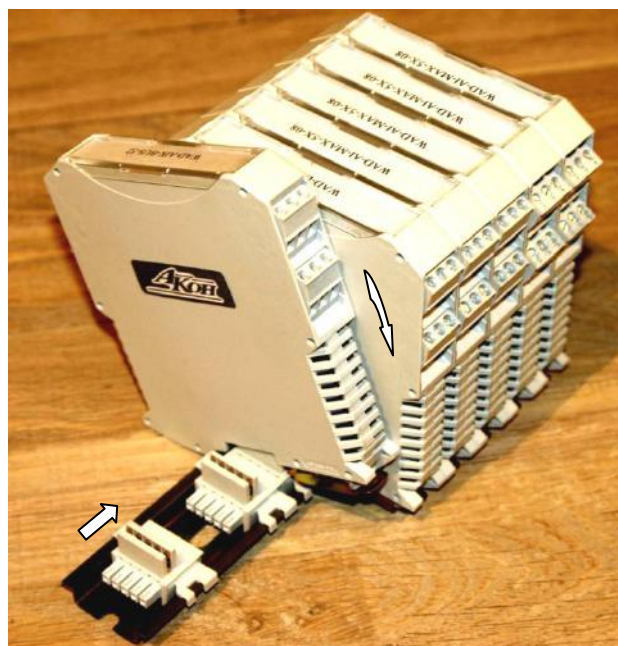


Серия модулей УСО WAD-...-BUS и WAD-...-USB

Техническое описание

WAD-STEP-BUS

Модуль управления униполярными 4-х и/или 6-ти фазными шаговыми двигателями, имеющий интерфейс RS-485 и предназначенный для построения распределенных систем управления и сбора данных



Содержание.

1. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	- 3 -
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО МОДУЛЯ	- 3 -
1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ WAD-STEP-BUS.....	- 3 -
1.3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ МОДУЛЯ С ВНЕШНИМ УПРАВЛЕНИЕМ.	- 4 -
1.4. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ МОДУЛЯ С ВНУТРЕННИМ УПРАВЛЕНИЕМ.	- 4 -
1.5. НАЗНАЧЕНИЕ КОНТАКТОВ РАЗЪЕМОВ.	- 5 -
1.6. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕТИ RS-485.....	- 7 -
2. ПРОГРАММНАЯ НАСТРОЙКА МОДУЛЯ	- 8 -
2.1. КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЯ И ПРОГРАММА «АДМИНИСТРАТОР»	- 8 -
2.2. НАСТРОЙКА И РАБОТА С МОДУЛЕМ ЧЕРЕЗ ПРОГРАММУ «АДМИНИСТРАТОР»	- 9 -
3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ МОДУЛЯ.....	- 11 -
3.1. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА MODBUS RTU.	- 11 -
3.1.1. Описание формата команды 0x03	- 12 -
3.1.2. Описание формата команды 0x10	- 13 -
3.2. КАРТЫ РЕГИСТРОВ МОДУЛЯ.....	- 15 -
3.2.1. Карта регистров системного объекта	- 15 -
3.2.2. Карта регистров объекта для управления ШД	- 17 -

1. Аппаратное обеспечение.

1.1. Назначение и устройство модуля.

Модуль WAD-STEP-BUS предназначен для управления униполярными шаговыми двигателями. Имеется два варианта исполнения. В первом случае устройство управляет двигателем посредством сигналов CLK и DIR задаваемых пользователем на соответствующие входы. Во втором варианте управляющие команды приходят модулю через интерфейс RS485. Для обоих вариантов исполнения имеются входы для подключения блокировочных выключателей. При наличии сигнала на соответствующем выключателе движение в эту сторону будет невозможным. В случае применения интерфейса RS485 модуль сам генерирует S-кривые разгона/торможения, тем самым упрощает управление двигателем и обеспечивает оптимальные характеристики движения. Модуль также предоставляет возможность настроить количество фаз и режим шага – шаг/полушаг.

Конструктивно модуль рассчитан для работы, как в единственном числе, так и для построения систем с числом модулей до 127, объединённых по системной шине. Шина создаётся на DIN-рейке установкой соответствующего числа миниатюрных системных разъёмов, формируя собой подобие компактной материнской платы, или “бэк-плейна”. Сами модули являются неразборными, легко и надёжно устанавливаются и снимаются в любом порядке, не “мешая” соседним. Допускается “горячая” замена, в т.ч. без остановки технологического цикла и управляющей программы.

Все наружные цепи модулей (входы, питание, интерфейс) надёжно защищены от перегрузок.

