

## **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ СЧЕТЧИКА МЕРКУРИЙ 230**

### **ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГИИ**

Измерение энергии счетчиком осуществляется цифровым методом с частотой выборок равной 4000 Гц (период 250 мкс) по каждому каналу измеряемой величины напряжения или тока. Численные значения, соответствующие входному напряжению в каналах тока и напряжения далее перемножаются, давая, таким образом величину, пропорциональную мгновенной активной потребляемой мощности. По результатам измерений за период сети производится расчет реактивной мощности. Далее, полученные значения мощностей, накапливаются в промежуточных аккумуляторах. Числа, находящиеся в них, непрерывно сравниваются с некоторыми калибровочными порогами и, при их превышении, величины порогов вычитаются из содержимого промежуточных аккумуляторов, что соответствует прохождению к потребителю некоторой порции электроэнергии. Далее эти порции энергии учитываются в тарифных аккумуляторах, являющихся регистрами учета потребляемой электроэнергии. В случае многотарифного режима эксплуатации счетчика таких регистров четыре.

### **ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ**

Счетчик оснащается 8-разрядным ЖК дисплеем, на который выводится содержимое регистров учета потребленной энергии (в единицах 0,01кВт\*ч, либо 0,01кВаг\*ч) и сопутствующая информация. В случае эксплуатации счетчика в многотарифном режиме, нетекущий тариф отображается путем мигания пиктограммы индицируемого тарифа с частотой периода смены индикации (параметр программируется). Смена индицируемых регистров производится автоматически по кольцу. Время индикации регистров текущей и нетекущих тарифных зон - программируемое в диапазоне (5...255 с.).

Кроме этого на дисплее имеются специальные маркеры, которые отображают вид индицируемой энергии.

Кроме автоматического режима предусмотрен ручной режим индикации.

При каждом длительном (более 1с) нажатии на кнопку справа («режим индикации основных параметров») осуществляется последовательный вывод на индикатор следующих параметров:

- энергия от сброса;
- максимумы мощности за текущий месяц;
- максимумы мощности за месяц с указанием номера месяца;
- энергия за текущие сутки;
- энергия за предыдущие сутки;
- энергия за месяц с указанием номера месяца;
- энергия за текущий год;
- энергия за предыдущий год;

и т.д. снова по кольцу

При каждом коротком (менее 1с) нажатии на кнопку слева («режим индикации основных параметров») осуществляется последовательный вывод на индикатор следующих параметров (с учетом варианта исполнения счетчика –активный/активно-реактивный, однонаправленный/перетоковый и т.д.):

- потребленной активной энергии по сумме тарифов ;
  - потребленной активной энергии по тарифам 1-4;
  - потребленной реактивной энергии по сумме тарифов ;
  - потребленной реактивной энергии по тарифам 1-4;
- и т.д. снова по кольцу.

Количество индицируемых тарифных зон программируется отдельно для автоматического и ручного режимов индикации потребленной энергии в зависимости от варианта исполнения счетчика.

При каждом длительном (более 1с) нажатии на кнопку справа («режим индикации вспомогательных параметров») осуществляется последовательный вывод на индикатор следующих параметров:

- мгновенная активная мощность по каждой фазе и сумме фаз;
  - мгновенная реактивная мощность по каждой фазе и сумме фаз;
  - мгновенная полная мощность по каждой фазе и сумме фаз;
  - напряжение по каждой фазе;
  - угол между фазными напряжениями;
  - ток по каждой фазе;
  - коэффициент мощности по каждой фазе и сумме фаз;
  - частота
  - текущее время
  - дата
- и т.д. снова по кольцу.

При каждом длительном (более 1с) нажатии на кнопку справа («режим индикации вспомогательных параметров») осуществляется смена индицируемой фазы по кольцу.

При отсутствии нажатия на каждую из кнопок на протяжении более запрограммированного времени (тайм-аута возврата в автоматический режим индикации) счетчик переходит в автоматический режим индикации.

Предусмотрена также возможность коррекции внутренних часов счетчика один раз в сутки в пределах +28/-30 с. при длительном нажатии (более 1 с.) и отпускании кнопки справа в режиме индикации текущего времени. При этом, если значение индицируемых секунд было менее 31, будет установлено значение секунд равным 00, в противном случае – равным 59.

## ИНТЕРФЕЙС

Интерфейс счетчика служит средством доступа извне к внутренним переменным и параметрам счетчика и используется для проведения операций регулировки, поверки и эксплуатации счетчика. В процессе эксплуатации он служит в основном средством дистанционного считывания показаний группы счетчиков, объединенных в локальную сеть.

С целью обеспечения связи с отладочным компьютером и последующего объединения счетчиков в локальную сеть на месте эксплуатации, счетчик оснащен интерфейсом типа CAN или RS-485. Для индивидуального или группового подключения счетчиков к отладочному компьютеру разработаны специальные преобразователи, которые необходимы для согласования физических уровней интерфейсов RS-232 (компьютер) и интерфейса CAN или RS-485 (счетчик). Каждый счетчик имеет свой индивидуальный сетевой адрес, который может быть переопределен любым необходимым значением в диапазоне 0..240.

Начиная с версии ПО 2.2.7, наряду с основным интерфейсом CAN или RS-485, счетчик может иметь в своем составе дополнительный проводной интерфейс RS-485 с встроенным питанием. Оба проводных интерфейса при этом являются независимыми и равноприоритетными.

Для обеспечения защиты от несанкционированного доступа к параметрам и установкам счетчика, имеется трехуровневая система доступа.

Самый верхний уровень открывает доступ к любым ресурсам счетчика и является заводским. Доступ на данном уровне возможен только в случае установленной специальной технологической перемычки на плате счетчика. После проведения операций регулировки счетчика перемычка должна быть удалена.

Второй уровень доступа может быть открыт с помощью шестибайтного пароля и обеспечивает доступ к счетчику на уровне «хозяина». На данном уровне счетчик конфигурируется под конкретные условия эксплуатации.

Первый уровень доступа может быть открыт с помощью шестибайтного пароля и обеспечивает доступ к счетчику на уровне «потребителя». На данном уровне счетчик является источником информации о потребленной электроэнергии.

При инициализации счетчика с помощью технологического программного обеспечения («Конфигуратора») по умолчанию устанавливаются скорость обмена 2400 бит/с. с контролем четности и следующие значения паролей:

- «111111» - для первого уровня доступа;
- «222222» - для второго уровня доступа.

Начиная с версии ПО 2.1.5, счетчики Меркурий 230 обеспечивают возможность обмена по «IRDA» (только на физическом уровне).

Параметры обмена по «IRDA» неизменяемые:

- скорость обмена 9600 кбит/с;
- без проверки на четность/нечетность ;
- 1 стоп-бит;
- множитель системного тайм-аута равен 1;

При обмене по «IRDA» используется та же самая система команд, что и при обмене по CAN (RS-485).

По окончании обмена по «IRDA» счетчик устанавливает параметры обмена по CAN (RS-485), существовавшие до этого.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Наличие персонального компьютера с ОС не ниже 'Windows95' является необходимым условием для проведения любых работ с описываемым счетчиком. Кроме этого, необходимо наличие специального адаптера для подключения счетчика к последовательному порту компьютера, который необходим для сопряжения физических уровней интерфейсов RS-232 (компьютер) и CAN (RS-485) (счетчик).

Основным программным инструментом для работы со счетчиком является приложение «Конфигуратор», предоставляющее регулировщику доступ к внутренним переменным и параметрам счетчика.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «Конфигуратор» (краткое описание)

Программа «Конфигуратор» является основным инструментом работы со счетчиком.

В верхней части главного окна программы имеется меню с набором дочерних подпрограмм-окон, каждое из которых содержит элементы управления различными функциями и режимами счетчика.

Кроме меню, вверху рабочего поля имеется панель управления, на которой расположены группы управления и функциональные кнопки.

Внизу рабочего поля расположена строка состояния, в которой выводятся сообщения диагностического характера.

Связь отладочного компьютера со счетчиком устанавливается в следующей последовательности:

- электрически соединить счетчик с компьютером через специальный адаптер;
- открыть окно 'Параметры соединения'. Установить правильный номер последовательного порта (чаще всего это COM1 или COM2) и параметры порта;
- в группе управления 'Сетевой адрес' ввести вручную сетевой адрес счетчика. Если сетевой адрес счетчика неизвестен, то необходимо в группе управления 'Сетевой адрес' ввести вручную '0' в окно редактирования;
- убедиться, что на индикаторе счетчика происходит изменение отображаемой информации (счетчик подключен к сети 220 В или 57 В);
- нажать кнопку 'Тест связи';
- убедиться, что в строке состояния появляется надпись 'Обмен успешно завершен';
- если в строке состояния надпись появляется надпись 'Прибор не отвечает', повторить последовательность действий, уделяя внимание правильности подключения и корректности установок последовательного порта.

Все операции по обмену со счетчиком проводятся только после открывания канала связи введением правильного пароля соответствующего уровня доступа (1 или 2), либо установкой технологической перемычки на плате счетчика (уровень 3).

Далее будет описано функциональное назначение различных окон-подпрограмм и функциональных групп отладочной программы 'Конфигуратор'.

