Производитель: АО «ЭНЕРГИЯ»
Ленинградская область,
Ломоносовский район,
19-й километр Красносельского шоссе

ДЕНДОР

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПО ЦИФРОВОМУ ПРОТОКОЛУ MODBUS RTU С ИНТЕРФЕЙСОМ RS-485

Modbus

ДЕНДОР

1. Введение

Настоящий документ является неотъемлемой частью руководства по эксплуатации электроприводов и служит для ознакомления обслуживающего персонала с работой интеллектуального блока управления электроприводом по цифровому протоколу связи Modbus RTU с интерфейсом RS-485. Плата Modbus работает в полудуплексном режиме и поддерживает скорость передачи данных до 38,4 кбит/с. Протокол поддерживает до 247 ведомых устройств, подключенных к одной шине (до 32 ведомых устройства без повторителя сигнала).

Блок управления позволяет установить резервное соединение с системой управления DCS с помощью дополнительной платы (оговаривается при заказе) и отдельной кабельной линии интерфейса RS-485.

Ведущее устройство Modbus может отправлять команды: ОТКРЫТЬ, ЗАКРЫТЬ, СТОП и дистанционный сигнал аварийного отключения ESD. Ведущее устройство может считывать информацию о положении запирающего элемента, параметры настройки, аварийные сигналы.

2. Подключение внешних цепей управления

Нумерация клемм для каждой модификации блока управления приводится на внутренней части крышки клеммной колодки.

Общее назначение клемм приведено в таблице ниже.

Наименование	Назначение
A1R	Клемма резистора A1 платы Modbus1
A1	Клемма A1 платы Modbus1
B1	Клемма B1 платы Modbus1
B1R	Клемма резистора B1 платы Modbus1
A2R	Клемма резистора A2 платы Modbus2
A2	Клемма A2 платы Modbus2
B2	Клемма B2 платы Modbus2
B2R	Клемма резистора B2 платы Modbus2
E	Клемма подключения экрана интерфейсного кабеля

2.1. Технические требования к кабелю подключения

Для подключения по Modbus необходимо использовать кабели, соответствующие требованиям стандарта EIA 485. К одному сегменту сети может быть подключено до 32 устройств Modbus. Если требуется подключить больше узлов в одну сеть Modbus, необходимо использовать несколько сегментов, соединенных с помощью повторителей. Кабель Modbus должен быть проложен на расстоянии не менее 20 см от других кабелей в отдельном заземленном контуре. Между отдельными устройствами Modbus не должно быть разности потенциалов (необходимо выполнить выравнивание потенциалов).

Рекомендуемые технические требования к кабелю Modbus

Экранирование: экранирующая оплетка или экранирующая фольга

Импеданс: от 135 до 165 Ом при частоте от 3 до 20 МГц.

Емкость кабеля: < 30 пФ на метр

Диаметр кабеля: > 0,64 мм.

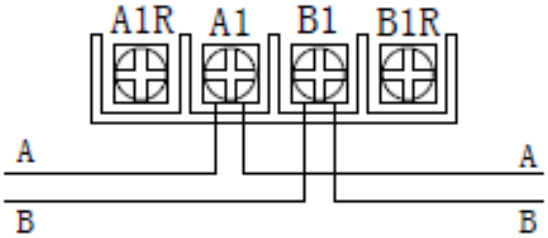
Поперечное сечение кабеля: > 0,34 мм²

Сопротивление контура: < 110 Ом на км.

2.2. Двухпроводное подключение (полудуплекс)

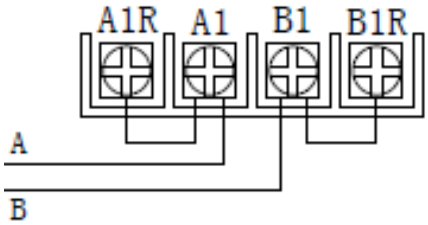
Условия окружающей среды	Рекомендации к подключению кабеля
Уличная прокладка кабеля с вероятностью попадания грозовых разрядов	Использовать экранированный интерфейсный кабель. Защитный экран подключить к клемме «E», корпус привода соединить с заземляющим устройством
Кабель проложен в помещении на малое расстояние, отсутствие в непосредственной близости потенциальных источников высокочастотных помех	Возможно применить неэкранированный интерфейсный кабель (витую пару)

Электропривод в среднем положении при подключении нескольких устройств к одной шине без повторителей сигналов