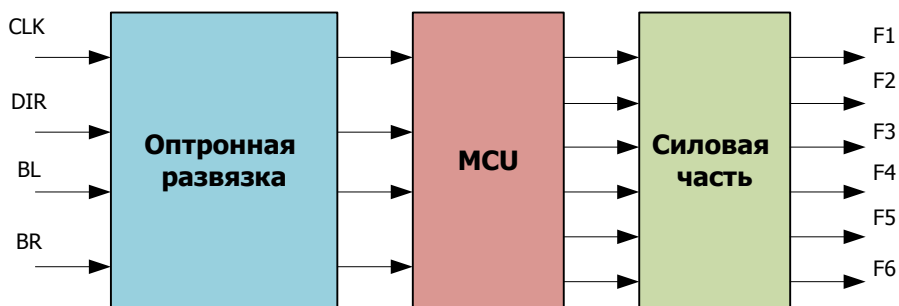
Корпус модуля выполнен из высококачественного ударопрочного пластика, отличается надёжностью, высокой точностью изготовления, термостойкостью, отличным дизайном, металлической защёлкой на DIN-рейку.

1.2. Технические характеристики WAD-STEP-BUS.

СВОЙСТВО	ЗНАЧЕНИЕ
Поддерживаемые типы двигателей	Униполярные
Количество фаз	4/6
Режим шагов	шаг/полушаг
Максимальный ток фазы	5А
Напряжение питания модуля (постоянное)	6,5...30В
Напряжение питания двигателя	3...36В
Эксплуатационный температурный диапазон	-40...+80 °С
Допустимая влажность воздуха	До 90% без конденсации
Потребляемая мощность	не более 1,5Вт
Средний срок службы, лет	12
Средняя наработка на отказ, часов	60 000
Габариты	114x105x17,5 мм
Вес	110 г

1.3. Структурная схема и принцип работы модуля с внешним управлением.

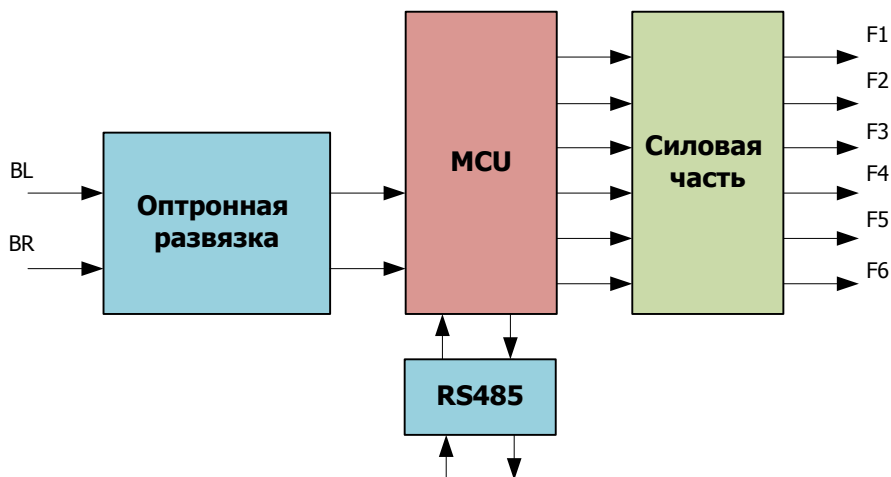
Модуль состоит из следующих узлов: оптронная развязка, микроконтроллер и силовая часть.



Для управления двигателем модулю необходимо сформировать два сигнала: сигнал тактовой частоты, определяющий скорость вращения (перебора шагов) и сигнал направления, указывающий направление вращения. Для автоматической остановки двигателя используется информация от блокировочных концевых выключателей. Если сигнал от блокировочного выключателя присутствует, то движение в эту сторону будет заблокировано.

1.4. Структурная схема и принцип работы модуля с внутренним управлением.

Модуль состоит из следующих узлов: оптронная развязка, микроконтроллер, силовая часть и цепи формирования сигналов интерфейса RS485.

