

ПКФ «ЭЛЕКТРОСБЫТ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛА MODBUS RTU
В РЕЛЕ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПИ
ПОСТОЯННОГО ТОКА

РК-11

ОПИСАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЯ

ШОПТ.426200.011 РЭ1

ЕАС

Данный документ является дополнением к ШОПТ.426200.011 РЭ Реле контроля параметров цепи постоянного тока РК-11. Руководство по эксплуатации и описывает поддержку реле РК-11 (далее - реле) протокола MODBUS RTU.

Реле выполняет команды протокола MODBUS RTU согласно таблице 1.

Таблица 1

Код	Название	Действие
03	READ HOLDING REGISTERS	Чтение текущего значения одного или нескольких регистров хранения
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в один регистр
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Запись новых значений в несколько последовательных регистров

Формат команды READ HOLDING REGISTERS (03), байт:

Адрес	Код функции	Старший байт адреса регистра	Младший байт адреса регистра	Старший байт количества регистров	Младший байт количества регистров	Младший байт CRC16	Старший байт CRC16
0-247	03 (04)	xx	xx	00	xx	xx	xx

Формат ответа на команду READ HOLDING REGISTERS (03), байт:

Адрес	Код функции	Количество байт данных	Байты данных			Младший байт CRC16	Старший байт CRC16
			байт 1	...	байт n		
0-247	03 (04)	nn	xx	00	xx	xx	xx

Адрес и код функции в ответе совпадают с адресом и кодом функции команды. Количество байт данных в ответе всегда четное. Старший байт регистра в ответе идет первым.

Формат команды FORCE SINGLE REGISTER (06) и ответа на нее, байт:

Адрес	Код функции	Старший байт адреса регистра	Младший байт адреса регистра	Старший байт данных	Младший байт данных	Младший байт CRC16	Старший байт CRC16
0-247	06	xx	xx	xx	xx	xx	xx

Формат команды FORCE MULTIPLE REGISTERS (16), байт:

Адрес	Код функции	Старший байт адреса регистра	Младший байт адреса регистра	Старший байт количества регистров	Младший байт количества регистров	Количество байт данных	Байты данных			Младший байт CRC16	Старший байт CRC16
							байт 1	...	байт n		
0-247	16	xx	xx	00	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

Формат ответа на команду FORCE MULTIPLE REGISTERS (16), байт:

Адрес	Код функции	Старший байт адреса регистра	Младший байт адреса регистра	Старший байт количества регистров	Младший байт количества регистров	Младший байт CRC16	Старший байт CRC16
0-247	16	xx	xx	00	xx	xx	xx

При неправильном значении адреса или CRC16 реле не отвечает.

При неправильном значении кода функции или длины сообщения в ответе к коду функции добавляется старший бит и в следующем байте возвращается код ошибки:

- 01 – недопустимый код функции;
- 04 – неверная длина сообщения.

Все реле реагируют (но не отвечают) на широковещательный адрес 0.

При поставке все реле имеют адрес 1. Он должен быть изменен перед использованием нескольких реле в одной сети на другой в диапазоне от 1 до 247.

Скорость обмена данными по интерфейсу по умолчанию задана 9600 бит/с. Скорость может быть изменена через меню настройки с помощью кнопок на передней панели реле.

Формат кадра – 8N1 – восемь бит данных, нет бита четности, один стоповый бит. Формат не может быть изменен.

Принято следующее распределение адресов MODBUS:

- 0x0100–0x01FF – параметры настройки реле, сохраняемые в энергонезависимой памяти микроконтроллера;
- 0x0200–0x04FF – переменные данные, содержащиеся в оперативной памяти микроконтроллера;
- 0x0500–0x05FF – параметры идентификации, сохраняемые в энергонезависимой памяти микроконтроллера.

Регистры параметров (диапазон 0x0100–0x01FF) описаны таблице 2.

Регистры данных (диапазон 0x0200–0x04FF) описаны в таблице 7.

Регистры идентификации (диапазон 0x0500–0x05FF) описаны в таблице 13.