1. Группа управления 'Сетевой адрес' находится в верхней части рабочего поля и включает в себя окно редактирования сетевого адреса прибора при запросах к счетчику.

2. Группа функциональных кнопок расположена в верхней части главного окна и выполняет функции, определенные в всплывающих подсказках. При нажатии кнопки 'Протокол обмена' открывается окно, в котором отображается последовательность действий пользователя при обмене со счетчиком. Очистить содержимое окна 'Протокол обмена' возможно нажатием кнопки 'Очистить протокол обмена'.

3. Окно 'Параметры соединения' предназначено для установки параметров связи (как со стороны компьютера, так и со стороны счетчика), выбора уровня доступа и введения соответствующего пароля, изменения паролей и обмена со счетчиком в режиме командной строки ('Фрэйм-монитор'). Для того, чтобы послать любую команду счетчику, нужно в окне 'передача' ввести посимвольно, через пробел, на английской заглавной раскладке клавиатуры код необходимой команды (кроме контрольной суммы) и нажать 'Ввод'. В случае успешного обмена со счетчиком, ответ появится в окне 'прием'.

4. Окно 'Параметры счетчика' предназначено для установки и чтения параметров счетчика, чтения регистров накопленной энергии, чтения и установки режима тарификатора, чтения вспомогательных параметров счетчика, чтения и установки режима выхода управления нагрузкой, чтения и установки режимов индикации и др.. После выбора уровня доступа и введения соответствующего пароля, чтение параметров производится путем нажатия кнопки 'Прочитать из счетчика' в функциональной группе кнопок. Запись

параметров производится после корректной установки параметра в соответствующем окне редактирования нажатием кнопки 'Записать в счетчик '. При необходимости операции обмена со счетчиком можно прервать кнопкой 'Прекратить обмен'.

5. Окно 'Регулировка' предназначено для заводской инициализации и калибровки счетчика с уровнем доступа 3.

## ПРОТОКОЛ И СИСТЕМА КОМАНД

Командно-информационный обмен управляющего компьютера со счетчиком осуществляется в пакетном режиме по принципу “команда-ответ”. В качестве физической среды передачи информации используется канал связи со следующими параметрами:

- Скорость передачи – изменяемая от 9600 до 300 бод.
- Режим передачи - 8 бит с изменяемым режимом проверки на нечетность, 1 стоп-бит, младшие биты вперед.
- Способ представления информации - двоичный побайтовый. Каждая команда состоит из нескольких полей, передающихся друг за другом без разрывов во времени.

Счетчик, в составе системы, всегда является ведомым, т.е. не может передавать информацию в канал без запроса ведущего, в качестве которого выступает управляющий компьютер.

Управляющий компьютер посылает адресные запросы счетчикам в виде последовательности двоичных байт, на что адресованный счетчик посылает ответ в виде последовательности двоичных байт. Число байт запроса и ответа не является постоянной величиной и зависит от характера запроса и состояния счетчика. Байты в последовательностях запросов и ответов должны идти друг за другом, без разрывов во времени, т.е. за стоповым битом предыдущего байта должен следовать стартовый бит следующего байта, если он есть. Критерием окончания любой последовательности (фрейма) является гарантированный тайм-аут, длительность которого зависит от выбранной скорости:

- около 5 мс стандартная длительность тайм-аута для скорости 9600 Бод;
- около 10 мс стандартная длительность тайм-аута для скорости 4800 Бод;
- около 20 мс стандартная длительность тайм-аута для скорости 2400 Бод;
- около 40 мс стандартная длительность тайм-аута для скорости 1200 Бод;
- около 80 мс стандартная длительность тайм-аута для скорости 600 Бод;
- около 160 мс стандартная длительность тайм-аута для скорости 300 Бод.

Запрос или ответ счетчика на запрос не могут быть посланы раньше тайм-аута, после окончания предыдущего запроса. Адресованный счетчик всегда отвечает на любые корректные запросы через время не менее тайм-аута и не более времени ожидания ответа:

- около 150 мс стандартная длительность ожидания ответа для скорости 9600 Бод;
- около 180 мс стандартная длительность ожидания ответа для скорости 4800 Бод;
- около 250 мс стандартная длительность ожидания ответа для скорости 2400 Бод;
- около 400 мс стандартная длительность ожидания ответа для скорости 1200 Бод;
- около 800 мс стандартная длительность ожидания ответа для скорости 600 Бод;
- около 1600 мс стандартная длительность ожидания ответа для скорости 300 Бод.

Длительность тайм-аута может изменяться программированием значения множителя стандартной длительности тайм-аута в пределах 1...255 (для длительности тайм-аута равной стандартной, значение множителя равно 1). При этом соответствующим образом должно быть скорректировано время ожидания ответа управляющим компьютером.

Каждый запрос и ответ начинаются с байта сетевого адреса, и заканчиваются двумя байтами контрольной суммы CRC.

Не отвечать счетчик может по четырем причинам:

- не совпал адрес в последовательности запроса с присвоенным сетевым адресом счетчика;
- не совпала контрольная сумма последовательности запроса с посчитанной контрольной суммой принятой последовательности;
- обращение на запись по адресу 00h;
- неверное число байт запроса.

Последовательность ответа содержит три поля:

- 1-е поле - сетевой адрес;
- 2-е поле - поле данных;
- 3-е поле - контрольная сумма.

Формат последовательности ответа приведен на рис. 1

Сетевой адрес (1 байт)	Поле данных (1,2...16 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	-----------------------------	------------------

Рис. 1.

Поле сетевого адреса содержит один двоичный байт, который может принимать значения от 1 до FEh. Адрес 0 используется как групповой, на него отвечают все счетчики сети и использовать его можно только в случае индивидуальной работы с одним счетчиком.

Адрес FEh используется как ширококвещательный. При запросе с ширококвещательным адресом все счетчики выполняют принятую команду без ответа.

Поле данных содержит данные, зависящие от запроса. При запросе на чтение данных поле данных может иметь размер от двух до 16 байт, при корректном запросе и отсутствии внутренних ошибок счетчика. Если обнаружена ошибка в команде запроса данных или внутренняя ошибка счетчика то поле данных ответа имеет длину один байт, который интерпретируется в соответствии с таблицей 1.

Начиная с версии ПО 2.2.2, введен режим длинных ответов. При этом максимальная длина поля данных ответа может составлять 255 байт.

Начиная с версии ПО 2.2.5 введен режим повтора кода запроса в ответе. При этом, далее по тексту описания длина ответа приводится без учета данного режима.

При запросе на запись данных в счетчик (программирование) поле данных ответа имеет размер всегда один байт, который называется байтом состояния обмена, и, младшая тетрада которого, интерпретируется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1.

Код от- вета	Интерпретация
X0h	Все нормально.
X1h	Недопустимая команда или параметр.
X2h	Внутренняя ошибка счетчика.
X3h	Не достаточен уровень доступа для удовлетворения запроса.
X4h	Внутренние часы счетчика уже корректировались в течение текущих суток.
X5h	Не открыт канал связи



Запросы со стороны управляющего компьютера делятся на четыре группы:

- запрос на тестирование канала связи;
- запросы на открытие/закрытие канала связи;
- запросы на запись (программирование);
- запросы на чтение.

1. Запрос на тестирование канала связи предназначен для проверки качества канала связи или проверки присутствия счетчика с указанным адресом в составе системы.

Формат запроса приведен на рис. 2. и состоит из четырех байт:

- первый байт – сетевой адрес счетчика;
- второй байт = 0 – код запроса на тестирование;
- третий и четвертый байты – контрольная сумма.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса = 0h (1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	------------------------------	------------------

Рис. 2.

В ответ на запрос тестирования канала счетчик отвечает последовательностью из четырех байт в соответствии с рис. 1, где в случае успешного завершения обмена, байт состояния обмена принимает значение = 00h (или 80h при режиме повтора запроса в ответе).

2. Запросы на открытие/закрытие канала связи предназначены для разрешения/запрещения доступа к внутренним данным счетчика в соответствии с уровнем доступа, определяемым введенным паролем.

2.1. Запрос на открытие канала связи предназначен для разрешения доступа к данным с указанием уровня доступа. В счетчике реализован двухуровневый доступ к данным: первый (низший) - уровень потребителя, и второй (высший) - уровень хозяина. Формат запроса приведен на рисунке 3.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса = 1h (1 байт)	Уровень до- ступа (1 байт)	Пароль (6 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	---------------------------------	----------------------------------	-----------------	------------------

Рис. 3.

Поле пароля имеет размер 6 байт, и в качестве символов пароля допускаются любые символы клавиатуры компьютера с учетом регистра.

В ответ на запрос открытия канала счетчик отвечает последовательностью из трех байт, как описано выше. Если значение байта состояния обмена в последовательности ответа равно нулю, то разрешается доступ к данным в течение 20 секунд, т.е. счетчик, будет отвечать на запросы в соответствии с уровнем доступа, определяемым введенным паролем. Каждый следующий корректный запрос к счетчику переустанавливает таймер открытого канала в исходное состояние, т.е. на 20 секунд. Если к счетчику не было запросов в течение 20 секунд, то канал автоматически закрывается.

