## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Физический уровень RS-485 (EIA-485):

* скорость обмена – 38400 бит/с.
* количество информационных бит – 8;
* количество стоповых бит – 1;
* бит четности – отсутствует;

Тип разъема и схема подключения согласно документу «Modbus over Serial Line. Specification and Implementation Guide».

Режимы Modbus:

* режим передачи информации – RTU (бинарный режим).
* режим функционирования силовым модулей – Slave.
* представление информации – беззнаковое 16-битовое число, старший байт передается первым (big-endian).

Реализация функций обмена информации Modbus:

* Код 03 – чтение значений из нескольких регистров хранения
* Код 06 – запись значений в один регистр хранения
* Код 16 – запись значений в несколько регистров хранения
* Код 17 – чтение информации об адресуемом модуле.

Интервал между байтами в сообщении не должен превышать 780 мкс (рисунок 1а).

Интервал между сообщениями не должен быть меньше 1,8 мс (рисунок 1б).

Время начала ответа от силового модуля должно быть не более 50 мс от конца передачи запроса от модуля управления (рисунок 1в).

Силовые модули должны принимать и обрабатывать широковещательные запросы на запись в регистры (команда 06). При этом различают два типа широковещательных запросов: традиционные, по адресу 0х00, и канальные по маске адреса. При этом силовой модуль ответ не возвращает.

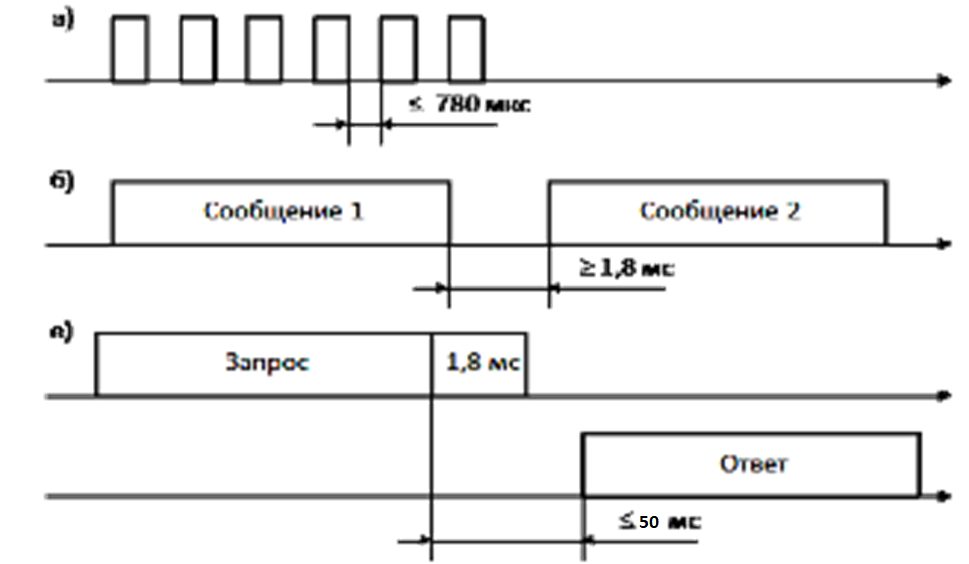


Рисунок 1. Временные диаграммы передачи данных с использованием протокола Modbus

Контрольная сумма CRC16 рассчитывается по полиному x16+x15+x2+1. Младший байт контрольный суммы передается первым (little-endian).

***Структура запросов от модуля управления к силовому модулю:***

Чтение значений из нескольких регистров хранения:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х03  (1 байт) | Адрес первого регистра  (2 байта) | Количество  регистров  (2 байта) | CRC    (2 байта) |

Запись значений в один регистр хранения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х06  (1 байт) | Адрес  Регистра  (2 байта) | Данные для записи    (2 байта) | CRC    (2 байта) |

Запись значений в несколько регистров хранения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х10  (1 байт) | Адрес первого  регистра  (2 байта) | Количество  байт далее  (1 байт) | Данные для записи    (Количество байт \* 2, байтов) | CRC    (2 байта) |