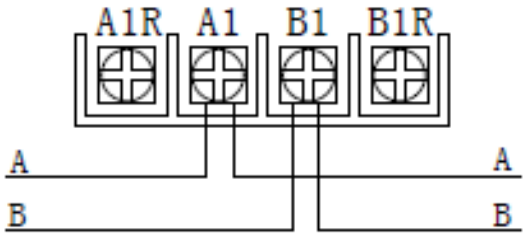
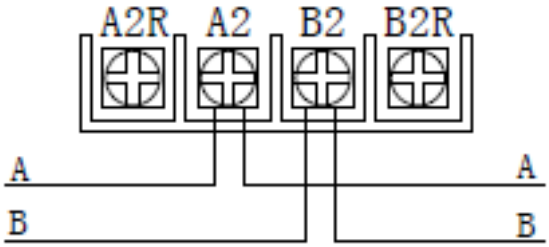
Из предыдущего электропривода К следующему электроприводу

Электропривод в конечном положении при подключении нескольких устройств к одной шине без повторителей сигналов

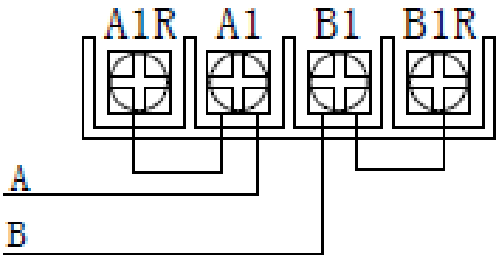
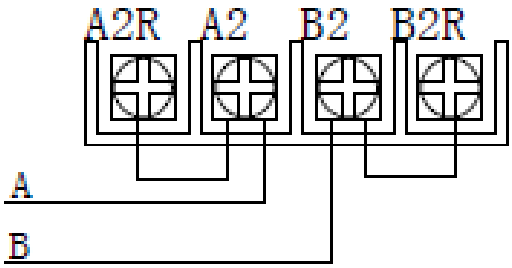


Из предыдущего электропривода

Электропривод в среднем положении при подключении нескольких устройств к одной шине с повторителями сигналов

Подключение электропривода, отправляющего сигнал ведущему устройству	Подключение электропривода, получающего сигнал от ведущего устройства
	
Из предыдущего электропривода / К следующему электроприводу	Из предыдущего электропривода / К следующему электроприводу

Электропривод в конечном положении при подключении нескольких устройств к одной шине с повторителями сигналов

Подключение электропривода, отправляющего сигнал ведущему устройству	Подключение электропривода, получающего сигнал от ведущего устройства
	
Из предыдущего электропривода / К следующему электроприводу	Из предыдущего электропривода / К следующему электроприводу

Примечание: Сопротивления суммарной нагрузки на плате MODBUS составляет 510Ω-120Ω-510Ω.

3. Программирование модуля MODBUS

Программирование блока управления электроприводом осуществляется в режиме местного управления LOCAL при помощи пульта дистанционного управления (ПДУ) или в режиме остановки STOP с помощью переключателя местного открытия- закрытия (LO-LC). Ниже приведено назначение функциональных клавиш ПДУ.

Up, Down – перемещение между разделами меню / настраиваемыми параметрами

Enter – переход на следующий уровень меню, выбор настраиваемого параметра, подтверждение значения параметра

Open, Close – выбор значения параметра

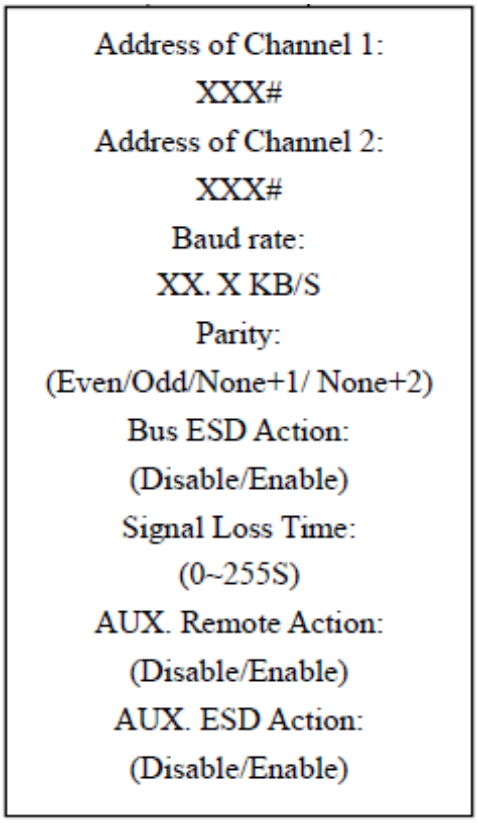
Stop – переход на предыдущий уровень меню

Вход в основное меню осуществляется нажатием любой из клавиш Up, Down, Stop, Enter.