Начиная с версии ПО 2.2.2, время до автоматического закрывания канала связи увеличено с 20 до 240 сек.

2.2. Запрос на закрытие канала связи предназначен для запрещения доступа к любым данным (в случае отсутствия предварительного запроса на открытие канала связи).

Формат запроса на закрытие канала приведен на рисунке 4.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса =2h (1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	-----------------------------	------------------

Рис. 4.

В ответ на запрос закрытия канала связи счетчик отвечает последовательностью из четырех байт, как описано выше.

3. Запросы на запись данных в счетчик (программирование) предназначены для занесения в счетчик переменной информации. Поддерживаются два вида запросов на запись: запись параметров и запись информации по физическим адресам физической памяти.

3.1. Формат запроса на запись параметра приведен на рисунке 5.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса =3 (1 байт)	Номер параметра (1 байт)	Параметры (1...16 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------

Рис. 5.

Перечень записываемых параметров приведен в таблице 2.

Таблица 2.

№ параметра	Наименование	Параметр	Уровень доступа
1)00h	Инициализация массива средних мощностей (срезов)	2 байта: 1-й двоичный байт - длительность периода интегрирования средних мощностей в мин. (любая от 1 до 45 мин); 2-й байт – признак необходимости инициализации памяти срезов: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» нет</li> <li>«1» да</li> </ul>	2,3
01h	Запись параметров индикации счетчика (по индицируемым тарифам)	8 позиционных байт (см формат).	1,2,3
02h	Запись параметров индикации счетчика (по периодам индикации)	4 двоичных байта (см формат).	1,2,3
04h	Вкл./выкл. режима «Тест»	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» выключен</li> <li>«1» включен</li> </ul>	2,3
05h	Запись нового сетевого адреса счетчика	1 байт со значениями 01h...F0h.	1,2,3
2)08h	Фиксация данных	Нет	без открытия



№ параметра	Наименование	Параметр	Уровень доступа
			канала связи
0Ah	Инициализация задачи контроля за ПКЭ	Нет	3
10h	Запрет записи параметров по PLC1	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>• «0» выключен</li> <li>• «1» включен</li> </ul>	2,3
11h	Запись параметров PLC1	«01h» + 8 байт PLC1.	2,3
3)0Ch	Установка времени	2/10 код, 8 байт в последовательности: сек, мин, час, день, число, месяц, год, зима(1)/лето(0)	2,3
4)0Dh	Коррекция времени в пределах $\pm 4$ мин. один раз в сутки	2/10 код, 3 байта в последовательности: сек, мин, час (нового времени)	1,2,3
5)14h	Изменить параметры связи дополнительного интерфейса	2 байта в последовательности: байт параметров связи (см. формат); байт множителя тайм-аута	1,2,3
6)15h	Изменить параметры связи основного интерфейса	1 байт (см. формат).	1,2,3
7)16h	Перезапустить счетчик	Нет	2,3
18h	Разрешить/запретить автоматический переход на зимнее/летнее время	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>• «0» разрешить</li> <li>• «1» запретить</li> </ul>	2,3
8) 19h	Значения времени перехода для летнего и зимнего времени	2/10 код, 6 байт в последовательности: час, день, месяц перехода на летнее время, час, день, месяц перехода на зимнее время.	2,3
1Bh	Записать коэффициенты трансформации Кн и Кт	4 байта	2,3
1Fh	Изменить пароль.	13 байт: 1-й байт – уровень доступа (1 или 2); <ul style="list-style-type: none"> <li>• следующие 6 байт – старый пароль;</li> <li>• следующие 6 байт – новый пароль.</li> </ul>	1,2,3
9) 20h	Сброс регистров накопленной энергии.	Нет	3
10)21h	Инициализация регистров энергии	Нет	2,3
22h	Запись местоположения прибора	4 байта	2,3
23h	Запись расписания утреннего и	9 байт (см.формат)	2,3

№ параметра	Наименование	Параметр	Уровень доступа
	вечернего максимумов		
24h	Сброс значений массива помещенных максимумов.	Нет	2,3
27h	Изменение постоянной счетчика	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» режим «А»</li> <li>«1» режим «В»</li> </ul>	2,3
28h	Запрет перехода на низший поддиапазон по току	2 байта: №фазы+ <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» разрешить</li> <li>«1» запретить</li> </ul>	3
29h	Запрет коррекции нелинейности по току	2 байта: №фазы+ <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» разрешить</li> <li>«1» запретить</li> </ul>	3
2Ah	Изменение режима тарификатора	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» многотарифный</li> <li>«1» одностарифный</li> </ul>	2,3
2Ch	Установка лимита активной мощности	3 байта	2,3
2Dh	Включение контроля превышения лимита активной мощности	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» выключен</li> <li>«1» включен</li> </ul>	2,3
2Eh	Установка лимита потребленной активной энергии	1+4 байта 1-й байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«1» тариф 1</li> <li>«2» тариф 2 и т.д.</li> </ul>	2,3
2Fh	Включение контроля превышения потребленной активной энергии	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» выключен</li> <li>«1» включен</li> </ul>	2,3
30h	Изменение режима импульсного выхода	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» телеметрия</li> <li>«1» вкл./выкл. Нагрузки</li> </ul>	2,3
31h	Изменение режима управления нагрузкой	1 байт: <ul style="list-style-type: none"> <li>«0» включена</li> <li>«1» выключена</li> </ul>	2,3
32h	Изменение множителя таймаута	1 байт со значениями 01h...FFh.	1,2,3
33h	Изменение режима учета технических потерь	2 байта (см. формат)	2,3
11) 34h	Установка значений мощностей технических потерь	12 байт (см. формат)	2,3
35h	Изменение режима светодиодного индикатора	1 байт (см. формат)	2,3
36h	Установка допустимых значений при контроле ПКЭ	16 байт (см. формат)	2,3
12) 37h	Установка времен усреднения	2 байта:	2,3

№ параметра	Наименование	Параметр	Уровень доступа
	значений напряжения и частоты	1-й байт: время усреднения напряжения; 2-й байт: время усреднения частоты	

На все приведенные в таблице 2 запросы счетчик отвечает последовательностью из четырех байт, как описано выше. Процедура записи параметров игнорируется при нулевом сетевом адресе, в случае, если собственный адрес счетчика ненулевой.

1) Инициализация средних мощностей предполагает установку указателя адреса текущей записи средних мощностей равной 00x00h. Это означает, что при наступлении времени записи средних мощностей, в память №3 по адресу 00x10h будет выполнена запись с новой длительностью периода интегрирования средних мощностей.

При этом, если признак необходимости инициализации памяти средних мощностей установлен равным 1, то будет выполнено обнуление записей памяти №3.

Следует учитывать, что операция инициализации памяти средних мощностей является отложенной операцией и занимает время около 4 минут. При отключении питания операция инициализации будет продолжена после включения питания; при этом, во время выполнения операции инициализации памяти, указатель адреса наращивается как и в обычном режиме, а записи данных интегрирования не производится.

2) Фиксация данных может быть произведена с индивидуальным или широковещательным запросом и является отложенной командой (около 150 мс). Ответ при индивидуальном запросе в случае успешного выполнения фиксации данных выдается по завершению процедуры фиксации, не ранее чем через 100 – 150 мс.

3) Процедура установки времени может вызвать нарушение хронологии данных в регистрах накопленной энергии и массивах сохранения профиля средних мощностей. После установки времени необходимо сбросить регистры накопленной энергии, установить или переустановить длительность периода интегрирования средних мощностей. Время и дата до установки и после установки времени записываются в кольцевой буфер времен коррекции времени и даты с возможностью последующего просмотра.

4) Процедура коррекции времени допускается один раз в сутки в пределах четырех минут. Коррекция времени происходит итерационно и занимает столько времени, на сколько время корректируется. Коррекция времени назад производится путем торможения внутренних часов. Если во время коррекции времени снимается питание со счетчика, то процедура коррекции будет продолжена после включения питания. Фиксация времени коррекции в кольцевом буфере коррекции времени и даты будет произведена после окончания процедуры коррекции.

Записи в массиве сохранения профиля средних мощностей за периоды времени, в течении которых выполнялась коррекция внутренних часов, будут помечены как для неполных срезов.

5) Ответ на запрос изменения параметров связи осуществляется на старых параметрах связи и является отложенной командой, т.е. на запрос счетчик отвечает в соответствии с протоколом обмена, а команда выполняется с задержкой около 1 с. Запрос выполняется счетчиком начиная с 1 уровня доступа при поступлении по дополнительному интерфейсу и начиная с 2 уровня доступа при поступлении по интерфейсу IrDA.

6) Ответ на запрос изменения параметров связи осуществляется на старых параметрах связи и является отложенной командой, т.е. на запрос счетчик отвечает в соответствии с протоколом обмена, а команда выполняется с задержкой около 1 с. Запрос выполняется

счетчиком начиная с 1 уровня доступа при поступлении по основному интерфейсу и начиная с 2 уровня доступа при поступлении по интерфейсу IrDA.

7) Перезапуск счетчика является отложенной командой (около 2с.).