Таблица 2

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0100	Сетевой адрес*	WORD	чтение запись	
0x0101	Скорость обмена по сети	WORD	чтение запись	0x0000–"2400" 0x0001–"4800" 0x0002–"9600" 0x0003–"14400" 0x0004–"19200" 0x0005–"28800" 0x0006–"33400" 0x0007–"57600" 0x0008–"115200"
0x0102	Номер первого по порядку датчика (номер первого по порядку присоединения)*	LOBYTE	чтение запись	

Продолжение таблицы 2

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0102	Количество датчиков (количество контролируемых присоединений)*	НIBYTE	чтение запись	
0x0103	Количество обнаруженных датчиков (присоединений)	WORD	чтение	
0x0104	Номинальный ток шунта	WORD	чтение запись	0x0000—"10" 0x0001—"30" 0x0002—"50" 0x0003—"100" 0x0004—"200" 0x0005—"500"
0x0105	Сигнал на дискретном входе 1	LOBYTE	чтение запись	0x00—"Нет" 0x01—"Тест" 0x02—"Сброс" 0x03—"Блок" 0x04—"Синх"
0x0105	Сигнал на дискретном входе 2	НIBYTE	чтение запись	
0x0106	Параметры дискретных входов	WORD	чтение запись	Значения битов настройки параметров дискретных входов даны в таблице 3
0x0107	Параметры выходов реле	WORD	чтение запись	Значения битов настройки параметров выходов даны в таблице 4
0x0108	Емкость сети	WORD	чтение запись	0x0000—"Авто" 0x0001—"«<25мкФ»" 0x0002—"«<50мкФ»" 0x0003—"«<100мкФ»" 0x0004—"«<200мкФ»"
0x0109	Блокирование измерения сопротивления изоляции	WORD	чтение запись	0x0000—"Нет" 0x0001—"15мин" 0x0002—"Всегда" 0x0003—"Диск вход"
0x010A	Настройка синхронизации при измерении сопротивления изоляции	WORD	чтение запись	Значения битов настройки синхронизации даны в таблице 5
0x010B	Наличие дополнительных модулей	WORD	чтение запись	Значения битов настройки наличия дополнительных модулей даны в таблице 6
0x0110	Уставка предупреждения снижения сопротивлению изоляции*, кОм	WORD	чтение запись	
0x0111	Уставка предупреждения повышенного напряжения на шине*, В (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	

Продолжение таблицы 2

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0112	Уставка предупреждения пониженного напряжения на шине*, В (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0113	Уставка предупреждения несимметрии напряжения полюсов шины*, В (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0114	Уставка предупреждения пульсаций напряжения на шине *, % (умноженное на 10)	WORD	чтение запись	
0x0115	Уставка предупреждения по превышению тока в цепи аккумуляторной батареи*, А (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0116	Уставка предупреждения пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи*, А (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0120	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения снижения сопротивлению изоляции	WORD	чтение запись	0x0000–"Нет" 0x0001–"К1" 0x0002–"К2" 0x0003–"К3"
0x0121	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения повышенного напряжения на шине	WORD	чтение запись	
0x0122	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения пониженного напряжения на шине	WORD	чтение запись	
0x0123	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения несимметрии напряжения полюсов шины	WORD	чтение запись	
0x0124	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения пульсаций напряжения на шине	WORD	чтение запись	
0x0125	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения превышения тока в цепи аккумуляторной батареи	WORD	чтение запись	
0x0126	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи	WORD	чтение запись	

Продолжение таблицы 2

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0127	Сигнализация срабатывания уставки зарядного тока аккумулятора батареи	WORD	чтение запись	
0x0128	Сигнализация срабатывания уставки разрядного тока аккумулятора батареи	WORD	чтение запись	
0x0130	Задержка сигнализации предупреждения пониженного сопротивления изоляции*, с	WORD	чтение запись	
0x0131	Задержка сигнализации предупреждения повышенного напряжения на шине*, с	WORD	чтение запись	
0x0132	Задержка сигнализации предупреждения пониженного напряжения на шине*, с	WORD	чтение запись	
0x0133	Задержка сигнализации предупреждения несимметрии напряжения полюсов шины*, с	WORD	чтение запись	
0x0134	Задержка сигнализации предупреждения пульсаций напряжения на шине*, с	WORD	чтение запись	
0x0135	Задержка сигнализации предупреждения по превышению тока в цепи аккумуляторной батареи*, с	WORD	чтение запись	
0x0136	Задержка сигнализации предупреждения пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи*, с	WORD	чтение запись	
0x0137	Задержка сигнализации зарядного тока аккумулятора батареи*, с	WORD	чтение запись	
0x0138	Задержка сигнализации разрядного тока аккумулятора батареи*, с	WORD	чтение запись	
0x0140	Уставка аварии снижения сопротивления изоляции*, кОм	WORD	чтение запись	
0x0141	Уставка аварии повышенного напряжения на шине*, В (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0142	Уставка аварии пониженного напряжения на шине*, В (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0143	Уставка аварии несимметрии напряжения полюсов шины*, В (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	

