xCC,0x0C,0x0D,0xCD,0x0F,0xCF,0xCE,0x0E,0x0A,0xCA,0xCB,0x0B,0xC9,0x09,0x08,0xC8,
    0xD8,0x18,0x19,0xD9,0x1B,0xDB,0xDA,0x1A,0x1E,0xDE,0xDF,0x1F,0xDD,0x1D,0x1C,0xDC,
    0x14,0xD4,0xD5,0x15,0xD7,0x17,0x16,0xD6,0xD2,0x12,0x13,0xD3,0x11,0xD1,0xD0,0x10,
    0xF0,0x30,0x31,0xF1,0x33,0xF3,0xF2,0x32,0x36,0xF6,0xF7,0x37,0xF5,0x35,0x34,0xF4,
    0x3C,0xFC,0xFD,0x3D,0xFF,0x3F,0x3E,0xFE,0xFA,0x3A,0x3B,0xFB,0x39,0xF9,0xF8,0x38,
    0x28,0xE8,0xE9,0x29,0xEB,0x2B,0x2A,0xEA,0xEE,0x2E,0x2F,0xEF,0x2D,0xED,0xEC,0x2C,
    0xE4,0x24,0x25,0xE5,0x27,0xE7,0xE6,0x26,0x22,0xE2,0xE3,0x23,0xE1,0x21,0x20,0xE0,
    0xA0,0x60,0x61,0xA1,0x63,0xA3,0xA2,0x62,0x66,0xA6,0xA7,0x67,0xA5,0x65,0x64,0xA4,
    0x6C,0xAC,0xAD,0x6D,0xAF,0x6F,0x6E,0xAE,0xAA,0x6A,0x6B,0xAB,0x69,0xA9,0xA8,0x68,
    0x78,0xB8,0xB9,0x79,0xBB,0x7B,0x7A,0xBA,0xBE,0x7E,0x7F,0xBF,0x7D,0xBD,0xBC,0x7C,
    0xB4,0x74,0x75,0xB5,0x77,0xB7,0xB6,0x76,0x72,0xB2,0xB3,0x73,0xB1,0x71,0x70,0xB0,
    0x50,0x90,0x91,0x51,0x93,0x53,0x52,0x92,0x96,0x56,0x57,0x97,0x55,0x95,0x94,0x54,
    0x9C,0x5C,0x5D,0x9D,0x5F,0x9F,0x9E,0x5E,0x5A,0x9A,0x9B,0x5B,0x99,0x59,0x58,0x98,
    0x88,0x48,0x49,0x89,0x4B,0x8B,0x8A,0x4A,0x4E,0x8E,0x8F,0x4F,0x8D,0x4D,0x4C,0x8C,
    0x44,0x84,0x85,0x45,0x87,0x47,0x46,0x86,0x82,0x42,0x43,0x83,0x41,0x81,0x80,0x40
};
```