После выбора требуемого значения необходимо подтверждение для записи его в память электропривода.

Внимание! Для корректной работы электропривода с полевой шиной после установки настроек протокола Modbus необходимо перезапустить электропривод отключением и повторным включением питания.

Для управления по Modbus необходимо задать параметры шины. В случае если электропривод оснащен двумя модулями интерфейса RS-485 основным и резервным необходимо настроить отдельные адреса каналов 1 и 2, если в конфигурации привода только один модуль интерфейса RS-485 - необходимо задать только адрес канала 1. Адрес канала — это идентификационный код ведомого устройства, используемый ведущим устройством для идентификации привода. Настройки, связанные с управлением по Modbus, выполняются в меню Bus Control «Управление шиной», показанном на рисунке ниже. Для установки параметров шины необходимо войти в меню Advanced Settings «Расширенные настройки» и выбрать пункт Bus Control «Управление шиной».



3.1. Адрес канала 1.

В меню Bus Control «Управление шиной» выберите параметр Address of Channel 1 «Адрес канала 1», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Значение можно изменить в диапазоне: 1-247.

3.2. Адрес канала 2.

В меню Bus Control «Управление шиной» выберите параметр Address of Channel 2 «Адрес канала 2», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Значение можно изменить в диапазоне: 1-247.

3.3. Скорость передачи данных

Скорость передачи данных определяет количество бит данных, передаваемых в сети управления, в единицах Кбит/с. В меню Bus Control «Управление шиной» выберите параметр Baud rate «Скорость передачи данных», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Значение можно изменить, доступно 8 фиксированных значений скорости передачи данных: 0,3 кбит/с, 0,6 кбит/с, 1,2 кбит/с, 2,4 кбит/с, 4,8 кбит/с, 9,6 кбит/с, 19,2 кбит/с, 38,4 кбит/с.

3.4. Бит четности

Данная настройка устанавливает бит четности для передачи данных по сети RS-485. В меню Bus Control «Управление шиной» выберите параметр Parity «Четность», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Значение можно изменить, доступны следующие конфигурации: Odd «Нечетный», Even «Четный», None+1bit «Нет+1бит», None+2bit «Нет+2бит».

3.5. Активация дистанционной аварийной команды ESD

В меню Bus Control «Управление шиной» выберите параметр Bus ESD Action «Активировать ESD», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Доступны два варианта значения: Disable «Отключить» или Enable «Включить». При включении данной опции, в случае получения аварийной команды ESD, привод будет выполнять действие в соответствии с настройкой пункта меню ESD Motion Position «Действие при ESD».

3.6. Время потери сигнала

Данная настройка определяет время отсутствия сигнала на шине при работе в режиме дистанционного управления. Потеря сигнала фиксируется, если привод не получает сигнал на протяжении установленного времени. Привод выполнит действие, определенное в меню "Действие при потере сигнала"(см. п.3.7). В меню Bus Control «Управление шиной» выбрать параметр Signal Loss Time «Время потери сигнала», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Значение можно изменить в диапазоне: 1-255 с.

3.7. Действие при потере сигнала

При отсутствии сигнала на шине в течение установленного времени (см. п.3.6) в режиме дистанционного управления приводом будет выполнено действие, выбранное в меню Bus Control «Управление шиной» в параметре Action On Signal Loss «Действие при потере сигнала». В меню Bus Control «Управление шиной» выберите параметр Action On Signal Loss «Действие при потере сигнала», на ЖК дисплее отобразится последнее установленное значение. Доступны три варианта настройки: Stayput (no action) «Оставаться на месте (без действия)», Closed (Закрыть), Open (Открыть).

