

## Адаптер АС485. Описание протокола и программного обеспечения.

### 1. Введение

Адаптер АС485 (далее – адаптер) предназначен для организации локальной сети на основе интерфейса RS485. В сеть могут объединяться приборы ИРГА-2, ИРГА-2.3 в качестве подчиненных устройств и компьютер (цифровой контроллер) в качестве ведущего устройства сети. В адаптере реализован протокол управления сетью MODBUS RTU, согласно которому в сети определено одно ведущее устройство (MODBUS Master) и одно или более подчиненных устройств (MODBUS Slave). Концептуально адаптер подчиненного устройства является контроллером порта RS232 и не ориентирован на подключение к нему именно приборов типа ИРГА-2, процедурой адаптера является упаковка данных принимаемых по RS232 в кадры протокола MODBUS и передача их по сети RS485, принимаемые из сети RS485 кадры протокола MODBUS распаковываются и отправляются в порт RS232. Таким образом, для выполнения коммуникаций с приборами ИРГА-2 должен использоваться протокол обмена данными ИРГА-2 по последовательному интерфейсу RS232, программное обеспечение ведущего компьютера должно производить упаковку блоков данных протокола RS232 в кадры MODBUS RTU для передачи их в сеть. В большинстве случаев адаптер может применяться с другими устройствами, использующими коммуникации по порту RS232, существенным обстоятельством является соответствие протокола обмена концепции “ведущий-подчиненный”, это ограничение накладывается принципом построения сети MODBUS. Адаптер подчиненного устройства дополнительно имеет функцию мониторинга мгновенных значений приборов ИРГА-2, адаптер в этом случае выполняет буферизацию поступающих в реальном времени данных из вычислителя ИРГА-2, которые в дальнейшем могут быть прочитаны компьютером, данная функция может быть использована только с приборами ИРГА-2.

### 2. Режимы работы адаптера.

Режим работы адаптера зависит от вида подключения и может быть установлен с помощью программой настройки адаптера. В случае подключения адаптера к компьютеру адаптер программируется как ведущий (Master), в этом случае адаптер просто транслирует информацию между интерфейсами RS232 и RS485, управление приемопередатчиком RS485 производится по мере поступления данных из компьютера. Т.е. в отсутствии данных из компьютера адаптер включает линии RS485 на прием, а поступающие из сети RS485 данные транслируются в порт RS232. При поступлении данных из компьютера, линии RS485 переключаются на передачу, данные из порта RS232 передаются в сеть RS485, обратное переключение на прием происходит в случае перерыва данных на время более времени передачи двух символов RS232. Таким образом, обеспечение протокола обмена возлагается на программное обеспечение компьютера. В частном случае двухточечного соединения (т.е. в сети только одно подчиненное устройство), имеется возможность не использовать сетевых процедур, в этом случае в режим Master программируются оба адаптера, как со стороны компьютера, так и со стороны вычислителя ИРГА-2. В этом случае для выполнения коммуникаций протокол MODBUS не рассматривается, а используется протокол обмена по порту RS232, преимуществом является увеличение дальности и помехоустойчивости связи, свойственное интерфейсу RS485 в сравнении с RS232.

При организации многоточечной сети адаптеры, подключаемые к подчиненным устройствам (ИРГА-2), должны программироваться как подчиненные (Slave).

### 3. Скорость передачи и формат символа

Скорость передачи и формат символа может программироваться с помощью программы настройки адаптера. Скорость передачи может быть выбрана в диапазоне 1200-115200 бит/с. Формат символа также может быть выбран при настройке адаптера согласно таблице:

№	Битов данных	Бит четности	Стоп битов
1	8	Нет	1
2	8	Нет	2
3	8	Четность	1
4	8	Нечетность	1

Скорость передачи и формат символа адаптера в режиме Master должен совпадать с настройкой порта RS232 компьютера, при использовании двухточечного соединения без использования протокола MODBUS оба адаптера должны иметь настройку:

- 8 бит данных
- Бит четности: нет
- Стоп битов: 1

это соответствует фиксированной настройке порта RS232 вычислителя ИРГА-2

### 4. Реализация протокола MODBUS RTU

В этом разделе приведена реализация протокола MODBUS RTU в адаптере, более подробно с протоколом можно ознакомиться из описания фирмы MODICON, Inc – разработчика протокола MODBUS, перевод описания на русский язык приводится в ПРИЛОЖЕНИИ.