Продолжение таблицы 2

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0144	Уставка аварии пульсаций напряжения на шине *, % (умноженное на 10)	WORD	чтение запись	
0x0145	Уставка аварии по превышению тока в цепи аккумуляторной батареи*, А (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0146	Уставка аварии пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи*, А (умноженное на 100)	WORD	чтение запись	
0x0150	Сигнализация срабатывания уставки аварии снижения сопротивления изоляции	WORD	чтение запись	0x0000—"Нет" 0x0001—"К1" 0x0002—"К2" 0x0003—"К3"
0x0151	Сигнализация срабатывания уставки аварии повышенного напряжения на шине	WORD	чтение запись	
0x0152	Сигнализация срабатывания уставки аварии пониженного напряжения на шине	WORD	чтение запись	
0x0153	Сигнализация срабатывания уставки предупреждения несимметрии напряжения полюсов шины	WORD	чтение запись	
0x0154	Сигнализация срабатывания уставки аварии пульсаций напряжения на шине	WORD	чтение запись	
0x0155	Сигнализация срабатывания уставки аварии превышения тока в цепи аккумуляторной батареи	WORD	чтение запись	
0x0156	Сигнализация срабатывания уставки аварии пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи	WORD	чтение запись	
0x0160	Задержка сигнализации аварии пониженного сопротивления изоляции*, с	WORD	чтение запись	
0x0161	Задержка сигнализации аварии повышенного напряжения на шине*, с	WORD	чтение запись	
0x0162	Задержка сигнализации аварии пониженного напряжения на шине*, с	WORD	чтение запись	
0x0163	Задержка сигнализации аварии несимметрии напряжения полюсов шины*, с	WORD	чтение запись	

Продолжение таблицы 2

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0164	Задержка сигнализации аварии пульсаций напряжения на шине*, с	WORD	чтение запись	
0x0165	Задержка сигнализации аварии по превышению тока в цепи аккумуляторной батареи*, с	WORD	чтение запись	
0x0166	Задержка сигнализации аварии пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи*, с	WORD	чтение запись	
0x0170	Сигнализация неисправности реле	WORD	чтение запись	0x0000—"Нет" 0x0001—"K1" 0x0002—"K2" 0x0003—"K3"
0x01FF	Возврат уставок и параметров настройки к заводским значениям	WORD	чтение запись	0x0001, сбрасывается автоматически в 0x0000 через 5 с
* Допустимый диапазон значений согласно пункта 1.2 ШОПТ.426200.011 РЭ Реле контроля параметров цепи постоянного тока РК-11. Руководство по эксплуатации				

Таблица 3

Код	Настройка
0x0000	Дискретные входы 1 и 2 не инверсные
0x0001	Дискретный вход 1 инверсный, дискретный вход 2 не инверсный
0x0002	Дискретный вход 1 инверсный, дискретный вход 2 не инверсный
0x0003	Дискретные входы 1 и 2 инверсные

Таблица 4

Код*	Настройка
0x0000	Выходы K1, K2 и K3 не инверсные, тип реле «простое»
0x0001	Выход K1 инверсный
0x0002	Тип выхода K1 «реле-триггер»
0x0004	Выход K2 инверсный
0x0008	Тип выхода K2 «реле-триггер»
0x0010	Выход K3 инверсный
0x0020	Тип выхода K3 «реле-триггер»
* код настройки параметров выходов формируется суммированием кодов настройки параметров отдельных выходов	

Таблица 5

Код	Настройка
0x0000	Режим синхронизации измерения сопротивления изоляции не активирован
0x0001	Ведущий, автоматическая синхронизация

Продолжение таблицы 5

Код	Настройка
0x0002	Ведомый 1, автоматическая синхронизация
0x0003	Ведомый 2, автоматическая синхронизация
0x0004	Ведомый 3, автоматическая синхронизация
0x0005	Ведомый 4, автоматическая синхронизация
0x0006	Ведомый 5, автоматическая синхронизация
0x0007	Ведомый 6, автоматическая синхронизация
0x0008	Ведомый 7, автоматическая синхронизация
0x0011	Ведущий, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0012	Ведомый 1, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0013	Ведомый 2, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0014	Ведомый 3, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0015	Ведомый 4, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0016	Ведомый 5, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0017	Ведомый 6, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»
0x0018	Ведомый 7, синхронизация по сигналу на дискретном входе с назначенным сигналом «Синх»