3.8. Настройка дистанционных управляющих сигналов

Блоки управления с опцией Modbus имеют дополнительные входные контакты для дистанционного управления: ОТКРЫТЬ, ЗАКРЫТЬ, СТОП и аварийный сигнал ESD. Дополнительные контакты могут использоваться как вспомогательные сигналы для дистанционного управления, так и для обратной связи состояния логики цифрового протокола ведомого устройства с ведущим устройством. В меню Bus Control «Управление шиной» доступны параметры Auxiliary Remote Control «Вспомогательное дистанционное управление» и Auxiliary ESD «Вспомогательный дистанционный аварийный сигнал ESD».

Для обоих параметров доступно два значения: Disable «Отключить» или Enable «Включить».

Если "Удаленное вспомогательное управление" и "Аварийное вспомогательное отключение" отключены, вспомогательный контакт можно использовать для передачи логического состояния других устройств на управляющее устройство.

Если вспомогательное управление включено, то, когда на соответствующий входной контакт поступает управляющий сигнал, устройство отправляет логическую "1" на устройство управления. При отсутствии сигнала возвращается логический "0".

4. Технические характеристики

4.1. Основные параметры

4.1.1. Коммуникационный интерфейс: RS-485: 2x проводной (полудуплексный режим)

4.1.2. Протокол связи

Режим передачи данных: RTU 8-битные двоичные данные

Скорость передачи данных: 110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 бит/с

Количество бит в 1 кадре:

Стартовые биты – 1

Биты данных (LSB первый) – 8

Четность: нечетный, четный или отсутствует (четные биты не отправляются, если не выбрано ни одного). Стоп биты: 1 или 2

Проверка ошибок: циклический избыточный код CRC

Таймаут сообщения: 110 бит/с – 382 мс, 300 бит/с – 140 мс, 600 бит/с - 70 мс, 1200 бит/с - 35 мс, 2400 бит/с - 17.5 мс, 4800 бит/с - 8.75 мс, 9600 бит/с - 4.375 мс, 19200 бит/с - 2.2 мс, 38400 бит/с - 1.1 мс.

Адрес подчиненного устройства :

Адрес 0 используется для широковещательных сообщений.

По умолчанию адрес ведомого устройства установлен на 247, диапазон адресов для ведомых устройств — от 1 до 247. В пределах одного сегмента физически могут быть подключены только 32 узла, однако можно использовать адреса до 247. Для работы с более чем 32 узлами на одной шине потребуются внешние повторители.

4.2. Поддержка кодов функций Modbus

Коды функций, поддерживаемые модулем Modbus, приведены в таблице ниже

Название	Код	Описание
Read Coil Status	01	Чтение состояния отдельных выходных битов (катушек) ведомого устройства
Read Input Status	02	Чтение состояния отдельных битов дискретных входов ведомого устройства

Read Output Registers	03	Чтение содержимого выходных регистров ведомого устройства
Read Input Registers	04	Чтение содержимого входных регистров ведомого устройства
Force Single Coil	05	Запись одного бита (катушки) в состояние ВКЛ. или ВЫКЛ.
Pre-set Single Register	06	Запись данных в одиночный выходной регистр ведомого устройства
Pre-set Multiple Registers	16	Групповая запись нескольких регистров

Данные обратной связи передаются от подчинённого к ведущему устройству, а данные команд от ведущего устройства к подчинённому, т. е. входы ведущего устройства являются сигналами обратной связи, а выходы — командами.

4.3. Содержимое данных Modbus

4.3.1. Содержимое входного сигнала от исполнительного механизма (F02)

Таблица 4.1. Цифровые входы, значения бит адреса

Номер бита	Описание
00	=1 : Электропривод в работе (вращение электродвигателя)
01	=1 : Электропривод в положении «Закрыто»
02	=1 : Электропривод в положении «Открыто»
03	=1 : Срабатывание термозащиты электродвигателя
04	Зарезервировано
05	=1 : Переключатель режимов работы в положении “Местное управление”
06	=1 : Переключатель режимов работы в положении “Дистанционное управление”
07	Зарезервировано
08	=1 : Вращение выходного вала привода по часовой стрелке
09	=1 : Вращение выходного вала привода против часовой стрелки
10	=1 : Активация таймера прерывания
11	=1 : Позиционирование привода
12	Зарезервировано
13	Зарезервировано
14	=1 : Включено управление положением привода
15	=1 : Внутренняя ошибка связи привода
16	Зарезервировано
17	Зарезервировано
18	Зарезервировано
19	Зарезервировано
20	=1 : Дистанционная остановка; ＝0 : Нет команды дистанционной остановки
21	=1 : Дистанционное закрытие; ＝0 : Нет команды дистанционного закрытия
22	=1 : Дистанционное открытие; ＝0 : Нет команды дистанционного открытия
23	=1 : Дистанционный сигнал экстренной остановки ESD; ＝0 : Нет команды дистанционного сигнала экстренной остановки ESD