Протокол MODBUS должен использоваться в многоточечной сети RS485. В протоколе MODBUS транзакция всегда инициируется ведущим устройством (Master) с помощью запроса (Query), а подчиненный (Slave) выполняет запрашиваемое действие и дает ответ (Response). Запросы и ответы MODBUS RTU упакованы в кадры, имеющие формат:

- 1) Начало кадра - пауза четыре символа
- 2) Адрес - 1 байт адрес подчиненного (0-247)
- 3) Функция - 1 байт код функции
- 4) Данные - n байт данных
- 5) CRC - 2 байта контрольный код
- 6) Конец кадра - пауза четыре символа

Адресное поле содержит уникальный адрес подчиненного в диапазоне 1-247, позволяющее ведущему выдавать запросы к подчиненным устройствам и затем контролировать адрес в получаемом ответе, особо выделен адрес 0, используемый, если

запрос относится ко всем подчиненным в сети (широковещательные запросы). Код функции определяет запрашиваемое действие, код функции в ответе подчиненного используется для подтверждения выполнения операции, в случае успешного выполнения подчиненный возвращает в этом поле код функции из запроса ведущего, в противном случае к коду функции добавляется 128 (устанавливается старший бит). Поле данных содержит передаваемые данные в транзакции, размер поля зависит от кода функции и часто от самой структуры данных. Поле CRC позволяет контролировать целостность данных всего кадра, алгоритм вычисления CRC приведен в ПРИЛОЖЕНИИ. В адаптере реализованы функции протокола MODBUS:

- 1) Функция 03 – Чтение набора регистров (Read Holding Registers).
- 2) Функция 16 – Запись набора регистров (Preset Multiple Registers).
- 3) Функция 08 – Функция диагностики, подфункции:
  - 00 - Возвратить данные запроса (Return Query Data).
  - 01 - Восстановить коммуникацию (Restart Communication Options).
  - 04 - Включить режим только прослушивания (Force Listen Only Mode).

Функции 03 и 16 являются обязательными в реализации протокола MODBUS (функции класса 0 согласно документу “**OPEN MODBUS/TCP SPECIFICATION**”).

#### 4.1 Функция 03 - Чтение набора регистров

Запрос ведущего:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 03
3	Начальный адрес (старший байт)
4	Начальный адрес (младший байт)
5	Количество регистров (старший байт)
6	Количество регистров (младший байт)
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

Ответ подчиненного:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 03
3	Количество байт N
4..N+3	Содержимое регистров
N+4	CRC (младший байт)
N+5	CRC (старший байт)

#### 4.2 Функция 16 - Запись набора регистров

Запрос ведущего:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 16
3	Начальный адрес (старший байт)
4	Начальный адрес (младший байт)
5	Количество регистров (старший байт)

6	Количество регистров (младший байт)
7	Количество байт N
7..N+6	Содержимое регистров
N+7	CRC (младший байт)
N+8	CRC (старший байт)

Ответ подчиненного:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 16
3	Начальный адрес (старший байт)
4	Начальный адрес (младший байт)
5	Количество регистров (старший байт)
6	Количество регистров (младший байт)
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

#### 4.3 Функция 08, подфункция 00 - Возвратить данные запроса

Запрос ведущего:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 08
3	Код подфункции (старший байт): 00
4	Код подфункции (младший байт): 00
5	Данные запроса (старший байт)
6	Данные запроса (младший байт)
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

Ответ подчиненного:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 08
3	Код подфункции (старший байт): 00
4	Код подфункции (младший байт): 00
5	Данные запроса (старший байт)
6	Данные запроса (младший байт)
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

## 4.4 Функция 08, подфункция 01 – Восстановить коммуникацию

Запрос ведущего:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 08
3	Код подфункции (старший байт): 00
4	Код подфункции (младший байт): 01
5	Данные запроса (старший байт): 00
6	Данные запроса (младший байт): 00
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

Ответ подчиненного:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 08
3	Код подфункции (старший байт): 00
4	Код подфункции (младший байт): 01
5	Данные запроса (старший байт): 00
6	Данные запроса (младший байт): 00
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

Эта подфункция используется в адаптере для восстановления режима функционирования после перевода адаптера в режим только прослушивания, в этом случае ответ подчиненного не выдается.

