



ОКП 43 7131



Сертификат пожарной
безопасности

УП 001 № ССПБ.RU.УП001. В05062



Сертификат соответствия
№ РОСС RU.ББ02.Н02925

ББ02



Сертификат соответствия
№ РОСС RU.ГБ04.В00871

ГБ04

Разрешение Ростехнадзора
на применение № РРС 00-32528

ПРИБОР
ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ПОЖАРНЫЙ
«ЯХОНТ – 16И»
ППКП01149-16-1

Описание протокола обмена
по интерфейсу RS485

СПР.425521.003 Д1

1. Общие положения.

Протокол ЯХОТ16И-MODBUS служит для организации обмена данными между прибором «Яхонт-16И» и персональным компьютером (программируемым логическим контроллером) по интерфейсу EIA/TIA-485. В основу протокола обмена положен протокол MODBUS-RTU. Его отличие от стандартного заключается в поддержке прибором «Яхонт-16И» специфического набора команд.

При построении сети используется принцип организации ведущий-ведомый (master-slave). В сети может присутствовать только один ведущий узел и несколько ведомых узлов. В качестве ведущего узла выступает персональный компьютер либо программируемый логический контроллер, в качестве ведомых узлов – приборы «Яхонт-16И» и любые другие приборы, поддерживающие классический протокол MODBUS-RTU. При данной организации инициатором циклов обмена может выступать исключительно ведущий узел.

Запросы ведущего узла - индивидуальные (адресуемые к конкретному прибору). Ведомые узлы осуществляют передачу, отвечая на индивидуальные запросы ведущего узла. При обнаружении ошибок в получении запросов, либо невозможности выполнения полученной команды, ведомый узел, в качестве ответа, генерирует сообщение об ошибке.

Входной импеданс приемника RS-485 – 1/8 единичной нагрузки. Терминальный резистор внутри прибора отсутствует.

2. Форматы сообщений.

Протокол обмена имеет четко определенные форматы сообщений. Ниже описывается формат байт и формат кадров. Соблюдение форматов обеспечивает правильность и устойчивость функционирования сети.

2.1 Формат байта.

Прибор настроен на работу в формате 8N1 – 8 бит данных, без контроля паритета, 1 стоп бит.

Передача байт осуществляется на скоростях, кратных 1200 бит/с - 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200.

При изготовлении, приборы настраиваются на работу со скоростью 9600 бит/с.

2.2 Формат кадра.

Длина кадра не может превышать 13 байт. Контроль окончания кадра осуществляется при помощи интервала молчания $t_{1,5}$, длиной не менее времени передачи 1.5 байт.

Формат кадра

| Адрес | Код функции | Данные | CRC |
|--------|-------------|-----------|--------|
| 1 байт | 1 байт | до 9 байт | 2 байт |

Кадр должен передаваться как непрерывный поток байт. Правильность принятия кадра дополнительно контролируется проверкой контрольной суммы.

3. Генерация и проверка контрольной суммы.

Контрольная сумма CRC16 представляет собой циклический проверочный код на основе неприводимого полинома $A001h$. Передающее устройство формирует контрольную сумму для всех байт передаваемого сообщения. Принимающее устройство аналогичным образом формирует контрольную сумму для всех байт принятого сообщения и сравнивает ее с контрольной суммой, принятой от передающего устройства. При несовпадении сформированной и принятой контрольных сумм генерируется сообщение об ошибке. Поле контрольной суммы занимает два байта. Контрольная сумма в сообщении передается младшим байтом вперед. Ниже приводится описание алгоритмического способа формирования CRC16.

3.1 Формирование контрольной суммы алгоритмическим способом.

Контрольная сумма формируется по следующему алгоритму:

1. загрузка CRC регистра (16 бит) единицами (0xFFFF).
2. исключяющее ИЛИ с первыми 8 битами байта сообщения и содержимым CRC регистра.
3. сдвиг результата на один бит вправо.
4. если сдвигаемый бит = 1, исключяющее ИЛИ содержимого регистра со значением 0xA001.
5. если сдвигаемый бит = 0, повторить шаг 3.
6. повторять шаги 3, 4, 5 пока не будут выполнены 8 сдвигов.
7. исключяющее ИЛИ со следующими 8 битами байта сообщения и содержимым CRC регистра.
8. повторять шаги 3 – 7 пока все байты сообщения не будут обработаны.
9. конечное содержимое регистра будет содержать контрольную сумму.

Пример реализации алгоритма расчета CRC16 на языке Паскаль представлен в приложении 1.

4. Описание системы команд.

4.1 Функция 0x01 - установка сетевого адреса прибора.

Команда производит запись в адресный регистр прибора значение, переданное в запросе. После выполнения команды прибор будет идентифицировать себя в сети в соответствии со значением, записанном в адресном регистре. Область допустимых значений в полях «Адрес», «Нов. адрес» - 0x00 – 0xFF.

При изготовлении, приборы настроены на работу с адресом 255.