4.3.2. Содержимое состояния цифровых выходов (для F01, F05)

Таблица 4.2. Цифровые выходы

Адрес бита	Описание
00	Дистанционная остановка
01	Дистанционное закрытие
02	Дистанционное открытие
03	Дистанционное аварийное отключение (ESD)
04	Зарезервировано
05	Зарезервировано
06	Зарезервировано
07	Зарезервировано

Примечание: Значения бит сохраняются, даже если произошла остановка электропривода в режиме местного управления, а также при срабатывании термозащиты, отсутствии фазы, превышении крутящего момента, достижения крайних положений открыто/ закрыто, неисправности электропривода. Данные сохраняются до отключения электропитания, или стираются/перезаписываются с помощью команд функций F05/F15.

4.3.3 Содержимое входных регистров от исполнительного механизма (F04)

Таблица 4.3. Входные регистры

Адрес регистра	Описание	Значение
0	Зарезервировано	00~FF
1	Обратная связь по фактическому положению (FF=100%)	00~FF
2	Обратная связь регулируемого положения	00~FF
3~1023	Зарезервировано	---

4.3.4. Содержимое выходных регистров исполнительного механизма (F03, F06, F16)

Таблица 4.4. Выходные регистры

Адрес регистра	Описание	Значение (HEX)
0	Управление приводом	0-3, 10xx, 20xx
1	Текущее положение	0-FF (0-100%)
2	Зона нечувствительности	0-FF (0-25.5%)
3	Зарезервировано	
4	Минимальное положение	0-FF (0-100%)
5	Максимальное положение	0-FF (0-100%)

Примечание: управление приводом с использованием регистра 0, отличается от записи битового значения катушки, поскольку команда подается один раз, что позволяет отменить операцию, например, при помощи команды “Стоп” в режиме местного управления или срабатывании термозащиты.

Регистр управления приводом (регистр 0) может быть предварительно установлен на одно из шести значений (СТОП, ЗАКРЫТЬ, ОТКРЫТЬ, ESD, ЗАКРЫТИЕ сокращенный диапазон, ОТКРЫТИЕ сокращенный диапазон) с использованием кода 6 или 16. При чтении этого регистра, на ведущее устройство возвращается либо последнее полученное значение, либо ноль, если этот регистр не был предварительно установлен. Четыре

допустимых значения для регистра управления приводом (регистр 0) приведены в таблице ниже.

Таблица 4.5. Регистр управления приводом

Значение регистров (HEX)	Функция
00 00	Стоп
01 00	Закрыть
02 00	Открыть
03 00	ESD
10 xx	Закрытие (пошаговое движение)
20 xx	Открытие (пошаговое движение)

Регистр заданного положения (регистр 1) может быть предварительно установлен на требуемое значение. В этом случае привод перемещается в заданное положение, на которое указывает значение в старшем байте данных, если значение в младшем байте данных равно 00. Привод переходит в позицию закрытия, указанную в старшем байте данных, если значение в младшем байте данных равно 01. Привод переходит в позицию открытия, указанную в старшем байте данных, если значение в младшем байте данных равно 02.

Зона нечувствительности используется при управлении приводом через регистр заданного положения. Зона нечувствительности влияет на точность позиционирования. Она определяет, насколько близко к заданному положению будет перемещаться привод до остановки двигателя. Данный параметр необходимо учитывать при управлении арматурой. Например, при закрытии арматуры с помощью команды положения 0%, электропривод остановится с учетом зоны нечувствительности, не закрывая арматуру полностью.

При необходимости возможна установка уменьшенного хода привода для неполного открытия и (или) закрытия арматуры, чтобы положение 0% (или 100%) не совпадало с полностью закрытым или полностью открытым положением. Чтобы привод учитывал ограниченное положение диапазона, необходимо задать диапазон минимальной и максимальной позиции с помощью инфракрасного пульта настройки в режиме местного управления или через соответствующий регистр по протоколу Modbus RTU. По умолчанию установлен 100% диапазон хода от полностью открытого до полностью закрытого положения концевых выключателей.