Чтение идентификационной карты устройства:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля (1 байт) | Команда 0х11  (1 байт) | СRC  (2 байта) |

***Структура ответов силового модуля модулю управления:***

Ответ на команду чтения регистров:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х03  (1 байт) | Количество байт данных  (1 байт) | Данные  (Количество байт данных \* 2, байтов) | CRC    (2 байта) |

Ответ на команду записи в регистр (повторяет запрос):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х06  (1 байт) | Адрес  Регистра  (2 байта) | Данные для записи    (2 байта) | CRC    (2 байта) |

Ответ на команду записи значений в несколько регистров хранения:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х10  (1 байт) | Адрес первого  Регистра  (2 байта) | Количество записанных регистров  (2 байта) | CRC    (2 байта) |

Ответ на команду чтения идентификационной карты устройства

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сетевой адрес  модуля  (1 байт) | Команда  0х11  (1 байт) | Количество байт данных 0x23 (35)   (1 байт) | Данные    (35 байт) | CRC    (2 байта) |

## 2. Идентификационная карта устройства

Идентификационная карта устройства представляет собой минимальный набор сведений о силовом модуле, необходимый для организации обмена информации с ним. Каждый силовой модуль в сети Modbus должен выдавать свою идентификационную карту в ответ на команду 17 (0x11).

Содержание идентификационной карты:

1. Наименование устройства, 11 байт
2. Версия устройства/ПО, 6 байт (1-3 байт – Версия устройства, 5-6 – Версия ПО)
3. Номер заказа, 9 байт
4. Номер партии, 8 байт
5. Номер в партии, 1 байт

Представленная информация хранится в ASCII коде.

Длина поля данных идентификационной карты – 35 байт,

Таблица 2 – Пример построения идентификационных карт

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование устройства | Версия устройства/ПО | Номер заказа | Номер партии | Номер в партии |
| UPS-D-240 | 1.2.01 | SUW999999 | 2299999d | 8 |