Структура запроса:

| Адрес | Функция | Нов. адрес | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 01h | 02h | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | Нов. адрес | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 01h | 02h | xxh | xxh |

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 81h | FEh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|--|
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (≤ 5 байт) |

В поле «Нов. адрес» возвращается значение адресного регистра прибора. При возникновении ошибки записи в адресный регистр в поле «Нов. адрес» возвращается реальное значение адресного регистра, поле «Функция» не модифицируется.

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 1.0$ мс.

4.2 Функция 0x02 - установка скорости обмена по сети.

Команда производит перестройку скорости обмена прибора по сети.

Перечень допустимых значений поля «Скорость»:

| «Скорость» | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Значение [бод] | 1200 | 2400 | 4800 | 9600 | 14400 | 19200 |

Структура запроса:

| Адрес | Функция | Скорость | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|----------|--------|--------|
| 0Ah | 02h | xxh | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | Скорость | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|----------|--------|--------|
| 0Ah | 02h | xxh | xxh | xxh |

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 82h | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|--|
| 251 | - | Ошибка записи в регистр прибора |
| 253 | - | Ошибка формата команды - недопустимое значение поля «Скорость» |
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (< 5 байт) |

При возникновении ошибки записи в регистр прибора необходимо произвести аппаратный сброс интерфейса RS-485 (см. раздел 5) т.к. реальное значение скорости обмена станет неопределенным.

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 18\text{мс}$.

4.3 Функция 0x04 - установка времени.

Команда производит перестройку часов прибора.

Перечень допустимых значений полей «Час» и «Минута»:

| | |
|--------|----------|
| «Час» | «Минута» |
| 0 - 23 | 0 - 59 |

Структура запроса:

| Адрес | Функция | Час | Минута | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|-----|--------|--------|--------|
| 0Ah | 04h | xxh | xxh | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | Час | Минута | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|-----|--------|--------|--------|
| 0Ah | 04h | xxh | xxh | xxh | xxh |

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 84h | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|--|
| 1 | - | Прибор находится в режиме коррекции времени |
| 253 | - | Неверный формат данных полей «Час», «Минута» |
| 254 | - | Ошибочная длина послылки (> 6 байт) |

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 1.0$ мс.

4.4 Функция 0x05 - установка календаря.

Команда производит перестройку календаря прибора.
Перечень допустимых значений полей «День» и «Месяц»:

| | |
|--------|---------|
| «День» | «Месяц» |
| 1 – 31 | 1 – 12 |

Контроль количества дней в месяце не производится.

Структура запроса:

| Адрес | Функция | День | Месяц | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------|-------|--------|--------|
| 0Ah | 05h | xxh | xxh | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | День | Месяц | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------|-------|--------|--------|
| 0Ah | 05h | xxh | xxh | xxh | xxh |

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 85h | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|---|
| 1 | - | Прибор находится в режиме коррекции календаря |
| 253 | - | Неверный формат данных полей «День», «Месяц» |
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (< 6 байт) |

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 1.5\text{мс}$.

4.5 Функция 0x06 – чтение состояния прибора.

Команда производит чтение состояния прибора на данный момент времени. В ответе на запрос содержится режим работы прибора, состояние входных шлейфов, значения часов и календаря.

Структура запроса:

| Адрес | Функция | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|--------|--------|
| 0Ah | 06h | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | Режим | Статус – 4 байта | Часы – 4 байта | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|-------|------------------|----------------|--------|--------|
| 0Ah | 06h | xxh | xxxxxxxxh | xxxxxxxxh | xxh | xxh |

Структура поля «Режим»:



Поле «Статус» состоит из 4 байт. Каждый байт поля «Статус» фиксирует состояние 4 шлейфов. Состояние шлейфа кодируется 2 битами. В 8-лучевом исполнении поля «Статус 9-12», «Статус 13-16» возвращают значение AAh.

Структура поля «Статус»:

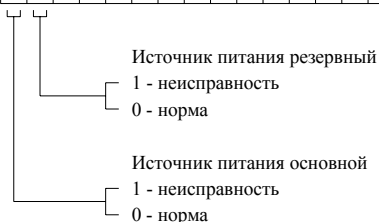
| СТАТУС | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Код | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---|---|---|-----|---|---|---|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статус 1- 4 | | | | | | | | Статус 5- 8 | | | | | | | | Статус 9 - 12 | | | | | | | | Статус 13 - 16 | | | | | | | | |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Шлейф №4 | Шлейф №3 | Шлейф №2 | Шлейф №1 | Шлейф №8 | Шлейф №7 | Шлейф №6 | Шлейф №5 | Шлейф №12 | Шлейф №11 | Шлейф №10 | Шлейф №9 | Шлейф №16 | Шлейф №15 | Шлейф №14 | Шлейф №13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица соответствия состояний шлейфа коду:

| Состояние | «Пожар» | «Внимание» | «Норма» | «Неисправность» |
|-----------|---------|------------|---------|-----------------|
| Код | 00 | 01 | 10 | 11 |

Структура поля «Часы»:

| ЧАСЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| День | | | | | | | Месяц | | | | | | | Час | | | | | | | Минута | | | | | | | | | | |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |



Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 81h | FEh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|--|
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (\diamond 4 байт) |

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 1.0$ мс.

