

ООО «ТК Профэнерджи»

**Реализация протокола MODBUS RTU
для ИБП серии RUPO.**

Версия 1.2.

1. О документе

1.1. Содержание документа

Документ описывает реализацию протокола Modbus RTU в ИБП серии RUPO-3/3, производства ООО «ТК ПрофЭнерджи». Содержится вся необходимая информация для программистов для подключения ИБП к внешним устройствам (компьютеры, контроллеры, SCADA системы).

1.2. Ссылки

Данный документ ссылается на следующие документы с сайта www.modbus.org:

1. Modbus Application Protocol Specification v1.1b3
2. Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.02

2. Описание реализации

2.1. Интерфейс

Модуль индикации ИБП имеет последовательный интерфейс RS-485.

Подключение к интерфейсу производится к разъему RJ-45, расположенному на панели модуля индикации. Назначение контактов следующее:



| Сигнал | Номер контакта |
|--------|----------------|
| не исп | 1 |
| не исп | 2 |
| не исп | 3 |
| Tx/Rx- | 4 |
| Tx/Rx+ | 5 |
| не исп | 6 |
| не исп | 7 |
| не исп | 8 |

Режим работы порта – полудуплексный (одна пара). По отдельному заказу возможна аппаратная реконфигурация для использования полnodуплексного режима (RS-422).

Контроллер модуля индикации ИБП является ведомым (slave) устройством, отвечающим на команды с соответствующим адресом в пакете протокола.

Поддерживается протокол верхнего уровня Modbus с форматом пакета RTU в соответствии с документом «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.02». Поддерживаются скорости передачи от 2400 бит/с до 57600 бит/с, 8 бит данных, и следующими вариантами реализации контроля четности:

- 1 четный (even) бит;
- 1 нечетный (odd) бит;
- без бита четности.

Количество стоп-битов:

- 1 стоп бит;
- 2 стоп бита.

Настройки символьной скорости, бита четности и стоп-бита интерфейса, адреса MODBUS, производятся в меню настроек модуля индикации.

2.2. Задержки между пакетами

Временные задержки между пакетами и символами пакетов полностью соответствуют «Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.02». 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 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.

Под символом подразумевается полная последовательность бит, включающая в себя старт-бит, 8 бит данных, бит четности (если включен контроль четности) и стоп-бит(ы).

На скоростях выше 19200 бит/с, в соответствии с требованиями протокола, вместо вычисляемых интервалов в 3.5 символов и 1.5 символа используются фиксированные значения времени 1.75 мс и 750 мкс, соответственно.

2.3. Адрес устройства Modbus

Адрес контроллера ИБП может быть от 01h до F7h. Диапазон адресов F8h-FFh зарезервирован в стандарте Modbus.

2.4. Модель данных

Спецификация Modbus определяет два типа данных: битовые значения (coils, discrete inputs) и 16-битные слова (registers).

Регистры подразделяются на входные регистры, доступные только для чтения, и выходные регистры (или регистры хранения), доступные для чтения и записи. Адресация регистров начинается с 0 (для обращения к регистру №1 необходимо использовать адрес 0x0000, а к регистру №16 – 0x000F). Регистры каждого из типов имеют своё собственное адресное пространство (например, входной регистр №2 и регистр хранения №2 имеют разные значения).

Команды, осуществляющие доступ к группе регистров (чтение или запись), должны использовать только разрешенные адреса регистров, доступные в текущей реализации протокола. При попадании в диапазон запроса адресов регистров, недоступных для использования, команда вернет код исключения 02 (неверный адрес данных) для всего запроса.

Интерпретация значений 16-битовых регистров зависит от конкретного регистра и описана ниже. Единица измерения регистра означает, какое значение в единицах измерений соответствует одному разряду. Так, например, если указан масштаб частоты 0.01, то для получения значения в Гц, необходимо умножить значение регистра на 0.01, а для записи уставки 48.45 Гц нужно передать число 4845.

Отрицательные значения представлены в дополнительном коде, со старшим битом, равным 1. Типы значений в таблице: Uint16 – без знака, Int16 - со знаком.

Битовые значения, или флаги (coils) используются для управления функционалом ИБП. Адресация флагов начинается с 0 (для обращения к флагу №1 необходимо использовать адрес 0x0000, а к флагу №16 – 0x000F). Флаги доступны для чтения и записи.