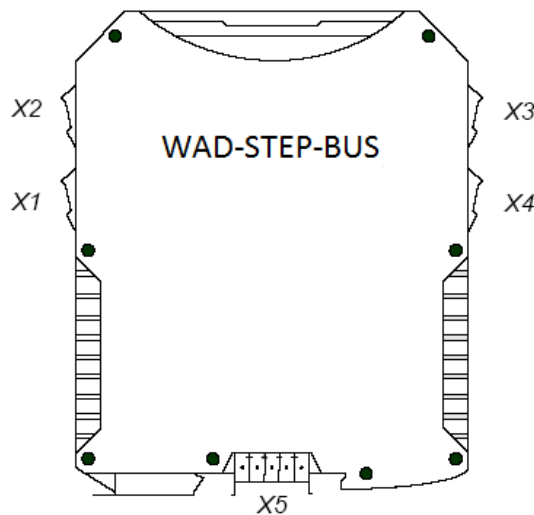


В данной конфигурации для управления двигателем модулю необходимо формировать команды, указывающие, с какой скоростью и в каком направлении нужно сделать указанное количество шагов. Перед стартом микроконтроллер рассчитает параметры для кривых разгона и торможения и начнет вращение. После прохода указанного количества

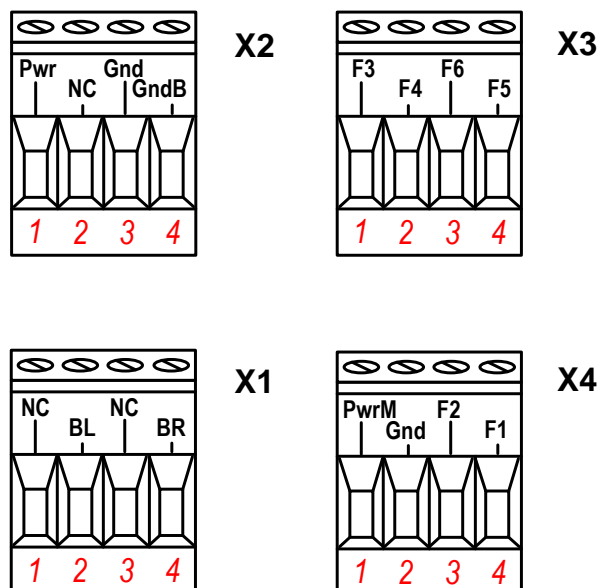
шагов двигатель останавливается. Микроконтроллер также учитывает общее количество шагов в обоих направлениях. Если двигатель вращается по часовой стрелке, то общий счетчик шагов увеличивается. Если двигатель вращается против часовой стрелки, то общий счетчик шагов уменьшается. Таким образом, можно контролировать положение управляемого механизма. Для автоматической остановки двигателя используется информация от блокировочных концевых выключателей. Если сигнал от блокировочного выключателя присутствует, то движение в эту сторону будет заблокировано. При срабатывании левого концевого выключателя можно автоматически сбрасывать общий счетчик шагов (опция).

1.5. Назначение контактов разъемов.

Модуль WAD-STEP-BUS имеет 2 типа разъемов: 4 сигнальных 4-х контактных клеммника (X1-X4) и один системный 5-ти контактный разъём (X5).



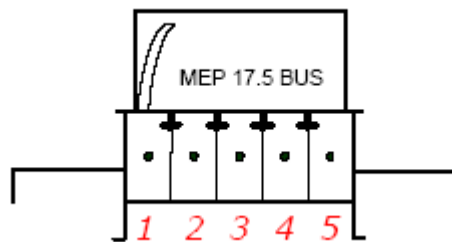
Внешний вид разъемов X1-X4:



Назначение контактов разъемов X1-X4:

Разъём X2:			
1	2	3	4
<u>Pwr</u> (Питание логики: +12В)	<u>NC</u> (Не используется)	<u>Gnd</u> (Общий логики)	<u>GndB</u> (Общий концевиков)
Разъём X1:			
1	2	3	4
<u>NC</u> (Не используется)	<u>VL</u> (Левый концевик)	<u>NC</u> (Не используется)	<u>VR</u> (Правый концевик)
Разъём X3:			
1	2	3	4
<u>F3</u> (фаза 3)	<u>F4</u> (фаза 4)	<u>F6</u> (фаза 6)	<u>F5</u> (фаза 5)
Разъём X4:			
1	2	3	4
<u>PwrM</u> (Питание двигателя)	<u>Gnd</u> (Общий питания двигателя)	<u>F2</u> (фаза 2)	<u>F1</u> (фаза 1)

Внешний вид разъема X5:



Назначение контактов разъема X5:

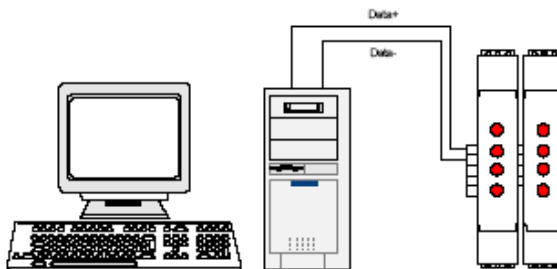
Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	Data+	Линия Data+ интерфейса RS-485
2	Data-	Линия Data- интерфейса RS-485
3		
4		
5		

1.6. Подключение к сети RS-485.