## 3. Описание регистрового пространства

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер регистра (адреса) | Наименование Регистра | Описание | Тип | Факт.  размер, байт |
| 2 | TYPE\_KAN\_D | Тип подключенного КАН-Д:  0b 01 - КАН-Д75Ц24Х  0b 10 - КАН-Д120Ц24Х  0b 11 - КАН-Д240Ц24Х | ***R*** | 2 |
| 3 | BATTERY\_  CAPACITY | Емкость батареи (см. \*\*\*\*)  *Бит 15 – логическая 1, то что выбран режим «Прог.»,*  *Бит 15 – логический 0, то емкость задается через ИБП-Д*  *Диапазон 1.2 – 32А\*ч*  *При первом запросе после введения режима «Прог.» передается 0x8000* | ***R/W*** | 2 |
| 4 | BATTERY\_TIME\_  DISCHARGE\_MIN | Время разряда батареи - минуты (см. \*\*)  *Бит 15 – логическая 1, то что выбран режим «Прог.»,*  *Бит 15 – логический 0, то время задается через ИБП-Д*  *Диапазон 0 – 3600 минут (60 часов, 2.5 суток)*  *При первом запросе после введения режима «Прог.» передается 0x8000* | ***R/W*** | 2 |
| 5 | BATTERY\_TIME\_  DISCHARGE\_SEC | Время разряда батареи - секунды (см. \*\*)  *Бит 15 – логическая 1, то что выбран режим «Прог.»,*  *Бит 15 – логический 0, то время задается через ИБП-Д*  *Диапазон 0 – 59 секунд*  *При первом запросе после введения режима «Прог.» передается 0x8000* | ***R/W*** | 2 |
| 6 | DEVICE\_ADRESS | Адрес устройства на линии RS485  *Адрес по умолчанию 0xFF* | ***R/W*** | 2 |
| 7 | MODE | Биты 0 - 3   1. Режим От сети (Заряд)   0b000 — TRICLE GHARGE(Восстановление емкости)  0b001 — BULK GHARGE (Быстрый заряд)  0b010 — OVER GHARGE(Перезаряд)  0b011 — EQUALIZING GHARGE(Уравнительный заряд)  0b100 — FLOAT GHARGE(Буферный заряд)   1. Режим От АКБ(Разряд)   0b 101 – DISCHARGE   1. Режим Ожидание   0b 110 – WAIT (АКБ отключено)   1. Режим Сон   0b 111 – SLEEP   1. Режим Авария   0b 1000 – ALARM    Биты 4 – 5 и Биты 6 – 7 цвета для LED1 и LED2 соответственно:   * + 1. 0b 01 – RED     2. 0b 10 – YELLOW     3. 0b 11 – GREEN     Биты 8 – 10 и Биты 11 – 13 наименование индикации для LED1 и LED2 соответственно:   * + 1. 0b 000 – PERMANET     2. 0b 001 – BLINK1     3. 0b 010 – BLINK2     4. 0b 011 – BLINK3     5. 0b 100 – BLINK4     6. 0b 101 – BLINK5     7. 0b 110 – BLINK6     8. 0b 111 – BLINK7 | ***R*** | 2 |
| 8 | DEVICE\_STATUS | *Выполнение представленных условий принимается равным логической 1*  Бит 0 – Напряжение на входе ИБП-Д ниже минимального  Бит 1 – Напряжение на входе ИБП-Д выше максимального  Бит 2 – Напряжение на нагрузке выше максимального  Бит 3 – Напряжение на АКБ ниже минимального  Бит 4 – Напряжение на АКБ выше максимального  Бит 5 – Ток нагрузки выше максимального  Бит 6 – Ток заряда АКБ ниже минимального  Бит 7 – Ток АКБ выше максимального  Бит 8 – Ток заряда АКБ ограничен током нагрузки  Бит 9 – Ток заряда АКБ невозможно ограничить  Бит 10 – Температура АКБ ниже минимальной  Бит 11 – Температура АБК выше максимальной  Бит 12 – Запрос на дистанционное отключение АКБ или на Тумблере 2 выставлено «Откл. АКБ»  Бит 13 – АКБ несанкционированно отключена от ИБП-Д  Бит 14 – Уровень заряда АКБ ниже минимального  Бит 15 – Время разряда АКБ окончено | ***R*** | 2 |
| 9 | I\_LOAD | Текущее значение тока нагрузки (см. \*) | ***R*** | 2 |
| 10 | I\_BATTERY | Текущее значение тока батареи (см. \*) | ***R*** | 2 |
| 11 | U\_LOAD | Текущее значение напряжения нагрузки (см. \*) | ***R*** | 2 |
| 12 | U\_BATTERY | Текущее значение напряжения батареи (см. \*) | ***R*** | 2 |
| 13 | U\_IN\_UPS | Текущее напряжение на входе ИБП-Д (см. \*) | ***R*** | 2 |