4.6 Функция 0x07 – чтение состояния архива.

Команда производит чтение счетчика записей архива и его статус.

Структура запроса:

| Адрес | Функция | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|--------|--------|
| 0Ah | 07h | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | Счетчик | Статус | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 0Ah | 07h | xxh | xxh | xxh | xxh |

Содержимое поля «Статус»:

| | |
|----------|-------------------------|
| «Статус» | |
| 255 | Переполнения архива нет |
| 170 | Архив переполнен |

Поле «Счетчик» может принимать значения в интервале – 0 – 250. Равенство полей «Счетчик» и «Статус» значению 255 свидетельствует об отсутствии записей в архиве.

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 87h | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|-------------------------------------|
| 1 | - | Прибор в режиме индикации архива |
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (<> 4 байт) |

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 1.0$ мс.

4.7 Функция 0x08 – чтение содержимого архива прибора.

Команда производит чтение содержимого архива по порядковому номеру события.

Структура запроса:

| Адрес | Функция | Номер события | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|---------------|--------|--------|
| 0Ah | 08h | xxh | xxh | xxh |

Ответ:

| Адрес | Функция | Номер события | Статус 4 байта | Часы 4 байта | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|---------------|-------------------|-----------------|--------|--------|
| 0Ah | 08h | xxh | xxxxxxxxh | xxxxxxxxh | xxh | xxh |

Структура и содержимое полей «Статус» и «Часы» аналогично описанию в разделе 4.5.

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 88h | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|---|
| 1 | - | Прибор не в рабочем режиме |
| 2 | - | Значение поля «Счетчик» больше максимального значения счетчика архива |
| 253 | - | Ошибка формата команды - значение поля «Счетчик» больше 250. |
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (<> 5 байт) |

Время отклика на запрос - $t_{1,5} + 1.0$ мс.

4.8 Функция 0x09 – сброс прибора.

Команда производит сброс прибора.

Структура запроса:

| Адрес | Функция | Адрес 1 | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 0Ah | 09h | 0Ah | xxh | xxh |

Значение поля «Адрес 1» должно быть равно значению поля «Адрес».

Ответ:

| Адрес | Функция | Адрес 1 | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|---------|--------|--------|
| 0Ah | 09h | 0Ah | xxh | xxh |

Ответ при ошибочном выполнении:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 0Ah | 89h | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|--|
| 253 | - | Ошибка формата команды – не совпадают значения полей «Адрес» и «Адрес 1» |
| 254 | - | Ошибочная длина посылки (<> 5 байт) |

Время отклика на запрос - $t_{1,5}+1.0$ мс.

4.9 Обработка ошибок.

В случае возникновения ошибочной ситуации при принятии кадра (ошибка паритета, ошибка кадра, ошибка контрольной суммы) ведомое устройство ответ не возвращает.

В случае возникновения ошибки в формате или значении передаваемых данных (неподдерживаемый код функции и т. д.) ведомое устройство формирует ответ с признаком и кодом ошибки. Признаком ошибки является установленный в единицу старший бит в поле функции. Под код ошибки отводится отдельное поле в ответе.

Структура ответа при возникновении ошибки:

| Адрес | Функция | Код ошибки | CRC LB | CRC HB |
|-------|---------|------------|--------|--------|
| 10h | xxh | xxh | xxh | xxh |

В поле «Код ошибки» возвращается тип ошибки при выполнении запроса.

| Код ошибки | | Тип ошибки |
|------------|---|-------------------------|
| 251 | - | Ошибка записи |
| 252 | - | Ошибка формата команды |
| 253 | - | Ошибка формата команды |
| 254 | - | Ошибочная длина посылки |
| 255 | - | Ошибочный код функции |

5. Сброс настроек интерфейса RS-485.

Для аппаратного сброса сетевого адреса и скорости передачи прибора необходимо произвести следующую последовательность действий.

1. Перевести замок блокировки клавиатуры в положение «Открыто».
2. Удерживая одновременно кнопки « Δ », « ∇ », перевести замок блокировки клавиатуры в положение «Закрыто». При этом часы прибора сбрасываются, и отсчет времени начинается со значения «12:00».
3. Отпустить кнопки « Δ », « ∇ ».

В результате проведения описанной выше последовательности действий сетевой адрес прибора становится равным 255, скорость обмена по интерфейсу RS-485 – 9600 бод.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Подпрограмма алгоритмического формирования контрольной суммы на языке Паскаль:

```
type TUARTBuf: array[0..255] of Byte;

function CRC16(buf: TUARTBuf; count: Byte): Word;
var i : word;
    crc : word;
    j : byte;
begin
    CRC:=$FFFF;
    for i:=0 to count - 1 do
        begin
            CRC:=CRC xor buf[i];
            for j:=0 to 7 do
                begin
                    if (CRC and $0001) = 0 then CRC:=CRC shr 1
                    else
                        begin
                            CRC:=CRC shr 1;
                            CRC:=CRC xor $a001;
                        end;
                end;
            end;
        end;
    result:=CRC;
end;
```

Пример расчета CRC16:
CRC16(FFh, 01h, 02h) = A1C1h