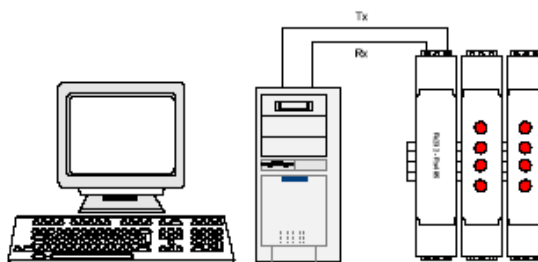
Подключение к сети заключается в одноимённом соединении двух линий DATA+ и DATA- головного вычислителя (компьютера, или выхода преобразователя RS232/RS485) и модуля WAD-...-BUS (или группы модулей, соединённых по системной шине).

Модуль WAD-STEP-BUS предназначен для работы в сетях типа Master-Slave, при этом, выступая всегда в роли Slave. При подключении нескольких устройств к сети нужно позаботиться о том, чтобы адрес каждого модуля в пределах сети был уникальным, и у всех модулей была установлена одинаковая скорость обмена. Поэтому, если адреса и скорости обмена неизвестны, рекомендуется производить настройку *каждого модуля в отдельности*, используя программу “Администратор” (см. п 2.1), и лишь потом подключить их в одну сеть.

Как пример приведем схему подключения двух таких модулей к вычислительной сети, которая в качестве мастера использует ПК. Для начала нужно настроить оба устройства в отдельности (если их предустановленные адреса и скорости обмена не известны), и потом подключить в сеть.



Если вычислитель не имеет встроенного интерфейса RS-485, то необходимо использовать преобразователь интерфейса RS-485/RS-232 типа WAD-RS232/485-BUS или аналогичный.



Каких-либо особенностей подключения интерфейса не имеет, нужно только учитывать, что допустимая протяжённость линии связи интерфейса RS-232 не превышает 10-20 метров, в то время как RS-485 позволяет проводить связь на расстоянии более километра. Чем длиннее линия связи, тем ниже будет максимально возможная скорость обмена. “Стандартной” является скорость 9600 бод, которая достаточна для решения подавляющего большинства задач.

Формат пакета данных, используемый при обмене с модулем, имеет следующие характеристики: количество бит данных – 8, контроль четности – нет, количество стоп-битов – 1.

2. Программная настройка модуля.

2.1. Конфигурирование модуля и программа «Администратор»

Настройка модуля производится посредством интерфейса RS485. Для настройки рекомендуется использовать стандартный инструментарий, которым является программа «Администратор». Или можно использовать, опираясь на описание протокола обмена, собственные средства. Программа «Администратор» предназначена для настройки и проверки работоспособности модулей, разработанных компанией АКОН.

В «Администраторе» настройка модуля производится посредством наглядных графических структур, относящихся к настраиваемому объекту.

Для настройки модуля с помощью «Администратора» необходимо выполнить следующие шаги:

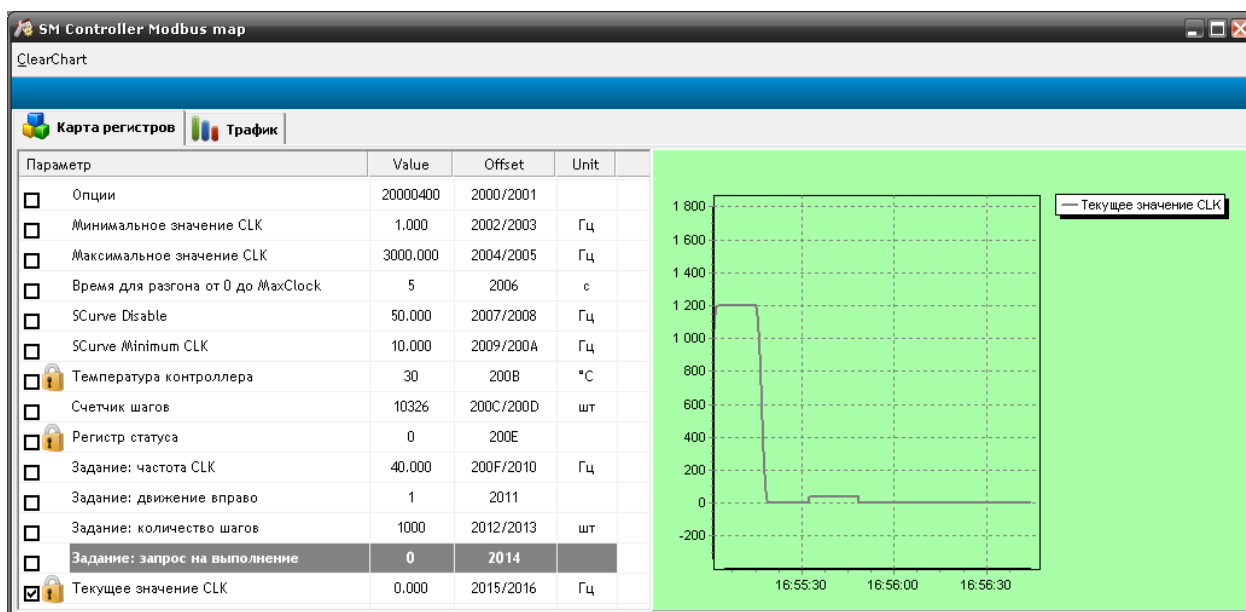
1. Подключить устройство к компьютеру. (См. раздел «Подключение к сети RS-485»)
2. Запустить программу "Администратор" из комплекта поставки.
3. Выбрать "Шина", "Настройки", задать COM-порт и скорость обмена.
4. Выбрать "Шина", "Подключить".
5. Выбрать "Устройства", "Обнаружение устройств". Двойным щелчком выбрать нужное устройство из найденных на шине.
6. В открывшемся окне двойным щелчком выберите нужный объект модуля.
7. Используя функции «Администратора» произвести настройку устройства.
8. Выходя из программы, записать настройки во Флэш-память модуля.

Программа «Администратор» поддерживает весь спектр устройств серии WAD-...-BUS. Функции «Администратора» по настройке конкретной модели устройства приводятся в техническом описании на данное устройство.

Общие функции «Администратора» приведены в разделе «Помощь» программы «Администратор».

2.2. Настройка и работа с модулем через программу «Администратор»

В Администраторе окно управления и настройки модуля имеет следующий вид.



В этом окне приведен список параметров модуля, с помощью которых происходит настройка и управление двигателем.

Для вращения на N шагов в нужном направлении в регистр 200A записываем требуемое значение частоты, в 200B ноль(влево)/единицу(вправо), в 200C...200D количество шагов, в 200E единицу. Пример 1. Пусть нужно выполнить 20000 шагов вправо на скорости 700 шагов в секунду, тогда:

Регистр	Название	Значение
200A	Задание: частота CLK	700
200B	Задание: движение вправо	1
200C - 200D	Задание: количество шагов	20000
200E	Задание: выполнить	1

Пример 2. Пусть нужно выполнить 1000 шагов влево на скорости 100 шагов в секунду, тогда:

Регистр	Название	Значение
200A	Задание: частота CLK	100
200B	Задание: движение вправо	0
200C - 200D	Задание: количество шагов	1000
200E	Задание: выполнить	1

Если двигатель уже вращается его можно принудительно остановить двумя способами: 1 – плавная остановка, 255- немедленная остановка.

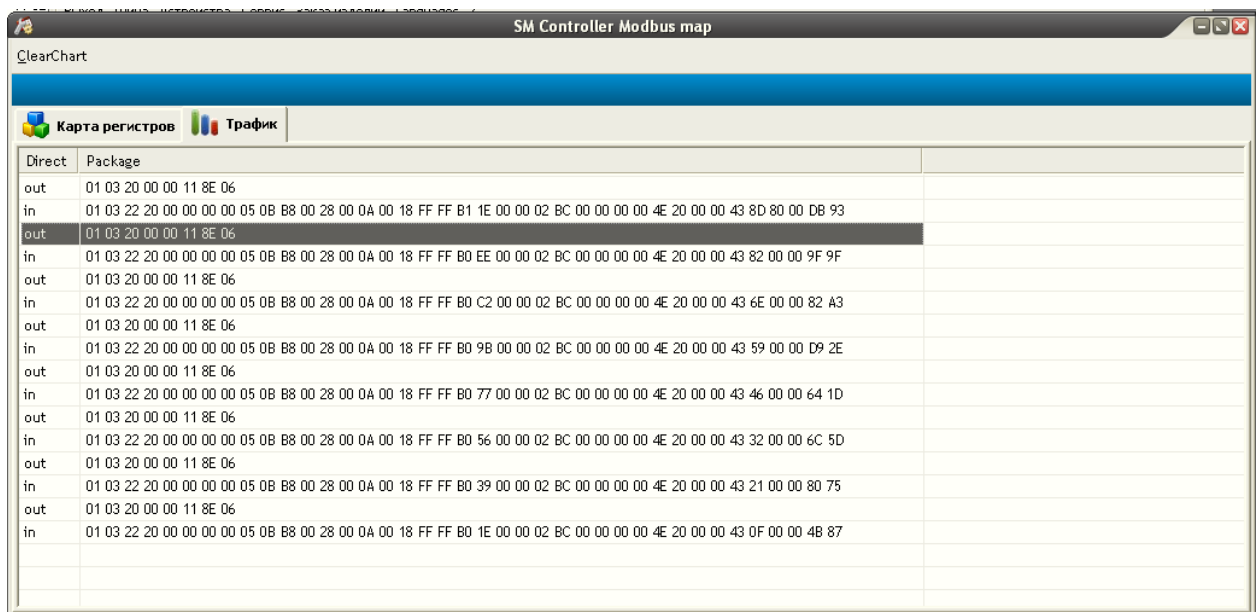
Пример плавной остановки:

Регистр	Название	Значение
200A	Задание: частота CLK	0
200B	Задание: движение вправо	Something
200C - 200D	Задание: количество шагов	Something
200E	Задание: выполнить	1

Пример немедленной остановки:

Регистр	Название	Значение
200A	Задание: частота CLK	Something
200B	Задание: движение вправо	Something
200C - 200D	Задание: количество шагов	Something
200E	Задание: выполнить	255

С помощью программы АКОН Администратор можно просмотреть генерируемый ею трафик. Для этого откройте вкладку «Трафик» и в контекстном меню на списке Выберите пункт «Show traffic»



Через контекстное меню можно также отключать просмотр трафика, очищать список и копировать выделенное сообщение в буфер обмена.

3. Программирование модуля

3.1. *Протокол обмена Modbus RTU.*

Протокол предполагает одно активное устройство в линии (master), которое может обращаться к нескольким пассивным устройствам (slave), обращаясь к ним по уникальному в линии адресу. Синтаксис команд протокола позволяет адресовать 254 устройства. Физическим уровнем протокола Modbus, как правило, является линия стандарта RS485. Инициатива проведения обмена всегда исходит от ведущего устройства. Ведомые устройства прослушивают линию связи. Мастер подает запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания линии связи. Ведомое устройство отвечает на запрос, пришедший в его адрес. Окончание ответной посылки мастер определяет, определяя временные интервалы между окончанием приема предыдущего байта и началом приема следующего. Если этот интервал превысил время, необходимое для приема трех байт на заданной скорости передачи, прием кадра ответа считается завершенным.

3.1.1. Описание формата команды 0x03

Команда 0x03 предназначена для чтения нескольких регистров с устройства. Формат запроса:

Поле	Ширина поля в байтах
Сетевой адрес устройства	1
Код команды	1
Номер регистра	2
Количество регистров	2
CRC	2

Формат ответа:

Поле	Ширина поля в байтах
Сетевой адрес устройства	1
Код команды	1
Число байт в принимаемых данных	1
Данные	X
CRC	2

Пример послышки устройства master на чтение регистра 0x0002:

Сетевой адрес	Код команды	Номер регистра	Количество регистров	CRC
01	03	00 02	00 01	25 CA

Ответ устройства slave на запрос чтения (Пусть, например, значение регистра 0x0002 равно 0x5511):

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC
01	03	02	55 11	47 18

3.1.2. Описание формата команды 0x10

Команда 0x10 предназначена для установки нескольких регистров устройства. Формат запроса:

Поле	Ширина поля в байтах
Сетевой адрес устройства	1
Код команды	1
Номер регистра	2
Количество регистров	2
Число байт	1
Данные	X
CRC	2

Формат ответа:

Поле	Ширина поля в байтах
Сетевой адрес устройства	1
Код команды	1
Номер регистра	2
Количество регистров	2
CRC	2

Посылка устройства master на установку значения 0x1234 в регистр 0x0003:

Сетевой адрес	Код команды	Номер регистра	Количество регистров	Число байт	Данные	CRC
01	10	00 03	00 01	02	12 34	AB 14

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Номер регистра	Количество регистров	CRC
01	10	00 03	00 01	F1 C9