| 14 | T\_BATTERY\_1 | Текущая температура батареи 1 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 15 | T\_BATTERY\_2 | Текущая температура батареи 2 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 16 | T\_BATTERY\_3 | Текущая температура батареи 3 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 17 | T\_BATTERY\_4 | Текущая температура батареи 4 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 18 | T\_BATTERY\_5 | Текущая температура батареи 5 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 19 | T\_BATTERY\_6 | Текущая температура батареи 6 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 20 | T\_BATTERY\_7 | Текущая температура батареи 7 (см. \*)  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком*  *Датчик не подключен – 0x7FFF* | ***R*** | 2 |
| 21 | BATTERY\_LEVEL | Величина уровня заряда Батареи  *В текущей версии передается информация о диапазоне:*  *0b 000 – 0%*  *0b 001 – в диапазоне 0 - 5%*  *0b 010 – в диапазоне 5 - 20%*  *0b 011 – в диапазоне 20 - 50%*  *0b 100 – в диапазоне 50 – 85%*  *0b 101 – больше 85%* | ***R*** | 2 |
| 22 | RELE\_STATUS | *Логическая 1 – контакты реле в замкнутом состоянии (зеленый цвет)*  *Логический 0 – контакты реле в разомкнутом состоянии (красный цвет)*  Бит 0 - Сеть норма  Бит 1 - АКБ норма  Бит 2 - Режим норма | ***R*** | 2 |
| 27 | I\_CHARGE\_MIN\_koef | Токовый коэффициент, определяющий минимальный ток заряда в режиме Быстрая зарядка (BULK\_CHARGE). В ходе работы принимается во внимание в случае, если CONTROL\_I\_  BATTERY\_MIN\_CHARGE = 1 (регистр 49)  *Должен быть в диапазоне 0.1 – I\_BULK\_koef* (см. \*\*\*) | ***R/W*** | 2 |
| 29 | U\_LOAD\_MIN | Минимальное значение напряжения на нагрузке (см. \*)  *Должно быть меньше или равно U\_BATTERY\_MIN или U\_IN\_MIN (выбирается наименьшее значение), меньше U\_BATTERY\_MAX и меньше U\_LOAD\_MAX.* | ***R/W*** | 2 |
| 30 | U\_LOAD\_MAX | Максимальное значение напряжения на нагрузке (см. \*)  *Должно быть больше U\_LOAD\_MIN и меньше U\_BATTERY\_MAX* | ***R/W*** | 2 |
| 31 | U\_BATTERY\_MIN | Минимальное значение напряжения на батареи (см. \*)  *Должно быть в диапазоне 19 В - U\_BATTERY\_EQUALIZING, и меньше U\_BATTERY\_MAX.* | ***R/W*** | 2 |
| 32 | U\_BATTERY\_MAX | Максимальное значение напряжения на батареи (см. \*)  *Должно быть в диапазоне 19 В - 32В, и больше U\_BATTERY\_MIN.* | ***R/W*** | 2 |
| 33 | U\_IN\_MIN | Минимальное значение входного напряжения. (см. \*)  *Должно входить в диапазон 22.8-24.5В и должно быть меньше U\_IN\_MAX.* | ***R/W*** | 2 |
| 34 | U\_IN\_MAX | Максимальное значение входного напряжения. (см. \*)  *Должно быть в диапазоне 22.8-24.5В и больше U\_IN\_MIN.* | ***R/W*** | 2 |
| 35 | T\_BATTERY\_MIN\_  CHARGE | Минимальное значение температуры батареи в режиме Заряд (см. \*)  *Должно быть больше -10 С и меньше T\_BATTERY\_MAX*  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком* | ***R/W*** | 2 |
| 36 | T\_BATTERY\_MIN\_  DISCHARGE | Минимальное значение температуры батареи в режиме Разряд (см. \*)  *Должно быть больше -20 С и меньше T\_BATTERY\_MIN\_CHARGE и T\_BATTERY\_MAX*  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком* | ***R/W*** | 2 |
| 37 | T\_BATTERY\_MAX | Максимальное значение температуры батареи (см. \*)  *Должно быть меньше 60 С и больше T\_BATTERY\_MIN\_*  *CHARGE*  *Отрицательная температура передается в дополнительном коде со знаком* | ***R/W*** | 2 |
| 38 | U\_BATTERY\_TRICLE | Уровень напряжения на батареи, превышение которого переведет режим Заряда из этапа Восстановление емкости (TRICLE\_CHARGE) в этап Быстрая зарядка (BULK\_CHARGE) (см. \*)  *Должно быть больше 19 В и меньше U\_BATTERY\_FLOAT* | ***R/W*** | 2 |