2.5. Поддерживаемые команды

Модуль поддерживает следующие стандартные команды протокола:

| | |
|------|--|
| 0x01 | Read coils (чтение флагов) |
| 0x02 | Read discrete inputs (чтение битовых входных сигналов) |
| 0x03 | Read holding registers (чтение регистров хранения) |
| 0x04 | Read input registers (чтение входных регистров) |
| 0x05 | Write single coil (запись одиночного флага) |
| 0x06 | Write single register (запись в одиночный регистр хранения) |
| 0x07 | Read exception status (чтение байта состояния устройства) |
| 0x08 | Diagnostics (команды диагностики интерфейса) |
| 0x0B | Get comm. event counter (чтение счетчика журнала событий) |
| 0x0C | Get comm. event log (чтение журнала событий) |
| 0x0F | Write multiple coils (запись нескольких флагов) |
| 0x10 | Write multiple registers (запись в несколько регистров хранения) |
| 0x17 | Read/write (чтение и запись в несколько регистров хранения) |

Формат команд стандартный, соответствует спецификации протокола.

2.6. Коды исключений

Поддерживаются следующие стандартные коды исключений, в соответствии со спецификацией.

| | |
|------|--|
| 0x01 | Illegal function (неизвестный или не поддерживаемый код команды) |
| 0x02 | Illegal data address (неверный адрес данных) |
| 0x03 | Illegal data value (неверный формат команды) |
| 0x04 | Server device failure (ошибка обработки команды) |

2.7. Входные регистры (Input Registers, чтение командой 0x04).

| N | Данные | Тип | Ед. изм |
|----|------------------------------|--------|---------|
| 1 | Напряжение сети, фаза А | Uint16 | 0.1В |
| 2 | Напряжение сети, фаза В | Uint16 | 0.1В |
| 3 | Напряжение сети, фаза С | Uint16 | 0.1В |
| 4 | Частота сети | Uint16 | 0.01Гц |
| 5 | Выходное напряжение, фаза А | Uint16 | 0.1В |
| 6 | Выходное напряжение, фаза В | Uint16 | 0.1В |
| 7 | Выходное напряжение, фаза С | Uint16 | 0.1В |
| 8 | Выходная частота | Uint16 | 0.01Гц |
| 9 | Напряжение шины DC+ | Uint16 | 0.1В |
| 10 | Напряжение шины DC- | Uint16 | 0.1В |
| 11 | Напряжение АБ | Uint16 | 0.1В |
| 12 | Ток АБ | Int16 | 0.1А |
| 13 | Заряд АБ | Uint16 | 1% |
| 14 | Прогноз времени работы от АБ | Uint16 | минута |