## 4.5 Функция 08, подфункция 04 – Включить режим только прослушивания

Запрос ведущего:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции: 08
3	Код подфункции (старший байт): 00
4	Код подфункции (младший байт): 04
5	Данные запроса (старший байт): 00
6	Данные запроса (младший байт): 00
7	CRC (младший байт)
8	CRC (старший байт)

Ответ подчиненного: ответ подчиненного не выдается.

## 4.6 Контроль ошибок

4.5.1. В случае нарушения структуры кадра, к чему относится:

- разрыв передачи кадра на время равное времени передачи 1.5 символа
- ошибка в контрольного кода кадра CRC

- код функции не определен в протоколе MODBUS

в этих случаях адаптер игнорирует запрос ведущего, ответ на запрос не выдается.

4.5.2. Ошибки логического характера, т.е. данных кадра вызывают подчиненного отправлять ведущему ответы исключений (Exception Response). В поле кода функции ответа исключения (далее – исключения) старший бит устанавливается в единицу, формат исключения:

Байт	Значение
1	Адрес подчиненного
2	Код функции + 128
3	Код исключения
4	CRC (младший байт)
5	CRC (старший байт)

Адаптер может выдавать коды исключений:

- 01 – функция определена в протоколе MODBUS но не поддерживается адаптером
- 02 – неправильный адрес набора регистров
- 03 – неправильное поле данных в диагностической функции 08

## 5. Регистры адаптера подчиненного устройства

Коммуникации компьютера с приборами ИРГА-2 производится через регистры адаптера подчиненного устройства с помощью функций MODBUS 03 и 16.

### 5.1 Регистры прямой коммуникации

Для доступа компьютера к порту RS232 адаптера подчиненного устройства (и следовательно к порту RS232 вычислителя ИРГА-2 в адаптере реализованы два набора виртуальных регистров. При чтении и записи в эти наборы регистров фактически производится чтение и запись в порт RS232 адаптера (прямая коммуникация). Начальные адреса наборов виртуальных регистров:

- Адрес 0000 – набор регистров используется для чтения и записи в порт RS232 блоков данных с четным количеством байтов.
- Адрес 0001 – набор регистров используется для чтения и записи в порт RS232 блоков данных с нечетным количеством байтов.

При формировании кадров MODBUS адаптер всегда использует четное количество байтов N в поле данных функций 03 и 16. Фактически при записи в набор регистров с начальным адресом 01 производится отбрасывание последнего байта данных поля данных функции 16 при передаче в порт RS232. При чтении набора регистров с начальным адресом 01 адаптер читает из порта RS232 на один байт меньше, чем требует функция 03, в ответе на запрос в поле данных добавляется последний не значащий байт. Поля данных передаваемых посредством функций 03 и 16 и этих наборов регистров должны

соответствовать протоколу обмена данными через порт RS232 вычислителя ИРГА-2 согласно прилагаемому документу **“Протокол обмена данными прибора "ИРГА-2" по последовательному интерфейсу RS232”**.

## 5.2 Регистры монитора

Регистры монитора предназначены для управления встроенной в адаптер функцией мониторинга мгновенных значений вычислителя ИРГА-2. Регистры монитора 16-разрядные, но имеют байт-ориентированную адресацию, т.е., например, за регистром с адресом 200h следует регистр с адресом 202h. Имеются регистры:

- 5.2.1 Адрес 0300h - регистр управления монитором, имеет один значащий бит – бит 16. При записи в этот бит единицы, разрешается мониторинг мгновенных значений вычислителя ИРГА-2, т.е. адаптер производит непрерывный цикл ввода мгновенных значений из вычислителя ИРГА-2 согласно прилагаемому документу **“Вывод мгновенных значений вычислителя ИРГА-2 на RS232 по запросу компьютера”**. При записи в этот бит нуля, мониторинг прекращается, для выполнения прямой коммуникации по п.5.1 мониторинг должен быть выключен.
- 5.2.2 Адрес 0302h - регистр статуса монитора. Бит 16 регистра устанавливается адаптером в единицу, если мониторинг включен, в противном случае - ноль. Бит 15 регистра устанавливается адаптером в единицу при очередном вводе блока данных мгновенных значений, компьютер может использовать этот бит для определения моментов ввода мгновенных значений из вычислителя ИРГА-2. Биты 0..3 устанавливаются адаптером при обновлении данных в каналах 1, 2, 3 и 4 соответственно. По завершению чтения регистра статуса биты 1..4 автоматически сбрасываются.
- 5.2.3 Адрес 0304h – регистр таймаута монитора. Это 16-битный счетчик таймаута монитора, вес младшего разряда счетчика – 71 мс. Значение счетчика по умолчанию устанавливается на время 8 секунд, может требоваться изменение значения регистра по умолчанию, если цикл измерения вычислителя ИРГА-2 более 8 секунд. Этот регистр используется как максимальное время ожидания данных вычислителя ИРГА-2 после подачи запроса адаптером. По истечении этого времени блоки данных мгновенных значений удаляются из буфера адаптера, т.е. адаптер определяет, что нет подключенного вычислителя ИРГА-2. При чтении и записи в этот регистр поле данных функций 03 и 16 должно содержать порядок байтов: сначала младший байт, затем старший байт регистра.
- 5.2.4 Адрес 0200h – Набор регистров общей емкостью 128 байт, с помощью этих регистров в адаптере организован циклический буфер, куда адаптер заносит поступающие в реальном времени данные из вычислителя ИРГА-2. Формат блока данных соответствует описанию в документе **“Вывод мгновенных значений вычислителя ИРГА-2 на RS232 по запросу компьютера”**, конец каждого блока помечается последовательностью символов “M”, “R”, “K”, последний по времени блок данных помечается последовательностью “M”, “R”, “K”, 0.
- 5.2.5 Адреса 0400h-0480h - набор регистров, содержащих мгновенные значения поканально, каждому каналу соответствует свой базовый адрес:

0400h -	мгновенные значения канала 1
0420h -	мгновенные значения канала 2

0440h - мгновенные значения канала 3  
0460h - мгновенные значения канала 4

Мгновенные значения находятся относительно базового адреса со смещением:

Смещение	Формат	Значение
000h	Word	параметр NS & Flag
002h	Single	параметр P
006h	Single	параметр T
00Ah	Single	параметр Q1
00Eh	Single	параметр Q2
012h	Single	параметр Q3
016h	Single	параметр Q4
01Ah	Single	параметр Q5

Чтение регистров одного канала следует производить одной командой. Если это условие не соблюдено – регистры могут относиться к разным измерениям и, следовательно, не соответствовать друг другу. Описание параметров NS, Flag, P, T, Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 приведено в документе **“Вывод мгновенных значений вычислителя ИРГА-2 на RS232 по запросу компьютера”**.

### 5.3 Регистры доступа к энергонезависимой памяти прибора ИРГА-2

5.3.1 Адрес 0320h - регистр номера сектора энергонезависимой памяти

5.3.2 Адрес 0322h - регистр адреса энергонезависимой памяти.

5.3.3 Адрес 0500h - набор регистров (128 байт), для доступа к данным энергонезависимой памяти прибора ИРГА-2 (буфер данных), адресация доступа осуществляется с помощью регистров 0320h и 0322h

Для чтения планируемой области энергонезависимой памяти, устанавливаются регистры 320h и 322h, при этом данные энергонезависимой памяти прибора ИРГА-2, начиная с указанного адреса, отображаются в буфер данных, адрес 500h, затем производится произвольное чтение регистров буфера данных. Карта энергонезависимой памяти прибора ИРГА-2 приводится в документе **“Протокол обмена данными прибора "ИРГА-2" по последовательному интерфейсу RS232”**

## 6. Программа MBSarry.exe – настройка работы адаптера

Адаптер имеет режим программирования (настройки), вход в режим производится установкой переключателя адаптера “П” в положение “ON”, индикатор “PRN” адаптера включается в режиме программирования. Для выполнения настройки адаптер подключается к компьютеру стандартным кабелем COM и запускается программа MBSarry.exe. Параметры настройки, изменяемые программой:

- Выбор режима ведущий/подчиненный.
- Установка адреса подчиненного в диапазоне 1-247.
- Выбор скорости передачи согласно п.3.



- Выбор формата символа согласно п.3.

Для настройки выбираются нужные значения параметров, и нажимается кнопка программы “Программировать”, при необходимости настройку можно прочитать из адаптера, нажав кнопку программы “Прочитать”. Для возврата адаптера в рабочий режим, переключатель адаптера “П” устанавливается в положение “OFF”.