8) Значения дней перехода устанавливаются для номера дня (1- понедельник... 7- воскресенье) последней недели в месяце перехода. Не допускается устанавливать значения часа перехода равными 1ч. при переходе на зимнее время и 23 ч при переходе на летнее.

Также обязательно должно выполняться условие: время перехода на летнее время должно по календарю быть раньше времени перехода на зимнее время.

9) Выполнение команды сброса регистров накопленной энергии занимает время около 1,0 с и является отложенной командой. После сброса регистров накопленной энергии необходимо переустановить лимиты энергии по тарифам 1-4.

10) Выполнение команды инициализации регистров накопленной энергии занимает время около 1,0 с и является отложенной командой. При этом данные учтенной энергии, накопленные счетчиком всего от сброса, заносятся в соответствующие массивы накопленной энергии за отчетные периоды времени. После инициализации регистров накопленной энергии необходимо переустановить лимиты энергии по тарифам 1-4.

11) Мощности технических потерь рассчитываются приведенными к входам счетчика и используются для расчета и учета технических потерь в каждой из трех фаз.

Ед. вводимых мощностей являются 0,1Вт и 0,1ВАр.

12) Времена вычисления усредненных значений фазных напряжений и частоты задаются в сек, причем не более 60 с для напряжения и не более 20 с - для частоты.

Формат данных при записи параметров индикации по индицируемым тарифам:

А+ авт- кий режим (1 байт)	Не исп. (1 байт)	Р+ авт- кий режим (1 байт)	Не исп. (1 байт)	А+ ручной режим (1 байт)	Не исп. (1 байт)	Р+ ручной режим (1 байт)	Не исп. (1 байт)
----------------------------------	---------------------	----------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------

Рис. 6.

Байт определения индицируемых тарифов:

7	6	5	4	3	2	1	0
		Потери	Тариф 4	Тариф 3	Тариф 2	Тариф 1	Сумма

Рис. 7.

Формат данных при записи параметров индикации по периодам индикации:

Длительность пери- ода индикации (1 байт)	Длительность индика- ции текущего тарифа (1 байт)	Длительность индика- ции нетекущего тарифа (1 байт)	Длительность тайм-аута при возврате в автоматический режим (1 байт)
---	---	---	--

Рис. 8.

Байт параметров связи:

7	6	5	4	3	2	1	0
Флаг по- вторя за- проса в ответе: 0 – нет, 1 – да		Четность: 0 – нет, 1 – нечет., 2 – четн.		Скорость обмена: 0 – 9600 бит/с, 1 – 4800 бит/с, 2 – 2400 бит/с, 3 – 1200 бит/с, 4 – 600 бит/с, 5 – 300 бит/с,			

Рис. 9.

Формат запроса записи расписания утренних и вечерних максимумов мощности:

Номер месяца	Утренние максимумы				Вечерние максимумы			
	Начало интервала		Окончание интерва- ла		Начало интервала		Окончание интервала	
	Минуты	Часы	Минуты	Часы	Минуты	Часы	Минуты	Часы

Рис. 10.

Слово режима учета технических потерь:

7	6	5	4	3	2	1	0
Флаг разрешения ведения профиля мощности потерь 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета технических потерь в коммерческом учете, 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета реактивных потерь в линии передачи, 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета реактивных потерь в магнитопроводе, 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета реактивных потерь в обмотках, 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета активных потерь в линии передачи, 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета активных потерь в магнитопроводе, 0 - запрещен 1 - разрешен	Флаг разрешения учета активных потерь в обмотках, 0 - запрещен 1 - разрешен
F	E	D	C	B	A	9	8
		Флаг направления учета реактивных потерь в линии передачи, 0 - суммирование 1 - вычитание	Флаг направления учета реактивных потерь в магнитопроводе, 0 - суммирование 1 - вычитание	Флаг направления учета реактивных потерь в обмотках, 0 - суммирование 1 - вычитание	Флаг направления учета активных потерь в линии передачи, 0 - суммирование 1 - вычитание	Флаг направления учета активных потерь в магнитопроводе, 0 - суммирование 1 - вычитание	Флаг направления учета активных потерь в обмотках, 0 - суммирование 1 - вычитание

Рис. 11.

Формат данных при записи мощностей технических потерь

Старший байт мощности активных потерь в обмотках трансформатора	Младший байт мощности активных потерь в обмотках трансформатора	Старший байт мощности активных потерь в магнитопроводе	Младший байт мощности активных потерь в магнитопроводе	Старший байт мощности активных потерь в линии передачи	Младший байт мощности активных потерь в линии передачи	Старший байт мощности реактивных потерь в обмотках трансформатора	Младший байт мощности реактивных потерь в обмотках трансформатора	Старший байт мощности реактивных потерь в магнитопроводе	Младший байт мощности реактивных потерь в магнитопроводе	Старший байт мощности реактивных потерь в линии передачи	Младший байт мощности реактивных потерь в линии передачи
---	---	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--

Рис. 12.

Байт параметров светодиодного индикатора

7	6	5	4	3	2	1	0
							0 - A+ 1 - R+ 2 - A- 3 - R-

Рис.13.



### Формат данных при записи допустимых значений

Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт	Ст. байт	Мл. байт
мини-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния напря-жения	мини-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния напря-жения	мини-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния напря-жения	мини-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния напря-жения	макси-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния напря-жения	макси-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния напря-жения	макси-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го нор-мально допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния частоты	макси-мально-го пре-дельно допу-стимого значе-ния частоты		

Рис. 14.

3.2. Запись по физическим адресам физической памяти используется для записи и коррекции калибровочных коэффициентов и других параметров счетчика. Команды данного вида выполняются счетчиком только на высшем (заводском) уровне доступа.

Формат запроса на запись информации по физическим адресам приведен на рис. 15.

Сетевой адрес (1 байт)	Код за-проса =7h (1 байт)	№ памяти (1 байт)	Старший байт ад-реса (1 байт)	Младший байт ад-реса (1 байт)	Число байт инфор-мации (1 байт)	Записывае-мая инфор-мация (1...16 байт)	CRC (2 бай-та)
------------------------	---------------------------	-------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	---	----------------

Рис. 15.

#### Замечание:

1) При запросе на запись памяти №1 необходимо указывать только четное число байт.

4. Запросы на чтение данных из счетчика предназначены для чтения внутренней информации счетчика. Поддерживаются четыре вида запросов на чтение:

- чтение массивов времен;
- чтение массивов регистров накопленной энергии;
- чтение параметров и установок;
- чтение информации по физическим адресам физической памяти.

4.1 Формат запроса на чтение массивов времен приведен на рисунке 16 и состоит из пяти байт при чтении текущего времени и шести байт при чтении журнала событий и ПКЭ.

При чтении текущего времени поля «Параметр» и «№ записи» объединены в 1 байт.

Глубина журнала событий составляет 10 записей. Нумерация номера записи начинается с нуля. Это означает, что записи последовательно заносятся в массив журнала событий с нарастанием номера записи и после 9 записи прибором будет произведена запись по адресу нулевой записи.

Глубина журнала ПКЭ равна 100 записей.

Начиная с версии ПО 2.1.0, введен массив контроля за временем вскрытия/закрытия прибора

Начиная с версии ПО 2.1.0, введена функция чтения последней сделанной записи для каждого из массивов журнала событий. Данный запрос осуществляется с значением номера записи, равным FFh. К 8 байтам стандартного ответа добавляется 9-й байт – номер записи.

Начиная с версии ПО 2.2.2 возможен режим чтения всех 10 записей журнала событий. При этом значение номера записи в запросе устанавливается равным FEh.

Журналы ПКЭ также могут быть прочитаны в ускоренном режиме (см. таблицу 3).

#### Запрос на чтение текущего времени

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса = 4h (1 байт)	Параметр=0h (1 байт)	CRC (2 байта)
------------------------------	---------------------------------	-------------------------	------------------

Рис. 16.

#### Запрос на чтение журналов событий и ПКЭ

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса = 4h (1 байт)	Параметр (1 байт)	№ записи (1 байт)	CRC (2 байта)
------------------------------	---------------------------------	----------------------	----------------------	------------------

Рис. 17.

Значение номера записи для режима ускоренного чтения журналов ПКЭ приведено в таблице 3.

Таблица 3.

Значение поля «№ Записи»	Диапазон считываемых записей
FEh	0-19
FDh	20-39
FCh	40-59
FBh	60-79
FAh	80-99

Перечень запрашиваемых параметров и содержание поля данных ответа, в случае корректного запроса и отсутствия внутренних ошибок, приведен в таблице 4.

Таблица 4.