Таблица 6

Код*	Настройка
0x0000	Дополнительных модулей нет
0x0001	К реле подключен указатель сопротивления изоляции
0x0002	К реле подключен указатель тока поддерживающего заряда аккумуляторной батареи
0x0004	К реле подключена панель индикации параметров сети оперативного тока
0x0008	К реле подключено устройство поиска места повреждения изоляции

* код настройки наличия дополнительных модулей формируется суммированием кодов настройки наличия отдельных дополнительных модулей

Таблица 7

Адрес регистра	Данные	Тип данных	Доступ	Примечание
0x0200	Неисправности реле	WORD	чтение	Значения битов кодов неисправности даны в таблице 8
0x0201	Ошибки измерения	WORD	чтение	Значения битов кодов ошибок измерения даны в таблице 9

Продолжение таблицы 7

Адрес регистра	Данные	Тип данных	Доступ	Примечание
0x0203	Команда "Тест" реле	WORD	чтение запись	0x0001, сбрасывается автоматически в 0x0000 через 5 с
0x0204	Команда "Сброс" реле	WORD	чтение запись	0x0001, сбрасывается автоматически в 0x0000 через 1 с
0x0205	Состояние дискретных входов	WORD	чтение	Значения битов состояния дискретных входов даны в таблице 10
0x0206	Состояние выходов реле	WORD	чтение	Значения битов состояния выходов даны в таблице 11
0x0210	Состояния уставок сигнализации	WORD	чтение	Значения битов состояния уставок сигнализации даны в таблице 12
0x0220	Обобщённое сопротивление изоляции шины, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
0x0221	Сопротивление изоляции полюса "+" шины, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
0x0222	Сопротивление изоляции полюса "-" шины, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
0x0223, 0x0224	Напряжение на шине, В (умноженное на 100)	SDWORD	чтение	
0x0225, 0x0226	Напряжение на положительном полюсе шины относительно земли, В (умноженное на 100)	SDWORD	чтение	
0x0227, 0x0228	Напряжение на отрицательном полюсе шины относительно земли, В (умноженное на 100)	SDWORD	чтение	
0x0229	Пульсации напряжения на шине, % (умноженное на 10)	WORD	чтение	
0x022A, 0x022B	Ток в цепи аккумуляторной батареи, А (умноженное на 100)	SDWORD	чтение	
0x022C	Пульсации тока в цепи аккумуляторной батареи, А (умноженное на 100)	WORD	чтение	

Продолжение таблицы 7

Адрес регистра	Данные	Тип данных	Доступ	Примечание
0x0301	Сопротивление изоляции полюса "+" присоединения 1, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	0xFFFF – присоединение замкнуто в кольцо
0x0302	Сопротивление изоляции полюса "+" присоединения 2, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
...				
0x03C8	Сопротивление изоляции полюса "+" присоединения 200, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
0x0401	Сопротивление изоляции полюса "-" присоединения 1, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
0x0402	Сопротивление изоляции полюса "-" присоединения 2, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	
...				
0x04C8	Сопротивление изоляции полюса "-" присоединения 200, кОм (умноженное на 10)	WORD	чтение	

Таблица 8

Код*	Неисправность
0x0000	Реле исправно
0x0001	Неисправность канала измерения сопротивления вычислителя
0x0002	Неисправность канала измерения напряжения вычислителя
0x0004	Неисправность канала измерения тока вычислителя
0x0008	Неисправность узла архивирования вычислителя
0x0010	Неисправность или ошибка связи указателя сопротивления изоляции
0x0020	Неисправность или ошибка связи указателя тока поддерживающего заряда аккумуляторной батареи
0x0040	Неисправность или ошибка связи панели индикации параметров сети оперативного тока
0x0080	Неисправность или ошибка связи устройства поиска места повреждения изоляции
0x0100**	Неисправность или ошибка связи датчика DD присоединения 1
0x0200**	Неисправность или ошибка связи датчика DD присоединения 2
...	
0xC800**	Неисправность или ошибка связи датчика DD присоединения 200
0xFF00	Неисправность канала связи с датчиками DD и дополнительными модулями

* при нескольких одновременных неисправностях коды неисправностей суммируются
 ** при неисправности или ошибки связи нескольких датчиков читается код неисправности датчика присоединения с меньшим порядковым номером