4.4. Описание кодов функций Modbus

4.4.1. Функциональный код F01

Ведущее устройство считывает сигнал от вспомогательных портов дистанционного управления электропривода. Состояние логической единицы характеризуется как включенное. Расшифровка выходного сигнала приведена в п.4.3.2.

Функция F01 используется для запроса статуса выходов переключателей привода (см. таблицу 4.3). Например, если состояние удаленной остановки и удаленного закрытия ведомого устройства с адресом 6 установлено в 1, а остальные в 0, то чтение состояния переключателей с 00001 по 00004 (логический адрес минус 1, т.е. с 0000 по 0003) может выглядеть следующим образом:

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контроль -ная сумма (CRC)
06	01	00	00	00	04	CRC

Ответ, предполагающий, что закрытие в режиме дистанционного управления установлены в логическую 1, будет следующим:

Адрес	Код функции	Количество байт данных	Данные	Контроль -ная сумма (CRC)
06	01	01	03	CRC

Примечание: для ускорения работы и сокращения количества опросов ведущего устройства предпочтительнее использовать одновременный запрос всех значений, например, при запросе на начальный адрес: 0x0000, с указанием длины данных 0x0008, происходит единовременное считывание, что позволяет считывать статус сразу восьми выходных катушек.

4.4.2. Функциональный код F02

Данная функция позволяет пользователю получить информацию о состоянии цифровых входов, включая 4 дополнительных входа дистанционного управления. Входы отображены согласно таблице 4.2.

Пример запроса от ведущего контроллера для считывания статуса всех цифровых входов у ведомого устройства с адресом 06:

Адрес	Код функции	Старший байт начально го адреса	Младший байт начально го адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контроль -ная сумма (CRC)
06	02	00	00	00	18	CRC

Как и в случае с функциональным кодом 01, данные распределены по одному биту для каждого входа, с адресуемыми данными в позиции младшего бита. Порядок байт возвращается в следующей последовательности: младший байт первым, старший байт последним. Ответ на запрос выше будет иметь следующий формат:

Адрес	Код функции	Кол-во байт	Данные младший байт бит 7-0	Данные бит 15-8	Данные старший байт бит 23-16	Контроль -ная сумма (CRC)
06	02	03	xx	xx	xx	CRC

Запрос ведущего устройства может содержать любое количество бит данных, начиная с произвольного места в области данных, при условии, что запрос на чтение не выйдет за пределы бита 23 (ведущее устройство выдаст ответ с кодом ошибки).

Пример запроса ведущего ведомому устройству с адресом 06 для считывания бит данных в диапазоне от 3 до 14:

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контроль-ная сумма (CRC)
06	02	00	03	00	0C	CRC

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	Код функции	Кол-во байт	Данные младший байт бит 10-3	Данные старший байт бит 14-11	Контроль - ная сумма (CRC)
06	02	02	xx	xx	CRC

4.4.3 Код функции F03

Данная функция предназначена для чтения выходных регистров управления приводом, уставке положения, значений зоны нечувствительности, а также максимального и минимального положения, используемым в функции регулирования, как показано в таблице 4.5.

Примечание: значение, полученное от ведомого устройства, может не отражать действия, выполненные с момента предыдущей команды записи в регистр, например, вызванные командами управления катушками или локальным/удаленным управлением привода

Пример запроса на чтение текущего значения настройки зоны нечувствительности с адресом привода 06:

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контроль-ная сумма (CRC)
06	03	00	02	00	01	CRC

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	Код функции	Кол-во байт	Старший байт данных	Младший байт данных	Контроль - ная сумма (CRC)
06	03	02	00	0C	CRC

В данном примере ответ указывает на настройку мертвой зоны 5% (значение 0x0C в шестнадцатеричной системе составляет 5% от значения 0xFF).

Примечание: для ускорения работы и сокращения количества опросов ведущего устройства рекомендуется использовать начальный адрес 0x0000 и длину данных 0x0006, что позволяет за один раз считывать все команды управления и параметры настройки, а затем обработать их единовременно.

4.4.4 Код функции F04

Данная функция предназначена для чтения регистра с данными о текущем положении привода. Данные о положении представлены как 8-битное число, при этом 100% положения всегда представляется значением 255 (0xFF). Данные приведены в таблице 4.4.