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
0h	Чтение текущего времени.	2/10 код, 8 байт в последовательности: сек, мин, час, день, число, месяц, год, зима(1)/лето(0)
1h	Чтение времени включения/выключения прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
2h	Чтение времени коррекции часов прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год до коррекции; сек, мин, час, число, месяц, год после коррекции
3h	Чтение времени включения/выключения фазы 1 прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
4h	Чтение времени включения/выключения фазы 2 прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
5h	Чтение времени включения/выключения фазы 3 прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
6h	Чтение времени начала/окончания превышения лимита мощности прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год начала превышения; сек, мин, час, число, месяц, год окончания превышения
7h	Чтение времени коррекции тарифного расписания	2/10 код, 6 байт в последовательности:

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
		сек, мин, час, число, месяц, год
8h	Чтение времени коррекции расписания праздничных дней	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
9h	Чтение времени сброса регистров накопленной энергии	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
Ah	Чтение времени инициализации массива средних мощностей	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
Bh	Чтение времени превышения лимита энергии по тарифу 1	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
Ch	Чтение времени превышения лимита энергии по тарифу 2	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
Dh	Чтение времени превышения лимита энергии по тарифу 3	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
Eh	Чтение времени превышения лимита энергии по тарифу 4	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
Fh	Чтение времени коррекции параметров контроля за превышением лимита мощности	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
10h	Чтение времени коррекции параметров контроля за превышением лимита энергии	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
11h	Чтение времени коррекции параметров учета технических потерь	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
12h	Чтение времени вскрытия/закрытия прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год вскрытия; сек, мин, час, число, месяц, год закрытия
13h	Чтение времени и кода перепрограммирования прибора	12 байт, см формат
14h	Чтение времени и кода словосостояния прибора	12 байт, см формат
15h	Чтение времени коррекции расписания утренних и вечерних максимумов мощности	2/10 код, 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год
16h	Чтение времени сброса массива значений максимумов мощности	2/10 код, 6 байт в последовательности:

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
		сек, мин, час, число, месяц, год
17h	Чтение времени включения/выключения тока фазы 1 прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
18h	Чтение времени включения/выключения тока фазы 2 прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
19h	Чтение времени включения/выключения тока фазы 3 прибора	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год включения; сек, мин, час, число, месяц, год выключения
1Ah	Чтение времени начала/окончания магнитного воздействия	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год начала воздействия; сек, мин, час, число, месяц, год окончания воздействия.
20h	Чтение времени выхода/возврата за мин. предельно допустимое значение напряжения в фазе 1.	2/10 код, по 6 байт в последовательности: сек, мин, час, число, месяц, год выхода; сек, мин, час, число, месяц, год возврата
21h	Чтение времени выхода/возврата за мин. нормально допустимое значение напряжения в фазе 1.	То же самое.
22h	Чтение времени выхода/возврата за макс. нормально допустимое значение напряжения в фазе 1.	То же самое.
23h	Чтение времени выхода/возврата за макс. предельно допустимое значение напряжения в фазе 1.	То же самое.
24h	Чтение времени выхода/возврата за мин. предельно допустимое значение напряжения в фазе 2.	То же самое.
25h	Чтение времени выхода/возврата за мин. нормально допустимое значение напряжения в фазе 2.	То же самое.

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
26h	Чтение времени выхода/возврата за макс. нормально допустимое значение напряжения в фазе 2.	То же самое.
27h	Чтение времени выхода/возврата за макс. предельно допустимое значение напряжения в фазе 2.	То же самое.
28h	Чтение времени выхода/возврата за мин. предельно допустимое значение напряжения в фазе 3.	То же самое.
29h	Чтение времени выхода/возврата за мин. нормально допустимое значение напряжения в фазе 3.	То же самое.
2Ah	Чтение времени выхода/возврата за макс. нормально допустимое значение напряжения в фазе 3.	То же самое.
2Bh	Чтение времени выхода/возврата за макс. предельно допустимое значение напряжения в фазе 3.	То же самое.
2Ch	Чтение времени выхода/возврата за мин. предельно допустимое значение частоты сети.	То же самое.
2Dh	Чтение времени выхода/возврата за мин. нормально допустимое значение частоты сети.	То же самое.
2Eh	Чтение времени выхода/возврата за макс. нормально допустимое значение частоты сети.	То же самое.
2Fh	Чтение времени выхода/возврата за макс. предельно допустимое значение частоты сети.	То же самое.

Формат ответа на запрос чтения времени и кода перепрограммирования прибора

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число	Месяц	Год	Кол-во запросов	Позиционный код запроса 03h, начиная с параметра 00h							Позиционный код запроса 07h

Рис. 18.

Формат ответа на запрос чтения времени и кода словосостояния прибора

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сек.	Мин.	Час.	Число	Месяц	Год	Позиционный код словосостояния, начиная со старшего слова					

Рис. 19.



4.2. Запросы на чтение массивов регистров накопленной энергии предназначены для чтения одного из массивов регистров накопленной энергии в зависимости от номера тарифа и периода времени:

- энергия от сброса;
- энергия за текущий год;
- энергия за предыдущий год;
- энергия за месяц с указанием номера месяца;
- энергия за текущие сутки;
- энергия за предыдущие сутки.

Формат запроса на чтение массивов регистров накопленной энергии приведен на рисунке 20 и состоит из шести байт.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса = 5h (1 байт)	№ мас- сива	№ ме- сяца	№ тарифа (1 байт)	CRC (2 байта)
		(1 байт)			

Рис. 20.

Третий байт запроса разбит на два полубайта: старший полубайт – номер считываемого массива, младший полубайт – номер месяца, за который считывается энергия при запросе энергии за месяц. При запросах не связанных с номером месяца младший полубайт третьего байта не имеет значения.

Четвертый байт – номер тарифа, по которому считывается накопленная энергия, может принимать значения: 0 – энергия по сумме тарифов, 1 – энергия по тарифу 1, 2 – энергия по тарифу 2 и т.д.. Для считывания данных об энергии технических потерь значение номера тарифа должно быть равно 5.

Начиная с версии ПО 2.2.2 возможно ускоренное считывание значений энергии с номером тарифа в запросе – 6.

Перечень считываемых массивов и содержание поля данных ответа, в случае корректного запроса и отсутствия внутренних ошибок, приведен в таблице 5.

Таблица 5.

№ мас- сива	Наименование	Структура поля данных ответа
0h	От сброса.	16 байт.
1h	За текущий год.	16 байт.
2h	За предыдущий год.	16 байт.
3h	За месяц.	16 байт.
4h	За текущие сутки	16 байт.
5h	За предыдущие сутки	16 байт.
6h	Пофазные значения накопленной активной энергии прямого направления	12 байт.
9h	На начало текущего года.	16 байт.
Ah	На начало предыдущего года.	16 байт.
Bh	На начало месяца.	16 байт.
Ch	На начало текущих суток	16 байт.

№ мас-сива	Наименование	Структура поля данных ответа
Dh	На начало предыдущих суток	16 байт.

Если поле данных ответа содержит 16 байт, то отводится по четыре двоичных байта на каждый вид энергии в последовательности: активная прямая (A+), активная обратная (A-), реактивная прямая (R+), реактивная обратная (R-).

Если поле данных ответа содержит 12 байт, то отводится по четыре двоичных байта на каждую фазу энергии A+ в последовательности: активная прямая по 1 фазе, активная прямая по 2 фазе, активная прямая по 3 фазе.

Разрешающая способность регистров накопленной энергии соответствует 1 Вт\*ч (ВАр\*ч). Внутреннее представление энергии, хранимое в регистрах прибора, пропорционально постоянной счетчика. При формировании ответов на запросы данного вида, информация из внутренних регистров преобразовывается и округляется до требуемой размерности.

Начиная с версии 1.5.2 счетчика Меркурий 230 с внутренним тарификатором считываемые значения массивов энергии по видам энергий, несвойственным данному типу счетчика, маскируются.

Начиная с версии ПО 2.2.2, при запросе с номером тарифа 6, значения энергии в ответе расположены в порядке: T1, T2, T3, T4, сумма по тарифам, потери (если ведется учет).

Длина ответа варьируется в зависимости от вида учета (суммарный/пофазный) и наличия функции учета энергии технических потерь.

4.3. Формат запроса на чтение параметров приведен на рисунке 21 и может состоять из пяти (шести) байт.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса = 8h (1 байт)	№ параметра (1 байт)	Параметры (0...1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	---------------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------

Рис. 21.

Третьим байтом передается номер запрашиваемого параметра. Перечень запрашиваемых параметров и содержание поля данных ответа, в случае корректного запроса и отсутствия внутренних ошибок, приведен в таблице 6.

Таблица 6.

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
0h	Чтение серийного номера счетчика и даты выпуска.	4 байта серийного номера и три байта кода даты выпуска в последовательности: число, месяц, год
1h	Ускоренный режим чтения индивидуальных параметров прибора.	16 байт. Серийный номер и дата выпуска, версия ПО, вариант исполнения.
2h	Чтение коэффициента трансформации.	Два двоичных байта Кн, два двоичных байта Кт.
3h	Чтение версии ПО.	3 байта 2-го позиционного кода.
4h	Чтение множителя тайм-аута дополнительного интерфейса	2 двоичных байта (первый=0).
5h	Чтение сетевого адреса.	2 двоичных байта (первый=0).