Функция для вычисления CRC на языке Object Pascal.

```
function CalculateCRC (DataPtr: Pointer; DataSize: Cardinal): word;
var
  i, j: Cardinal;
begin
  result := $ffff;

  for i := 0 to DataSize - 1 do
  begin
    result := Result xor (PByte (Cardinal (DataPtr) + i) ^);

    for j := 1 to 8 do
    begin
      if (Result and 1) = 1 then
      begin
        result := Result shr 1;
        result := Result xor $A001;
      end
      else
      begin
        Result := Result shr 1;
      end;
    end;
  end;
end;
```

Функция для вычисления CRC на языке Си.

```
unsigned short mbCrcExt(unsigned char *buf, unsigned short size)
{
  unsigned short crc;
  unsigned char bit_counter;

  crc = 0xFFFF;           // initialize crc

  while ( size > 0 )
  {
    crc ^= *buf++;        // crc XOR with data
    bit_counter=0;        // reset counter

    while ( bit_counter < 8 )
    {
      if ( crc & 0x0001 )
      {
        crc >>= 1;        // shift to the right 1 position
        crc ^= 0xA001;    // crc XOR with 0xA001
      }
      else
      {
        crc >>=1;         // shift to the right 1 position
      }

      bit_counter++;      // increase counter
    }

    size--;                // adjust byte counter
  }

  return ((unsigned short)((crc << 8) | (crc >> 8))); // final result of crc
}
```

3.2. Карты регистров модуля

3.2.1. Карта регистров системного объекта

Системный объект предназначен для идентификации устройства и задания параметров обмена.

Регистр, HEX	Название	Назначение	Размерность
0000 – 0001	Код изделия		
0002 – 0003	Серийный номер		
0004 – 0005	Маска каналов		
0006 – 0007	Адрес и скорость обмена		
0008 – 0009	Запрос на сохранение в Flash		
000A – 000B	Запрос на чтение с Flash		
000C – 000D	Резерв (Для внутреннего использования)		

Код типа устройства это длинное целое беззнаковое число, указывающее код устройства. Для модуля WAD-STEP-BUS его значение равно *0x001F*. После подключения устройства и запуска программы «Администратор» нужно произвести подключение к СОМ-порту и выбрать скорость обмена. Следует учесть два способа сканирования в зависимости от количества подключенных к сети устройств.

Сканирование по скоростям. Когда к сети подключено всего одно устройство, то можно выбрать метод сканирования, называемый скоростным. Так как модули поддерживают широкополосные запросы (адрес: 0x00), то в данном методе сканируются не адреса, а скорости обмена. Этот метод нельзя применять, если к сети подключено более одного устройства.

Сканирование по адресам. При адресном сканировании происходит перебор адресов на выбранных скоростях обмена. Сканирование адресов и скоростей осуществляется автоматически. Данный метод можно применять при любом количестве подключенных устройств к сети.

Серийный номер устройства это длинное целое беззнаковое число, указывающее серийный номер устройства.

Маска каналов это длинное целое беззнаковое число, указывающее, какие из каналов есть в модуле.

Адрес устройства, скорость обмена, протокол обмена это длинное целое беззнаковое число, указывающее адрес устройства, код скорости обмена и код протокола обмена. Диапазон адресов устройств лежит в пределах от 0x01 до 0xFF. Адрес 0x00 является широкополосным. Ответ от устройства при широкополосном запросе не формируется, за исключением чтения кода типа устройства.

Коды скоростей обмена, поддерживаемые модулем WAD-STEP-BUS:

№	Скорость обмена	Код скорости обмена
1	BR_4800	0x05
2	BR_9600	0x06
3	BR_14400	0x07
4	BR_19200	0x08
5	BR_38400	0x09
6	BR_56000	0x0A
7	BR_57600	0x0B
8	BR_115200	0x0C

Поля свойства:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
Reserved	Address	Baudrate code	1

Сохранение в Flash текущих настроек системы. Чтение с Flash ранее сохраненных настроек в ОЗУ. Эти свойства применяются для работы с флэш-памятью и доступны только для записи. При записи в них единицы будет выполнена соответствующая команда.

3.2.2. Карта регистров объекта для управления ШД

Регистр, HEX	Название	Назначение	Размерность
2000 – 2001	Опции		
2002 – 2003	Минимальное значение CLK		Гц
2004 – 2005	Максимальное значение CLK		Гц
2006	Время разгона с 0 до MAX_CLK		С
2007 – 2008	SCurve Disable		Гц
2009 – 200A	SCurveMinimum CLK		Гц
200B	Температура контроллера		°С
200C – 200D	Счетчик шагов		Шт
200E	Регистр статуса		
200F – 2010	Задание: частота CLK		Гц
2011	Задание: движение вправо		
20012 – 20013	Задание: количество шагов		Шт
2014	Задание: выполнить		
2015 – 2016	Выполнение: текущее значение CLK		Гц

Опции

Регистр Modbus: 0x2000-0x2001

Tun: unsigned long

Регистр опций предназначен для указания порядка следования байт в остальных параметрах, количества фаз двигателя и режима шага.