Таблица 9

Код*	Ошибки измерения
0x0000	Измеренные значения правильные
0x0001	Ошибка измерения сопротивления изоляции, напряжение на шине ниже допустимого значения
0x0002	Ошибка измерения сопротивления изоляции, нестабильное напряжение на шине
0x0004	Ошибка измерения сопротивления изоляции, пульсации напряжения на шине выше допустимого значения
0x0008	Ошибка измерения сопротивления изоляции, общая емкость сети больше максимально допустимого значения
0x0010**	Ошибка измерения сопротивления изоляции, присоединения замкнуты в кольцо
0x0020	Ошибка синхронизации измерения сопротивления изоляции
0x0100	Ошибка измерения коэффициента пульсаций напряжения, напряжение на шине ниже допустимого значения
0x0200	Ошибка измерения коэффициента пульсаций напряжения, амплитуда пульсаций выше допустимого значения
* при ошибках измерения по нескольким причинам одновременно коды ошибок суммируются	
** при ошибке измерения «присоединения замкнуты в кольцо» значения сопротивления изоляции соответствующих присоединений равны 65535 (адреса 0x0301-0x03C8, 0x0401-0x04C8, таблица 7)	

Таблица 10

Код*	Состояние дискретных входов
0x0001	Подан сигнал на дискретный вход 1
0x0002	Подан сигнал на дискретный вход 2
* при подаче сигнала на оба дискретных входа коды состояния суммируются	

Таблица 11

Код*	Состояние выхода сигнализации
0x0001	Сработал выход К1
0x0002	Сработал выход К2
0x0004	Сработал выход К3
* при одновременном срабатывании нескольких выходов коды состояния выходов суммируются	

Таблица 12

Код*	Состояние уставок
0x0001	Сработала уставка предупреждения сопротивления изоляции шины
0x0002	Сработала уставка предупреждения повышенного напряжения на шине
0x0004	Сработала уставка предупреждения пониженного напряжения на шине
0x0008	Сработала уставка предупреждения несимметрии напряжения полюсов шины
0x0010	Сработала уставка предупреждения пульсаций напряжения на шине

Продолжение таблицы 12

Код*	Состояние уставок
0x0020	Сработала уставка предупреждения по превышению тока в цепи аккумуляторной батареи
0x0040	Сработала уставка предупреждения пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи
0x0080	Сработала уставка зарядного тока аккумуляторной батареи
0x0100	Сработала уставка разрядного тока аккумуляторной батареи
0x0200	Сработала уставка аварии сопротивления изоляции шины
0x0400	Сработала уставка аварии повышенного напряжения на шине
0x0800	Сработала уставка аварии пониженного напряжения на шине
0x1000	Сработала уставка аварии несимметрии напряжения полюсов шины
0x2000	Сработала уставка аварии пульсаций напряжения на шине
0x4000	Сработала уставка аварии по превышению тока в цепи аккумуляторной батареи
0x8000	Сработала уставка аварии пульсаций тока в цепи аккумуляторной батареи

* при одновременном срабатывании нескольких уставок коды состояния уставок суммируются

Таблица 13

Адрес регистра	Параметр	Тип параметра	Доступ	Примечание
0x0500	Идентификатор (тип) реле	WORD	чтение	0x000B
0x0501, 0x0502	Серийный номер реле	SDWORD	чтение	
0x0503	Исполнение реле по напряжению	WORD	чтение	0x0000 - «24» 0x0001 - «48» 0x0002 - «110» 0x0003 - «220» 0x0004 - «440»

Расчет CRC16 выполняется по следующей процедуре:

- а) загрузить шестнадцати разрядный регистр числом FFFFh;
- б) выполнить операцию XOR над первым байтом данных и старшим байтом регистра.

Поместить результат в регистр;

- в) сдвинуть регистр на один разряд вправо;

г) если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H);

- д) если выдвинутый бит ноль, вернуться к шагу в);

е) повторять шаги в) и г) до тех пор, пока не будут выполнены 8 сдвигов регистра;

ж) выполнить операцию XOR над следующим байтом данных и регистром;

и) повторять шаги в) – ж) до тех пор, пока не будет выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром.

Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.

Далее приведен пример процедуры расчета на языке C.

```
WORD AddToCRC16Sum(WORD wChecksum, BYTE btData)
{
    BYTE btCount;
    wChecksum ^= (WORD)btData;
    for (btCount=0; btCount<8; btCount++)
    {
        if (wChecksum & 1)
        {
            wChecksum >>= 1;
            wChecksum ^= 0xA001;
        }
        else
            wChecksum >>= 1;
    }
    return wChecksum;
}
```