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
7h	Чтение значений времен перехода на летнее и зимнее время	2/10 код, 6 байт в последовательности: час, день, месяц перехода на летнее время, час, день, месяц перехода на зимнее время.
9h	Чтение программируемых флагов	2 байта - позиционный код.
Ah	Чтение байт состояния.	4 байта для версий ПО ранее 1.5.2 5 байт для версий ПО ранее 2.2.2 6 байт для версий ПО позже 2.2.1 - позиционный код.
Bh	Чтение местоположения прибора.	4 двоичных байта.
Ch	Чтение расписания утренних и вечерних максимумов мощности (см. формат)	8 байт (См. формат ответа).
Dh	Чтение значений утренних и вечерних максимумов мощности (см. формат)	16 байт (См. формат ответа)..
11h	Чтение вспомогательных параметров: мгновенной активной, реактивной, полной мощности, напряжения, тока, коэффициента мощности и частоты (см. формат)	3 двоичных байта. Два старших разряда старшего байта указывают положение вектора полной мощности и должны маскироваться. (См. формат ответа).
12h	Чтение варианта исполнения.	6 двоичных байт
13h	Чтение параметров последней записи средних мощностей	9 двоичных байт. (См. формат ответа).
14h	Чтение зафиксированных данных	См. формат.
16h	Чтение вспомогательных параметров: мгновенной активной, реактивной, полной мощности, напряжения, тока, коэффициента мощности и частоты (см. формат).	12 (9) двоичных байт. Два старших разряда старшего байта указывают положение вектора полной мощности и должны маскироваться. (См. формат ответа).
17h	Чтение байта состояния тарификатора.	2 двоичных байта (первый=0).
18h	Чтение слова состояния управления нагрузкой.	2 двоичных байта.
19h	Чтение лимита мощности.	3 двоичных байта.
1Ah	Чтение лимита энергии по тарифу 1-4 (см формат).	4 двоичных байта.
1Bh	Чтение параметров индикации счетчика (по индицируемым тарифам)	8 позиционных байт (см формат).

№ параметра	Наименование	Ответ прибора
1Ch	Чтение параметров индикации счетчика (по периодам индикации)	4 двоичных байта (см формат).
1Dh	Чтение множителя тайм-аута основного интерфейса.	2 двоичных байта (первый=0).
1Eh	Чтение параметров режима учета технических потерь	2 позиционных байта
1Fh	Чтение мощностей технических потерь	12 байт (см. формат).
20h	Чтение допустимых значений	16 байт (см. формат).
21h	Чтение значений времен усреднения	2 байта в последовательности: - время усреднения напряжений; - время усреднения частоты
27h	Чтение параметров PLC1	«01h» + 8 байт PLC1 (чтение однократное)

**Замечание:**

1) Начиная с версии 2.2.2 возможен ускоренный режим чтения:

- индивидуальных параметров счетчика;
- зафиксированных значений энергии и вспомогательных параметров;
- значений вспомогательных параметров.

2) Поле данных ответа в режиме чтения зафиксированных данных:

- время и дата фиксации (8 байт);
- энергия по тарифу 1 (16 байт);
- энергия по тарифу 2 (16 байт);
- энергия по тарифу 3 (16 байт);
- энергия по тарифу 4 (16 байт);
- энергия по сумме тарифов (16 байт);
- мощности P,Q,S по сумме фаз и фазам (48 байт);
- фазные напряжения (9 байт);
- углы между фазными напряжениями (9 байт);
- токи (9 байт);
- коэффициенты мощности по сумме фаз и фазам (12 байт);
- частота сети (3 байта).

3) Поле данных ответа в режиме чтения вспомогательных параметров:

- мощности P,Q,S по сумме фаз и фазам (36 байт);
- фазные напряжения (9 байт);
- углы между фазными напряжениями (9 байт);
- токи (9 байт);
- коэффициенты мощности по сумме фаз и фазам (12 байт);
- частота сети (3 байта).

Формат ответа на запрос варианта исполнения:

Формат ответа на запрос с вариантами исполнения:								
№ байта ответа	7	6	5	4	3	2	1	0
1-й	CI A		CI R		Un		In	
2-й	Число направле- ний 0 – 2, 1 – 1	Темпера- турный диапазон 0 – 20°C 1 – 40°C	Учет про- филя сред- них мощ- ностей 0 – нет, 1 – да	Число фаз 0 – 3, 1 – 1	Постоянная счетчика			
3-й	Суммиро- вание фаз 0 – с уче- том знака 1- по моду- лю	Тарифика- тор 0 – внеш- ний 1- внутрен- ний	Тип счетчика 0 – AR 1 – A		№ варианта исполнения			
4-й	Память №3 0 – 65,5x8 1- 131x8	Модем PLM 0 – нет 1 - есть	Модем GSM 0 – нет 1- есть	IRDA 0 – нет 1- есть	Интерфейс 0 – CAN 1 – RS-485 2 – резерв 3 - нет		Внешнее питание 0 – нет 1- есть	Эл. Пломба 0 – нет 1- есть
5-й					Интерфейс 2 (RS-485) 0 – нет 1 - да	Встроенное питание интерфейса 1 0 – нет 1 -да	Контроль ПКЭ 0 –нет 1 -да	Пофазный учет энергии A+ 0 – нет 1- да
6-й	РЕЗЕРВ							

Рис. 22.

Где:

CI A (CI R) - класс точности по активной (реактивной) энергии:

0 – 0,2 %;

1 – 0,5 %;

2 – 1,0 %;

3 – 2,0 %.

Un - номинальное напряжение:

0 – 57,7 В;

1 – 220 В.

In - номинальный ток:

0 – 5 А;

1 – 1 А;

2 – 10 А;

Постоянная счетчика:

0 – 5000 имп/кВт·ч;

1 – 25000 имп/кВт·ч;

2 – 1250 имп/кВт·ч;

3 – 500 имп/кВт·ч;

4 – 1000 имп/кВт·ч;

5 – 250 имп/кВт·ч .

Порядковый номер варианта исполнения:

№ варианта исполнения	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Максимальный ток, А	Постоянная счетчика, имп./кВт*ч
1	57,7	5	7,5	5000
2	220	5	50	1000
3	220	10	100	500
4	220	5	7,5	1000

Рис.23.

Запрос на чтение расписания утренних и вечерних максимумов:

Сетевой адрес (1 байт)	8h (1 байт)	Ch (1 байт)	Номер месяца (1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	----------------	----------------	--------------------------	------------------

Рис. 24.

Формат ответа на запрос чтения расписания утренних и вечерних максимумов:

Утренние максимумы				Вечерние максимумы			
Начало интервала		Окончание интервала		Начало интервала		Окончание интервала	
Минуты	Часы	Минуты	Часы	Минуты	Часы	Минуты	Часы

Рис. 25.

Запрос на чтение значений утренних и вечерних максимумов:

Сетевой адрес (1 байт)	8h (1 байт)	Dh (1 байт)	Номер месяца (1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	----------------	----------------	--------------------------	------------------

Рис. 26.

Формат ответа на запрос чтения расписания утренних и вечерних максимумов:

A+		A-		R+		R-	
утро	вечер	утро	вечер	утро	вечер	утро	вечер

Рис. 27.

Значения считанных средних мощностей интерпретируются следующим образом:

$$P, Q(\text{кВт, квар}) = \frac{(P+, P-, Q+, Q-) * 60 / T}{2 * A},$$

где T- длительность периода интегрирования;

A – постоянная счетчика.



Запрос на чтение вспомогательных параметров:

Сетевой адрес (1 байт)	8h (1 байт)	11h(14h, 16h) (1 байт)	BWRI (1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	----------------	---------------------------	------------------	------------------

Рис. 28.

#### BWRI

7	6	5	4	3	2	1	0
Номер вспомогательного параметра				Номер мощности		Номер фазы	
0 – мощность;				0 – P; 1 – Q; 2 – S.		0 – по сумме фаз; 1 – по фазе 1; 2 – по фазе 2; 3 – по фазе 3;	
1 – напряжение;				1 – по фазе 1; 2 – по фазе 2; 3 – по фазе 3.			
2 – ток;				1 – по фазе 1; 2 – по фазе 2; 3 – по фазе 3.			
3 – коэффициент мощности;				0 – по сумме фаз; 1 – по фазе 1; 2 – по фазе 2; 3 – по фазе 3.			
4 – частота сети				Не используется			
5 – угол между фазными напряжениями				1 – угол между фазными напряжениями 1 и 2 фаз; 2 – угол между фазными напряжениями 1 и 3 фаз; 3 – угол между фазными напряжениями 2 и 3 фаз.			
A – ускоренный режим чтения				Не используется, должно быть равно 0.			
E – дата и время фиксации				Не используется			
F – зафиксированная энергия				0 – по сумме фаз; 1 – по тарифу 1; 2 – по тарифу 2; 3 – по тарифу 3; 4 – по тарифу 4.			

Рис. 29.

Формат ответа прибора на запрос чтения мощности и коэффициента мощности (запрос 11h):

Сетевой адрес (1 байт)				CRC
	1-й байт данных	3-й байт данных	2-й байт данных	(2 байта)

Направление активной мощности:  
0 – прямое;  
1 – обратное.

Направление реактивной мощности:  
0 – прямое;  
1 – обратное.

Рис. 30.

**Замечание:**

Здесь и в дальнейшем под нумерацией байт понимается уменьшение «веса» каждого байта с возрастанием его номера, т.е. 1-й байт – старший, 2-й байт –старший младшего слова, 3-й – младший младшего слова. Бит направления активной мощности – старший бит байта, бит направления реактивной мощности – 6-й бит байта при нумерации бит, начиная с нуля.