Пример запроса на чтение текущего значения положения устройства с адресом 06:

Адрес	**Код функции**	**Старший байт начального адреса**	**Младший байт начального адреса**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контроль-ная сумма (CRC)**
06	04	00	01	00	01	CRC

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	**Код функции**	**Кол-во байт**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контроль - ная сумма (CRC)**
06	04	02	00	35	CRC

В данном примере ответ указывает положение привода около 21%.

4.4.5 Код функции F05

Эта функция позволяет ведущему устройству записать значение 0xXXXX для включения или отключения одиночной катушки (флага) или переключения реле привода. Привод в ответе возвращает то же значение.

Примечание: Значение 0xFF00 обозначает активацию, а 0x0000 — деактивацию. В режиме местного управления (LOCAL) и остановки (STOP) команда сохраняется, но операция привода не выполняется, пока ручка управления не будет возвращена в дистанционный режим управления приводом (REMOTE), и будут отсутствовать аварийные сигналы.

Пример запроса на дистанционное закрытие привода с адресом 06:

Адрес	**Код функции**	**Старший байт начального адреса**	**Младший байт начального адреса**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контроль-ная сумма (CRC)**
06	05	00	01	FF	00	CRC

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	**Код функции**	**Старший байт начального адреса**	**Младший байт начального адреса**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контроль-ная сумма (CRC)**
06	05	00	01	FF	00	CRC

Примечание: при записи значения в регистр от 0x000 до 0x003 управление немедленно выходит из ранее установленного режима.

4.4.6 Код функции F06

Эта функция позволяет ведущему устройству отправить в ведомое устройство однократную команду управления или установки значения внутренних параметров привода.

Пример записи в регистр 0x0001 значения 0x8000 для перемещения привода с адресом 06 в среднее положение (50%).

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контрольная сумма (CRC)
06	06	00	01	80	00	CRC

После получения заданной точки положения привод перейдет в режим позиционирования, в котором будет находиться до получения другой команды, например записи значения катушки (COIL) или команды на перемещение другое положение, записанной в регистр управления.

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контрольная сумма (CRC)
06	06	00	01	FF	00	CRC

Пример запроса на перевод привода с адресом 06 в положение закрытия на 10% требуется отправить следующую команду:

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контрольная сумма (CRC)
06	06	00	01	1A	01	CRC

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	Код функции	Старший байт начального адреса	Младший байт начального адреса	Старший байт данных	Младший байт данных	Контрольная сумма (CRC)
06	06	00	01	1A	01	CRC

Примечание: В команде регулировки позиции значение младшего байта используется для указания следующих действий:

0x00 — переход привода в позицию, значение которой указано в старшем байте данных.

0x01 — значение старшего байта данных определяет направление, в котором необходимо двигаться, и значение на которое привод перемещает арматуру.

0x02 — позволяет приводу открываться, направление и амплитуда задаются старшим байтом данных.

Пример записи в регистр управления приводом (логический адрес 0000) значение 32 (0x20) на открытие привода на 5 секунд (на младшем байте данных установлено 0x00). В

этом случае режим удержания или время выполнения определяются заранее (значение по умолчанию при включении составляет 3 секунды).

Пример запроса ведущего устройства будет иметь вид:

Адрес	**Код функции**	**Старший байт начального адреса**	**Младший байт начального адреса**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контроль-ная сумма (CRC)**
06	06	00	00	20	05	CRC

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	**Код функции**	**Старший байт начального адреса**	**Младший байт начального адреса**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контроль-ная сумма (CRC)**
06	06	00	00	20	05	CRC

Примечание:

Коды функции (F05/F06/F15/F16) поддерживают широковещательную адресация для команд "STOP" или "ESD", для команд "Open" и "Close" она не поддерживается. При получении команды управления регистр немедленно выходит из режима регулировки.

Для обеспечения полного открытия или закрытия следует использовать команду открытия/закрытия в регистре управления, а точное позиционирование можно гарантировать только в пределах зоны нечувствительности.

4.4.7 Код функции F16

Описание: Эта функция позволяет главному устройству (PC) одновременно записать несколько регистров (как указано в таблице 4.5) ведомого устройства (привода).

Применение данной функции схоже с F06, отличием F16 является возможность записать несколько регистров за одну операцию.