Бит	Название параметра	Назначение
1	Порядок следования байт в словах	0: bo10 1: bo01
2	Порядок следования байт в двойных словах	0: bo3210
3		1: bo0123
		2: bo1032 3: bo2301
4		
5	Режим шага	0: полушаг 1: шаг
6		
7		
8		
9	Количество фаз	4: 4 фазы
10		6: 6 фаз
11		
12		
13		
...		
...		
30	Автоматический сброс счетчика шагов	Если этот бит содержит единицу, то при срабатывании левого концевика автоматически произойдет обнуление общего счетчика шагов
31	Активный уровень правого концевика	0: активный уровень 0 1: активный уровень 1
32	Активный уровень левого концевика	0: активный уровень 0 1: активный уровень 1

Минимальное значение CLK

Регистр Modbus: 0x2002-0x2003

Тип: float

Размерность: Гц

Параметр ограничивает рабочую частоту шагов двигателя, вводя нижнюю границу.

Максимальное значение CLK

Регистр Modbus: 0x2004-0x2005

Тип: float

Размерность: Гц

Параметр ограничивает рабочую частоту шагов двигателя, вводя верхнюю границу.

Время разгона

Регистр Modbus: 0x2006

Тип: unsigned short

Размерность: с

Параметр указывает время в секундах необходимое модулю для разгона с 0 до максимально возможной частоты. На основании значения этого параметра и параметра «Максимальная частота CLK» по пропорции будет вычисляться время для разгона для всех остальных частот. Например, этот параметр равен 5, а максимальная частота равна 1000 Гц. Тогда для разгона до 500Гц нужно $500 * 5 / 1000 = 2,5с$.

SCurve Disable

Регистр Modbus: 0x2007-0x2008

Тип: float

Размерность: Гц

Параметр указывает, до какого значения частоты микроконтроллер не будет использовать кривые разгона, сразу выставляя требуемую частоту.

SCurve Minimum CLK

Регистр Modbus: 0x2009-0x200A

Тип: float

Размерность: Гц

Если требуемая частота перебора шагов превышает значение параметра «**SCurve Disable**» то, микроконтроллер будет использовать кривые разгона. При этом минимальная частота, с которой будет начинать формироваться кривая, будет определяться значением этого параметра.

Температура контроллера

Регистр Modbus: 0x200B

Тип: int

Размерность: °C

Температура контроллера, выраженная в градусах Цельсия.

Счетчик шагов

Регистр Modbus: 0x200C-0x200D

Тип: unsigned long

Размерность: шт

Общий счетчик шагов с учетом направления вращения. Если двигатель вращается по часовой стрелке (вправо), то счетчик увеличивается, а если против часовой стрелки (влево) то уменьшается.

Регистр статуса

Регистр Modbus: 0x200E

Тип: unsigned short

Биты параметра указывают состояние концевиков.

Нулевой бит отображает состояние правого концевика, а первый бит состояние левого концевика. Ноль указывает на то, что концевик не нажат, а единица соответственно, что нажат.

Задание: Частота CLK

Регистр Modbus: 0x200F-0x2010

Тип: float

Размерность: Гц

Параметр указывает, с какой частотой должны перебираться шаги в новом задании.

Задание: движение вправо

Регистр Modbus: 0x2011

Тип: bool

Параметр задает направление вращения двигателя в новом задании.

Ноль соответствует направлению вращению влево, а единица вправо.

Задание: Количество шагов

Регистр Modbus: 0x2012-0x2013

Тип: unsigned long

Размерность: шт

Параметр задает необходимое количество шагов, которое нужно отработать в новом задании.

Задание: Выполнить

Регистр Modbus: 0x2014

Тип: unsigned short

Параметр применяется для записи кодов команд. Поддерживаемые команды:

1: запрос на выполнение текущего задания

2: запрос на обесточивание всех фаз, если не выполняется задание

255: запрос на немедленную остановку задания

Текущее значение частоты

Регистр Modbus: 0x2015-0x2016

Тип: float

Размерность: Гц

Параметр указывает текущую частоту перебора шагов.