Формат ответа прибора на запрос чтения напряжения, углов между фазными напряжениями и тока (запрос 11h):

Сетевой адрес				CRC
(1 байт)	1-й байт данных	3-й байт данных	2-й байт данных	(2 байта)

Рис. 31.

Формат ответа прибора на запрос чтения частоты (запрос 11h, 14h, 16h):

Сетевой адрес				CRC
(1 байт)	1-й байт данных	3-й байт данных	2-й байт данных	(2 байта)

Рис. 32.

Формат ответа прибора на запрос чтения мощности (запрос 14h):

Сетевой адрес	Сумма	1 фаза	2 фаза	3 фаза	CRC
(1 байт)	4 байта	4 байта	4 байта	4 байта	(2 байта)

Рис. 33.

Формат данных ответа прибора на запрос чтения мощности (запрос 14h):

Сетевой адрес					CRC
(1 байт)	2-й байт данных	1-й байт данных	4-й байт данных	3-й байт данных	(2 байта)

Направление активной мощности:  
0 – прямое;  
1 – обратное.

Направление реактивной мощности:  
0 – прямое;  
1 – обратное.

Рис. 34.

Формат ответа прибора на запрос чтения мощности (запрос 16h):

Сетевой адрес	Сумма	1 фаза	2 фаза	3 фаза	CRC
(1 байт)	три байта	три байта	три байта	три байта	(2 байта)

Рис. 35.

Формат данных ответа - как для запроса 11h.

Формат ответа прибора на запрос чтения напряжения, тока и углов между фазными напряжениями (запрос 14h и 16h):

Сетевой адрес	1 фаза	2 фаза	3 фаза	CRC
(1 байт)	три байта	три байта	три байта	(2 байта)

Рис. 36.

Формат ответа прибора на запрос чтения коэффициентов мощности (запрос 14h и 16h):

Сетевой адрес	Сумма	1 фаза	2 фаза	3 фаза	CRC
(1 байт)	три байта	три байта	три байта	три байта	(2 байта)

Рис. 37.

Значения считанных вспомогательных параметров интерпретируются следующим образом:

$$U(B) = \frac{N_u}{100}; \quad I(A) = \frac{N_i}{1000}; \quad P, Q, S(BT, \text{вар}, VA) = \frac{N_{p,q,s}}{100}; \quad \cos\varphi = \frac{N_\varphi}{1000}; \quad F(\Gamma_{\text{ц}}) = \frac{N_f}{100};$$

$$F_U(\text{град}) = \frac{N_{fU}}{100}$$

где:  $N_u$ ,  $N_i$ ,  $N_{p,q,s}$ ,  $N_\varphi$ ,  $N_f$ ,  $N_{fU}$  - трехбайтный код ответа с отмаскированными битами направления соответственно для напряжения, тока, активной, реактивной и полной мощности, коэффициента мощности, частоты и угла между фазными напряжениями.

Формат ответа при чтении параметров последней записи средних мощностей

Сетевой адрес (1 байт)	Старший байт адреса последней записи	Младший байт адреса последней записи	Байт состояния записи	Часы (1 байт)	Минуты (1 байт)	Число (1 байт)	Месяц (1 байт)	Год (1 байт)	Длительность периода интегрирования (1 байт)	CRC (2 байта)
------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	---------------	-----------------	----------------	----------------	--------------	--	---------------

Рис. 38.

### Байт состояния записи средних мощностей

7	6	5	4	3	2	1	0
			Значение 17-го бита адреса памяти №3	Признак сезонного времени, 0 – лето 1 – зима	Флаг выполнения инициализации памяти, 0 – нет 1 – да	Флаг неполного среза, 0 – нет 1 – да	Флаг переполнения массива срезов, 0 – нет 1 – да

Рис. 39.

### Формат ответа при чтении записи средних мощностей

Сетевой адрес (1 байт)	Байт состояния ответа	Часы (1 байт)	Минуты (1 байт)	Число (1 байт)	Месяц (1 байт)	Год (1 байт)	Длительность периода интегрирования (1 байт)	P+ (2 байта)	P- (2 байта)	Q+ (2 байта)	Q- (2 байта)	CRC (2 байта)
------------------------	-----------------------	---------------	-----------------	----------------	----------------	--------------	--	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

Рис. 40.

#### Примечание:

- 1) Часы, минуты, число, месяц, год запроса и ответа передаются в 2/10 коде.
- 2) При заполнении массива памяти средних мощностей используется принцип непрерывного наращивания адреса записи. Это означает, что адрес записи наращивается независимо от того, подключено или отключено питающее напряжение на приборе.  
Преимущество данного способа адресации состоит в том, что при отсутствии каких-либо аварийных состояний счетчика, адрес записи всегда жестко соответствует временным интервалам, т.е. адрес записи с данными за интересующий интервал времени может быть получен простым расчетом, в отличие от других способов адресации, при которых необходимо сделать множество итераций чтения записей памяти средних мощностей, а также журнала событий на предмет чтения времен включения/выключения счетчика, прежде чем будет обнаружена интересующая запись.
- 3) В случае, если по адресу массива памяти средних мощностей, рассчитанному по часам, минутам, числу, месяцу, году запроса, располагается запись с несовпадающими с запрошенными часами, минутами, числом, месяцем, годом, то в ответ будет включена данная запись; причины несовпадения необходимо анализировать дополнительно по флагам байта состояния ответа.
- 4) Признак «неполный срез» устанавливается, если счетчик включался, выключался или была произведена инициализация массива среза на рассматриваемом интервале усреднения средних мощностей.

Значения считанных средних мощностей интерпретируются следующим образом:

$$P, Q(\text{кВт, квар}) = \frac{(P+, P-, Q+, Q-) * 60 / T}{2 * A},$$

где Т- длительность периода интегрирования;  
А – постоянная счетчика.

Байт состояния тарификатора:

7	6	5	4	3	2	1	0
				Текущий тариф: 0 –тариф 1 1- тариф 2 и т.д.			Режим: 0 – многотариф- ный 1 - одготарифный

Рис. 41.

Старший байт программируемых флагов:

7	6	5	4	3	2	1	0
		Режим светодного индикатора, 0 – А+ 1 – R+ 2 – А- 3 – R-	Флаг запрета автоматического перехода на летнее/зимнее время, 0 – нет 1- да	Флаг запрета записи параметров по PLC1, 0 – нет 1- да	Режим телеметрии: 0 – осн. 1 – пов.	Флаг «горячего перезапуска» 0 – не установлен 1 - установлен	

Рис. 42.

Слово состояния управления нагрузкой:

7	6	5	4	3	2	1	0
Режим управления нагрузкой при контроле превышения лимита энергии по тарифу 4 0-вкл 1- выкл	Режим управления нагрузкой при контроле превышения лимита энергии по тарифу 3 0-вкл 1- выкл	Режим управления нагрузкой при контроле превышения лимита энергии по тарифу 2 0-вкл 1- выкл	Режим управления нагрузкой при контроле превышения лимита энергии по тарифу 1 0-вкл 1- выкл	Режим управления нагрузкой при управлении по интерфейсу 0-вкл 1- выкл	Контроль превышения лимита энергии 0- запрещен 1- разрешен	Контроль превышения лимита мощности 0- запрещен 1- разрешен	Режим импульсного выхода (конт.21-26) 0-телеметрия 1- упр. нагрузкой
F	E	D	C	B	A	9	8
						Текущий режим управления нагрузкой 0-вкл 1- выкл	

Рис. 43.

Запрос на чтение лимита энергии:

Сетевой адрес (1 байт)	8h (1 байт)	1Ah (1 байт)	Тариф (1..4) (1 байт)	CRC (2 байта)
---------------------------	----------------	-----------------	--------------------------	------------------

Рис. 44.

Формат данных ответа при чтении мощностей технических потерь

Младший байт мощности активных потерь в обмотках трансформатора	Старший байт мощности активных потерь в обмотках трансформатора	Младший байт мощности активных потерь в магнитопроводе	Старший байт мощности активных потерь в магнитопроводе	Младший байт мощности активных потерь в линии передач	Старший байт мощности активных потерь в линии передач	Младший байт мощности реактивных потерь в обмотках трансформатора	Старший байт мощности реактивных потерь в обмотках трансформатора	Младший байт мощности реактивных потерь в магнитопроводе	Старший байт мощности реактивных потерь в магнитопроводе	Младший байт мощности реактивных потерь в линии передач	Старший байт мощности реактивных потерь в линии передач
---	---	--	--	---	---	---	---	--	--	---	---

Рис. 45.

4.3. Запрос на чтение информации по физическим адресам физической памяти используется для считывания параметров счетчика. Уровень доступа определяется видом считываемого параметра.

Начиная с версии ПО 2.2.2 возможен режим ускоренного чтения массивов тарифного расписания и профиля средних мощностей. При чтении памяти №2 и числе байт информации «F0»(hex) возможно чтение 7,5 суточных тарифных расписаний одним запросом. При чтении памяти №3 и числе байт информации «FF»(hex) возможно чтение 17 записей массива профиля средних мощностей одним запросом.