| | | | |
|----|---|--------|-------|
| 15 | Максимальная температура по фазе А | Int16 | 0.1°C |
| 16 | Максимальная температура по фазе В | Int16 | 0.1°C |
| 17 | Максимальная температура по фазе С | Int16 | 0.1°C |
| 18 | Полная мощность нагрузки, фаза А | UInt16 | 10ВА |
| 19 | Полная мощность нагрузки, фаза В | UInt16 | 10ВА |
| 20 | Полная мощность нагрузки, фаза С | UInt16 | 10ВА |
| 21 | Активная мощность нагрузки, фаза А | Int16 | 10Вт |
| 22 | Активная мощность нагрузки, фаза В | Int16 | 10Вт |
| 23 | Активная мощность нагрузки, фаза С | Int16 | 10Вт |
| 24 | Реактивная мощность нагрузки (1-я гармоника) фаза А | Int16 | 10ВАр |
| 25 | Реактивная мощность нагрузки (1-я гармоника) фаза В | Int16 | 10ВАр |
| 26 | Реактивная мощность нагрузки (1-я гармоника) фаза С | Int16 | 10ВАр |
| 27 | Полный ток нагрузки, фаза А | UInt16 | 0.1А |
| 28 | Полный ток нагрузки, фаза В | UInt16 | 0.1А |
| 29 | Полный ток нагрузки, фаза С | UInt16 | 0.1А |
| 30 | Активный ток нагрузки, фаза А | UInt16 | 0.1А |
| 31 | Активный ток нагрузки, фаза В | UInt16 | 0.1А |
| 32 | Активный ток нагрузки, фаза С | UInt16 | 0.1А |
| 33 | Реактивный ток нагрузки, фаза А | UInt16 | 0.1А |
| 34 | Реактивный ток нагрузки, фаза В | UInt16 | 0.1А |
| 35 | Реактивный ток нагрузки, фаза С | UInt16 | 0.1А |
| 36 | Полная мощность инвертора, фаза А | UInt16 | 10ВА |
| 37 | Полная мощность инвертора, фаза В | UInt16 | 10ВА |
| 38 | Полная мощность инвертора, фаза С | UInt16 | 10ВА |
| 39 | Активная мощность инвертора, фаза А | Int16 | 10Вт |
| 40 | Активная мощность инвертора, фаза В | Int16 | 10Вт |
| 41 | Активная мощность инвертора, фаза С | Int16 | 10Вт |
| 42 | Реактивная мощность инвертора (1-я гармоника), фаза А | Int16 | 10ВАр |
| 43 | Реактивная мощность инвертора (1-я гармоника), фаза В | Int16 | 10ВАр |
| 44 | Реактивная мощность инвертора (1-я гармоника), фаза С | Int16 | 10ВАр |
| 45 | Полный ток инвертора по фазе А | UInt16 | 0.1А |
| 46 | Полный ток инвертора по фазе В | UInt16 | 0.1А |
| 47 | Полный ток инвертора по фазе С | UInt16 | 0.1А |
| 48 | Активный ток инвертора, фаза А | Int16 | 0.1А |
| 49 | Активный ток инвертора, фаза В | Int16 | 0.1А |
| 50 | Активный ток инвертора, фаза С | Int16 | 0.1А |
| 51 | Реактивный ток инвертора по фазе А | Int16 | 0.1А |
| 52 | Реактивный ток инвертора по фазе В | Int16 | 0.1А |
| 53 | Реактивный ток инвертора по фазе С | Int16 | 0.1А |
| 54 | Полная мощность сети, фаза А | UInt16 | 10ВА |
| 55 | Полная мощность сети, фаза В | UInt16 | 10ВА |
| 56 | Полная мощность сети, фаза С | UInt16 | 10ВА |
| 57 | Активная мощность сети, фаза А | Int16 | 10Вт |
| 58 | Активная мощность сети, фаза В | Int16 | 10Вт |
| 59 | Активная мощность сети, фаза С | Int16 | 10Вт |
| 60 | Реактивная мощность сети (1-я гармоника), фаза А | Int16 | 10ВАр |
| 61 | Реактивная мощность сети (1-я гармоника), фаза В | Int16 | 10ВАр |
| 62 | Реактивная мощность сети (1-я гармоника), фаза С | Int16 | 10ВАр |
| 63 | Полный ток сети, фаза А | UInt16 | 0.1А |
| 64 | Полный ток сети, фаза В | UInt16 | 0.1А |

| | | | |
|----|--|--------|---------------|
| 65 | Полный ток сети, фаза С | UInt16 | 0.1A |
| 66 | Активный ток сети, фаза А | Int16 | 0.1A |
| 67 | Активный ток сети, фаза В | Int16 | 0.1A |
| 68 | Активный ток сети, фаза С | Int16 | 0.1A |
| 69 | Реактивный ток сети по фазе А | Int16 | 0.1A |
| 70 | Реактивный ток сети по фазе В | Int16 | 0.1A |
| 71 | Реактивный ток сети по фазе С | Int16 | 0.1A |
| 72 | Слово состояния, биты: 0 – нагрузка включена 1 – напряжение сети в рабочем диапазоне 2 – частота сети в рабочем диапазоне 3 – неверное чередование фаз 4 – питание нагрузки от АБ 5 – АБ разряжена 6 – перегрузка по току 7 – недопустимая температура 8 – авария инвертора 9 – авария вентилятора 10 – неисправность АБ 11 – заряд АБ постоянным током 12 – компенсация реактивной составляющей 13 – добавление мощности 14 – симметрирование 15 – компенсация резкого изменения нагрузки | UInt16 | Битовые флаги |

2.8. Выходные регистры (Holding Registers, чтение командой 0x03, запись командой 0x06, 0x10, чтение и запись командой 0x17).