Пример запрос к ведомому устройству с адресом 06 на установку двух параметров: положения привода в позицию 100% и зону нечувствительности 5%:

Адрес	**Код функции**	**Старший байт адреса**	**Младший байт адреса**	**Старший байт длины данных**	**Младший байт длины данных**	**Количество байт данных**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Старший байт данных**	**Младший байт данных**	**Контрольная сумма (CRC)**
06	10	00	01	00	02	04	00	FF	00	0F	CRC
							Положение		Зона нечувстви-тельности		

Ответ ведомого устройства будет иметь следующий вид:

Адрес	Код функции	Старший байт адреса	Младший байт адреса	Старший байт длины	Младший байт длины	Контр. сумма (CRC)
06	10	00	01	00	02	CRC

Примечание: при отправке команд управления рекомендуется сначала настроить зону нечувствительности, реле управления, а также пределы положения (по умолчанию нижний предел 0x00, верхний предел 0xFF). Настроенные параметры остаются действительными до изменения.

4.4.8 Сообщения об ошибках

Если модуль Modbus обнаруживает ошибку, из-за которой запрос не может быть корректно обработан (например, ошибка CRC), то ответ не формируется. Если ведомое устройство может корректно обработать запрос ведомого, но запрашиваемая операция не поддерживается или данные выходят за допустимые пределы, ведущему устройству отправляется сообщение об ошибке. В таблице 4.6 приведены коды ответов ошибок.

Таблица 4.6. Коды ошибок

Код ошибки	Описание
1	Недопустимая функция
2	Недопустимый адрес данных
3	Недопустимое значение данных

Пример ответа ведомого устройства с адресом 06 при ошибке:

Адрес	Код функции (см. примечание ниже)	Код ошибки (см. таблицу 4.6	Контрольная сумма (CRC)
06	XX	YY	CRC

Примечание: Код функции XX = 80H + код функции запроса ведущего устройства.

4.4.9 Ограничения широковещательных запросов

В спецификации протокола Modbus функции 5, 6, 8 и 16 поддерживают широковещательную рассылку. Чтобы минимизировать вероятность ошибок в работе привода, в программном обеспечении модуля Modbus добавлены ограничения, при которых для широковещательных сообщений доступны только операции ESD и STOP с использованием кода функции 5 или 6, тогда как OPEN и CLOSE отключены. Команды для других регистров разрешены.

Приложение: Общие команды

Ниже приведены запросы ведущего и ответы ведомого в шестнадцатеричном формате.

Операция	Сообщение ведущего с учетом CRC	Вариант ответа ведомого устройства с учетом CRC
Команда остановки (с самоподдержкой)	06050000FF008D8D (включение) 060500000000CC7D (отключение)	06050000FF008D8D 060500000000CC7D
Команда закрытия (с самоподдержкой)	06050001FF00DC4D (включение) 0605000100009DBD (отключение)	06050001FF00DC4D 0605000100009DBD
Команда открытия (с самоподдержкой)	06050002FF002C4D (включение) 0605000200006DBD (отключение)	06050002FF002C4D 0605000200006DBD
Команда аварийного отключения (с самоподдержкой)	06050003FF007D8D (включение) 0605000300003C7D (отключение)	06050003FF007D8D 0605000300003C7D
Команда остановки (однократное выполнение)	060600000000887D	060600000000887D
Команда закрытия (однократное выполнение)	06060000010089ED	06060000010089ED
Команда открытия (однократное выполнение)	060600000200891D	060600000200891D
Команда аварийного отключения (однократное выполнение)	060600000300888D	060600000300888D
Открытие на заданное значение xx (однократное выполнение)	0606000020xxCRC (0≤xx≤255)	0606000020xxCRC (0≤xx≤255)
Закрытие на заданное значение xx (однократное выполнение)	0606000010xxCRC (0≤xx≤255)	0606000010xxCRC (0≤xx≤255)
Перемещение в указанное положение (однократное выполнение)	060600018000B87D (перемещение в положение 50 %) 060600011000D47D (перемещение в положение 6 %) 06060001C00089BD (перемещение в положение 75 %)	060600018000B87D 060600011000D47D 06060001C00089BD

Запрос статуса (0–15 бит ВКЛ/ВЫКЛ)	0602000000107871	060202xxxxCRC
Запрос физического положения и позиции (2 байта)	06040001000221BC	060404xxxxxxxxCRC
Настройка параметров (4 байта)	06100002000408002000300400 0BA291D Зона нечувствительности = 2 %, мин. положение = 25 %, макс. положение = 69 %	06100002000461BD