Формат запроса приведен на рис. 46.

Сетевой адрес (1 байт)	Код запроса =06h (1 байт)	17 бит адреса (1 байт)	Вид энергии (3 бита)	№ памяти и (4 бита)	Старший байт адреса (1 байт)	Младший байт адреса (1 байт)	Число байт информации (1 байт)	CRC (2 байта)
------------------------	---------------------------	------------------------	----------------------	---------------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------

Рис. 46.

**Замечание:**

- 1) При запросе на чтение одного байта прибор отвечает двумя байтами, первый из которых равен нулю, второй содержит запрашиваемый байт данных.
- 2) При запросе на чтение памяти №1 необходимо указывать только четное число байт.
- 3) Некорректно указанное число байт информации (не учитывающее структуру распределения памяти) при чтении памяти №2 вызывает появление ошибки «E-02».
- 4) Некорректно указанное число байт информации (не учитывающее структуру распределения памяти) при чтении памяти №3 вызывает появление ошибки «E-07».



- 5) При ответе на запрос слово передается младшим байтом вперед.  
 6) Старший бит 3-го байта имеет смысл только при чтении памяти №3 и определяет значение 17-го (старшего) бита адреса.

Поле «Вид энергии» имеет смысл только при чтении памяти №3.

При чтении остальных типов памяти данный полубайт должен быть обнулен.

Перечень считываемых массивов из памяти №3 по видам энергии и содержание поля данных ответа, в случае корректного запроса и отсутствия внутренних ошибок, приведен в таблице 7.

Формат ответа при чтении записи средних мощностей приведен на рис. 40. Адрес расположения любой записи в памяти №3 кратен 00x10h.

Таблица 7.

№ вида энергии	Наименование	Структура поля данных ответа
0	Чтение записи средних мощностей по A+, A-, R+, R-	15 байт. См. формат ответа при чтении записи средних мощностей. При этом в качестве байта состояния ответа выдается байт состояния записи.
1	Чтение записей средних мощностей по A+	до 16 байт. Первые два байта данных – средняя мощность A+ по запрашиваемому адресу, следующие два байта - средняя мощность A+ из следующей после запрашиваемого адреса записи и т.д.
2	Чтение записей средних мощностей по A-	до 16 байт. Первые два байта данных – средняя мощность A- по запрашиваемому адресу, следующие два байта - средняя мощность A- из следующей после запрашиваемого адреса записи и т.д.
3	Чтение записей средних мощностей по R+	до 16 байт. Первые два байта данных – средняя мощность R+ по запрашиваемому адресу, следующие два байта - средняя мощность R+ из следующей после запрашиваемого адреса записи и т.д.
4	Чтение записей средних мощностей по R-	до 16 байт. Первые два байта данных – средняя мощность R- по запрашиваемому адресу, следующие два байта - средняя мощность R- из следующей после запрашиваемого адреса записи и т.д.

## САМОДИАГНОСТИКА СЧЕТЧИКА

При возникновении сбойных или аварийных ситуаций счетчик выдает сообщение на индикатор о возникших ошибках в процессе функционирования в формате «Е-хх». Описание ошибок в соответствии с байтами состояния счетчика приведено в табл.8.

Таблица 8.

7	6	5	4	3	2	1	0
Е-08	Е-07	Е-06	Е-05	Е-04	Е-03	Е-02	Е-01
	Нарушено функ-е памяти №3	Нарушено функ-е RTC	Ошибка обмена с памятью №1	Нарушено функ-е ADS	Нарушено функ-е UART1	Нарушено функ-е памяти №2	Низкое напряжение батареи
Е-16	Е-15	Е-14	Е-13	Е-12	Е-11	Е-10	Е-09
Ошибка КС байта тарификатора	Ошибка КС массива варианта исполнения счетчика	Ошибка КС пароля	Ошибка КС серийного номера	Ошибка КС адреса прибора	Ошибка КС массива регистров накопленной энергии	Ошибка КС массива калибровочных коэфф. в Flash MSP430	Ошибка КС программы
Е-24	Е-23	Е-22	Е-21	Е-20	Е-19	Е-18	Е-17
Ошибка КС байта программируемых флагов	Ошибка КС множителя тайм-аута	Ошибка КС параметров индикации(по периодам)	Ошибка КС параметров индикации(по тарифам)	Ошибка КС байта параметров UARTa	Ошибка КС лимита энергии	Ошибка КС лимита мощности	Ошибка КС байта управления нагрузкой
Е-32	Е-31	Е-30	Е-29	Е-28	Е-27	Е-26	Е-25
Ошибка КС параметров среза	Ошибка КС массива регистров накопления по периодам времени	Ошибка КС массива коэффициентов трансформации	Ошибка КС массива местоположения прибора	Ошибка КС массива сезонных переходов	Ошибка КС массива таймера	Ошибка КС массива тарифного расписания	Ошибка КС массива праздничных дней
Е-40	Е-39	Е-38	Е-37	Е-36	Е-35	Е-34	Е-33
Флаг поступления широковещательного сообщения	Ошибка КС регистров энергии по фазного учета	Ошибка КС массива регистров накопленной энергии потерь	Ошибка КС мощностей технических потерь	Ошибка КС регистра учета технических потерь	Ошибка КС записи журнала событий	Ошибка КС указателей журнала событий	Ошибка КС регистров среза
Е-48	Е-47	Е-46	Е-45	Е-44	Е-43	Е-42	Е-41
						Ошибка КС записи журнала ПКЭ	Ошибка КС указателей журнала ПКЭ

Быстрый расчет CRC с полиномом MODBUS на языке Паскаль:

```

const srCRCHi:array[0..255] of byte = (
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
    $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40,
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41,
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
    $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40,
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41,
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
    $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
    $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40,
    $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
    $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40);

    srCRCLo:array[0..255] of byte = (
    $00, $C0, $C1, $01, $C3, $03, $02, $C2, $C6, $06, $07, $C7, $05, $C5, $C4, $04, $CC, $0C, $0D, $CD,
    $0F, $CF, $CE, $0E, $0A, $CA, $CB, $0B, $C9, $09, $08, $C8, $D8, $18, $19, $D9, $1B, $DB, $DA, $1A,
    $1E, $DE, $DF, $1F, $DD, $1D, $1C, $DC, $14, $D4, $D5, $15, $D7, $17, $16, $D6, $D2, $12, $13, $D3,
    $11, $D1, $D0, $10, $F0, $30, $31, $F1, $33, $F3, $F2, $32, $36, $F6, $F7, $37, $F5, $35, $34, $F4,
    $3C, $FC, $FD, $3D, $FF, $3F, $3E, $FE, $FA, $3A, $3B, $FB, $39, $F9, $F8, $38, $28, $E8, $E9, $29,
    $EB, $2B, $2A, $EA, $EE, $2E, $2F, $EF, $2D, $ED, $EC, $2C, $E4, $24, $25, $E5, $27, $E7, $E6, $26,
    $22, $E2, $E3, $23, $E1, $21, $20, $E0, $A0, $60, $61, $A1, $63, $A3, $A2, $62, $66, $A6, $A7, $67,
    $A5, $65, $64, $A4, $6C, $AC, $AD, $6D, $AF, $6F, $6E, $AE, $AA, $6A, $6B, $AB, $69, $A9, $A8, $68,
    $78, $B8, $B9, $79, $BB, $7B, $7A, $BA, $BE, $7E, $7F, $BF, $7D, $BD, $BC, $7C, $B4, $74, $75, $B5,
    $77, $B7, $B6, $76, $72, $B2, $B3, $73, $B1, $71, $70, $B0, $50, $90, $91, $51, $93, $53, $52, $92,
    $96, $56, $57, $97, $55, $95, $94, $54, $9C, $5C, $5D, $9D, $5F, $9F, $9E, $5E, $5A, $9A, $9B, $5B,
    $99, $59, $58, $98, $88, $48, $49, $89, $4B, $8B, $8A, $4A, $4E, $8E, $8F, $4F, $8D, $4D, $4C, $8C,
    $44, $84, $85, $45, $87, $47, $46, $86, $82, $42, $43, $83, $41, $81, $80, $40);

const InitCRC:word = $FFFF;

function UpdCRC(C : byte; oldCRC : word) : word;

var i: byte;

    arrCRC: array [0..1] of byte absolute oldCRC;

begin
    i:= arrCRC[1] xor C;
    arrCRC[1]:= arrCRC[0] xor srCRCHi[i];
    arrCRC[0]:= srCRCLo[i];
    UpdCRC:=oldCRC;
end;
    
```

// Пусть BufSend содержит подготовленный для отправки пакет длиной LengthSend байт

Crc := UpdCRC(BufSend[0], InitCRC);

For I := 1 to LengthSend-1 do Crc := UpdCRC(BufSend[I], Crc);

BufSend[LengthSend] := Crc div 256;

BufSend[LengthSend + 1] := Crc mod 256;

Пример:

Тест канала связи по адресу 00h:      00h\00h\**01h\B0h**;

Тест канала связи по адресу 01h:      01h\00h\**00h\20h**;