| N | Данные | Тип | Ед. изм | Диапазон |
|----|--|--------|---------|---------------------|
| 1 | Номинальное фазное напряжение Unom | UInt16 | 1В | 220...240 |
| 2 | Уставка минимального напряжения сети для дежурного режима (LowUline) | UInt16 | 1В | Unom-45В...Unom-10В |
| 3 | Уставка максимального напряжения сети для дежурного режима (HighUline) | UInt16 | 1В | Unom+5В...Unom+40В |
| 4 | Уставка минимальной частоты сети для дежурного режима (LowFqLine) | UInt16 | 0.1Гц | 46...49.8 |
| 5 | Уставка максимальной частоты сети для дежурного режима (HighFqLine) | UInt16 | 0.1Гц | 50.2...54 |
| 6 | Емкость АБ (CapBat) | UInt16 | 1Ач | 7...200 |
| 7 | Начало интервала времени запрета заряда АБ, часы | UInt16 | 1 час | 0...23 |
| 8 | Начало интервала времени запрета заряда АБ, минуты | UInt16 | 1 мин. | 0...59 |
| 9 | Конец интервала времени запрета заряда АБ, часы | UInt16 | 1 час | 0...23 |
| 10 | Конец интервала времени запрета заряда АБ, минуты | UInt16 | 1 мин. | 0...59 |
| 11 | Остаточный заряд АБ для включения режима заряда | UInt16 | 1% | 10...95 |

| | | | | |
|----|---|--------|--------|------------|
| 12 | Конечный уровень заряда АБ | Uint16 | 1% | 70...100 |
| 13 | Порог фазного тока при добавлении мощности | Int16 | 1А | -999...999 |
| 14 | Начало интервала времени запрета добавления мощности, часы | Uint16 | 1 час | 0...23 |
| 15 | Начало интервала времени запрета добавления мощности, минуты | Uint16 | 1 мин. | 0...59 |
| 16 | Конец интервала времени запрета добавления мощности, часы | Uint16 | 1 час | 0...23 |
| 17 | Конец интервала времени запрета добавления мощности, минуты | Uint16 | 1 мин. | 0...59 |
| 18 | Значение минимального % заряда АБ для запрета добавления мощности | Uint16 | 1% | 0...100 |
| 19 | Количество ячеек в одном плече АБ | Uint16 | 1 шт. | 168...180 |
| 20 | Текущая температура АБ | Int16 | 0.1 °C | 200...500 |

2.9. Флаги (coils), чтение командой 0x01, запись командами 0x05, 0x0F.

| N | Данные | Значения |
|---|---|--|
| 1 | Запрет добавления мощности | 1 – да (запрещено), 0 – нет (разрешено) |
| 2 | Запрет питания нагрузки от АБ | 1 – да (запрещено), 0 – нет (разрешено) |
| 3 | Экономный режим | 1 – включено, 0 - выключено |
| 4 | Включение нагрузки | 1 – включено, 0 – выключено |
| 5 | Принудительный переход на АБ (только при включенной нагрузке) | 1 – перейти на АБ, 0 – нет действий Для поддержания принудительной работы от АБ команда должна периодически посылаться с интервалом не больше, чем 5 секунд Чтение всегда возвращает 0 |
| 6 | Ручной байпас | 1 – включено, 0 – выключено |

2.10. Битовые входные сигналы (discrete inputs), чтение командой 0x02.

| N | Данные | Значения |
|----------|---|-----------------|
| 1 | Нагрузка включена | 1 – да, 0 – нет |
| 2 | Напряжение сети в рабочем диапазоне | 1 – да, 0 – нет |
| 3 | Частота сети в рабочем диапазоне | 1 – да, 0 – нет |
| 4 | Неверное чередование фаз | 1 – да, 0 – нет |
| 5 | Питание нагрузки от АБ (режим ИБП) | 1 – да, 0 – нет |
| 6 | АБ разряжена | 1 – да, 0 – нет |
| 7 | Перегрузка по току | 1 – да, 0 – нет |
| 8 | Недопустимая температура | 1 – да, 0 – нет |
| 9 | Авария инвертора | 1 – да, 0 – нет |
| 10 | Авария вентилятора | 1 – да, 0 – нет |
| 11 | Неисправность АБ | 1 – да, 0 – нет |
| 12 | Заряд АБ постоянным током активен | 1 – да, 0 – нет |
| 13 | Компенсация реактивной составляющей активна | 1 – да, 0 – нет |
| 14 | Добавление мощности активно | 1 – да, 0 – нет |
| 15 | Симметрирование активно | 1 – да, 0 – нет |
| 16 | Компенсация резкого изменения нагрузки | 1 – да, 0 – нет |
| 17 | Ручной байпас | 1 – да, 0 – нет |