| 39 | U\_BATTERY\_OVER | Уровень напряжения на батареи, который должен поддерживаться в режиме Заряд на этапе Перезаряд (OVER\_CHARGE) (см. \*)  *Должно быть в диапазоне 27-30В, больше U\_BATTERY\_FLOAT и меньше либо равно U\_BATTERY\_EQUALIZING* | ***R/W*** | 2 |
| 40 | U\_BATTERY\_  EQUALIZING | Уровень напряжения на батареи, который должен поддерживаться в режиме Заряд на этапе Уравнительный заряд (EQUALIZING\_CHARGE) (см. \*)  *Должно быть в диапазоне 28-30В и больше либо равно U\_BATTERY\_OVER* | ***R/W*** | 2 |
| 41 | U\_BATTERY\_FLOAT | Уровень напряжения на батареи, который должен поддерживаться в режиме Заряд на этапе Буферный режим (FLOAT\_CHARGE) (см. \*)  *Должно быть в диапазоне 26-28.8 В и меньше U\_BATTERY\_OVER* | ***R/W*** | 2 |
| 42 | I\_TRICKLE\_koef | Токовый коэффициент в режиме Заряд на этапе Восстановление емкости (TRICLE\_CHARGE) (см. \*\*\*)  *Должно быть в диапазоне 0.03-0.09* | ***R/W*** | 2 |
| 43 | I\_BULK\_koef | Токовый коэффициент в режиме Заряд на этапе Быстрый заряд (BULK\_CHARGE) (см. \*\*\*)  *Должно быть в диапазоне 0.1-0.3* | ***R/W*** | 2 |
| 44 | I\_OVER\_koef | Токовый коэффициент в режиме Заряд на этапе Перезаряд (OVER\_CHARGE) (см. \*\*\*)  *Должно быть в диапазоне 0.03-0.09* | ***R/W*** | 2 |
| 45 | T\_COMPENSATION\_  KOEF\_OVER\_MODE | Коэффициент температурной компенсации в режиме Заряд на этапе Перезаряд (OVER\_CHARGE) (см. \*\*\*)  *Должно быть меньше 0.1В/С* | ***R/W*** | 2 |
| 46 | T\_COMPENSATION\_  KOEF\_FLOAT\_MODE | Коэффициент температурной компенсации в режиме Заряд на этапе Буферный режим (FLOAT\_CHARGE) (см. \*\*\*)  *Должно быть меньше 0.1В/С* | ***R/W*** | 2 |
| 48 | REMOUT\_CONTROL | Дистанционное отключение Батареи  *Логическая 1 – Дистанционному каналу запрещено физическое отключение батареи*  *Логический 0 – Дистанционному каналу разрешено физическое отключение батареи* | ***R/W*** | 2 |
| 49 | CONTROL\_I\_  BATTERY\_MIN\_  CHARGE | Режим слежения за минимальным током заряда батареи  При значении тока меньше I\_BATTERY\_MIN\_CHARGE\_koef \* BATTERY\_CAPACITY заряд прекращается  *Логическая 1 – слежение ведется*  *Логический 0 – слежение не ведется* | ***R/W*** | 2 |
| 50 | RESET\_DEFAULT\_ SETTINGS | Сброс до заводских настроек  Считать через 1 сек  *Логическая 1 – сброс требуется*  *Логический 0 – сброс не требуется* | ***W*** | 2 |
|  |  |  |  | |
|  |  |  |  | |
|  | \* | Система управления ИБП-Д принимает и передает данные в следующем формате: Y=X\*100, где Y – данные передаваемые по шине RS-485  X – истинная величина.  Пример: Напряжение нагрузки (U\_LOAD) равно 24.85В, т.е Х=24.85. Соответственно по шине RS-485 передается число 24.85\*100=2485 (Hex - 0x09B5). |  | |
|  | \*\* | Пример:  Если пользователь ввел: 4ч 20 минут 43 секунды, то  В регистр BATTERY\_TIME\_DISCHARGE\_MIN записывается число 4\*60+20=240 (что соответствует 4ч 20 минутам)  В регистр BATTERY\_TIME\_DISCHARGE\_SEC записывается 43 |  | |
|  | \*\*\* | Система управления ИБП-Д принимает и передает данные в следующем формате: Y=X\*1000, где Y – данные передаваемые по шине RS-485  X – истинная величина.  Пример: Токовый коэффициент в режиме заряд (I\_BULK\_koef) равен 0.036, т.е Х=0.036. Соответственно по шине RS-485 передается число 0.036\*1000=36 (Hex - 0x001A). |  | |
|  | \*\*\*\* | Система управления ИБП-Д принимает и передает данные в миллиамперах |  | |
|  |  |  |  | |
|  |  |  |  | |
|  |  |  |  | |