



общество с ограниченной ответственностью
Ровалэнт СпецСервис
современные технологии безопасности

220007, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Воронянского, 64, тел. (+375-17)228-16-95, 228-17-76, факс: 228-17-75,
e-mail: sales@rovalant.com, support@rovalant.com, http://www.rovalant.com, http://777.rovalant.com

Устройство сбора и передачи данных «УСПД – 1500» Руководство пользователя

Редакция 1.2

Минск – 2007 г.

О г л а в л е н и е

Введение	3
1. Назначение и область применения	4
2. Функциональные возможности	4
3. Коммуникации	5
4. Основные технические характеристики	7
4.1. Режимы работы	9
4.1.1. Режим параметрирования	9
4.1.2. Автоматический (автономный) режим	9
4.1.3. Режим прямого доступа	10
4.2. Сбор, хранение и передача данных в системы верхнего уровня	10
4.3. Поддержка единого времени в системе	11
4.4. Самодиагностика, журналы событий	11
4.5. Защита от несанкционированного доступа	14
4.6. Питание устройства	14
4.7. Размещение и условия эксплуатации	15
4.8. Надежность	15
5. Программное обеспечение	15
Приложение А Схема подключения УСПД-1500	17
Приложение Б Протокол обмена с верхним уровнем АСКУЭ	19

Устройства сбора и передачи данных (далее по тексту – УСПД) являются одним из важнейших компонентов систем контроля и учета потребления энергоресурсов (электроэнергии, тепла, воды, газа) и предназначены для создания иерархически структурированных, многофункциональных, территориально распределенных автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета энергоресурсов, с функциями распределенного хранения и обработки информации (сбор данных со счетчиков, их обработку и хранение, передачу накопленных данных в различные системы верхнего уровня АСКУЭ).

Автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов разрабатываются для различных объектов - от простейших с несколькими счетчиками до территориально распределенных с сотнями и даже тысячами приборов учета. Применение УСПД позволяет решить не только проблемы масштабирования систем, но и обеспечивает гибкость проектных решений. При этом упрощается наладка, ввод в эксплуатацию и текущая эксплуатация всей системы, что особенно важно при возникновении нештатных ситуаций.

Настоящее руководство содержит сведения об устройстве сбора и передачи данных «УСПД-1500», необходимые пользователю для наиболее полного использования технических возможностей, правильной эксплуатации и технического обслуживания изделия.

Системные решения ООО «РовалэнтСпецСервис» на базе приборов учета серии «Гран-Электро», «УСПД-1500» и программного обеспечения верхнего уровня «Энергобаланс», выполненного с использованием WEB технологий, полностью удовлетворяют требованиям нормативных документов РБ и РФ.

1. Назначение и область применения

Устройство сбора и передачи данных «УСПД-1500» — это микропроцессорное устройство, предназначенное для приема данных измерения и учета потребления энергоресурсов от групп счетчиков нижнего уровня автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ), их обработки, накопления и передачи в канал связи на верхний уровень системы, а также для передачи в приборы учета служебных данных с верхнего уровня АСКУЭ.



Рис1. УСПД-1500

УСПД-1500 является промежуточным устройством между программным обеспечением верхнего уровня АСКУЭ (районные, областные и республиканские терминалы учета энергоресурсов) и счетчиками, установленными в точках учета. Устройства работают автономно, без участия оператора.

2. Функциональные возможности

Функционально УСПД-1500 ориентировано для построения систем диспетчеризации учета энергоресурсов районных сетей и обеспечивает решение следующих задач:

- сбор, накопление, документирование достоверной информации об энергопотреблении в каждой точке учета по заданным тарифам в заданные интервалы времени;
- поддержание единого системного времени с целью обеспечения синхронных измерений счетчиками учета;
- передача собранных данных на верхний уровень АСКУЭ по выделенным и коммутируемым линиям связи;
- обеспечение доступа верхнего уровня АСКУЭ к счетчикам учета энергоресурсов для получения их параметров или их параметрирования;
- обеспечение нескольких степеней защиты устройства от несанкционированного доступа;
- контроль состояния основного и резервного источников питания;
- ведение журналов событий состояния устройства, его корректировок и ошибок в работе.

Устройство работает со счетчиками учета энергоресурсов различных

производителей, имеющими цифровой интерфейс связи или импульсный выход. Подключение приборов учета энергоресурсов с импульсным выходом осуществляется через модуль сбора данных «Струмень-Bus». В базовой комплектации УСПД-1500 обеспечивает сбор измеренных данных со следующих устройств:

- счетчики учета электроэнергии «Гран-Электро СС-301», «Гран-Электро СС-101» (Гран-Система-С);
- счетчики учета тепла «Струмень ТС-05», «Струмень ТС-07», «Струмень ТС-07к» (Гран-Система-С);
- терморегуляторы РТМ-02, РТМ-03 (Гран-Система-С);
- модуль сбора данных «Струмень-Bus» (Гран-Система-С).

Сбор данных осуществляется по цифровым интерфейсам с учетом запрограммированного в счетчиках автоматического перехода на зимнее и летнее время.

В случае обслуживания систем с большим количеством счетчиков, расположенных на разных объектах, применяется метод каскадного включения УСПД. УСПД-1500 имеет возможность объединения в сеть с другими УСПД-1500 в режиме *ведущий – ведомый*, при этом для верхнего уровня АСКУЭ *ведущий* УСПД является полностью “прозрачным” при доступе к счетчикам электроэнергии ведомого УСПД.

3. Коммуникации

Аппаратные интерфейсы УСПД-1500 позволяют организовать различные виды коммуникаций с приборами учета, модулями сбора данных, УСПД в каскадных схемах включения и системами верхнего уровня.

УСПД-1500 имеет шесть цифровых интерфейсов связи, которые обеспечивают:

- подключение до 1500 счетчиков учета по цифровым интерфейсам связи RS485 (RS232) (Port 1 ÷ Port 5);
- параметрирование с ПВЭМ (программатора) через цифровой интерфейс связи RS232 (только Port 0);
- подключение каналов связи по цифровым интерфейсам связи RS485 (RS232) для передачи данных на верхний уровень АСКУЭ (Port 1 ÷ Port 5).

Интерфейсы связи Port 1÷Port 5 могут использоваться как в качестве основных, так и резервных каналов связи.

В качестве каналообразующей аппаратуры для связи между счетчиками учета энергоресурсов, УСПД и верхним уровнем могут использоваться:

- проводные модемы для выделенных и коммутируемых линий;
- PLC модемы «Коммуникатор ШМ-16» (РовалэнтСпецПром);
- радиомодемы «Коммуникатор ШМР-16» (РовалэнтСпецПром);
- модули SIM300 GSM в режимах DATA и GPRS (РовалэнтСпецПром);
- GSM модемы;
- модули интерфейсов «ИС-ETH» (РовалэнтСпецПром) для организации Ethernet-соединения с верхним уровнем АСКУЭ и ведомыми УСПД.

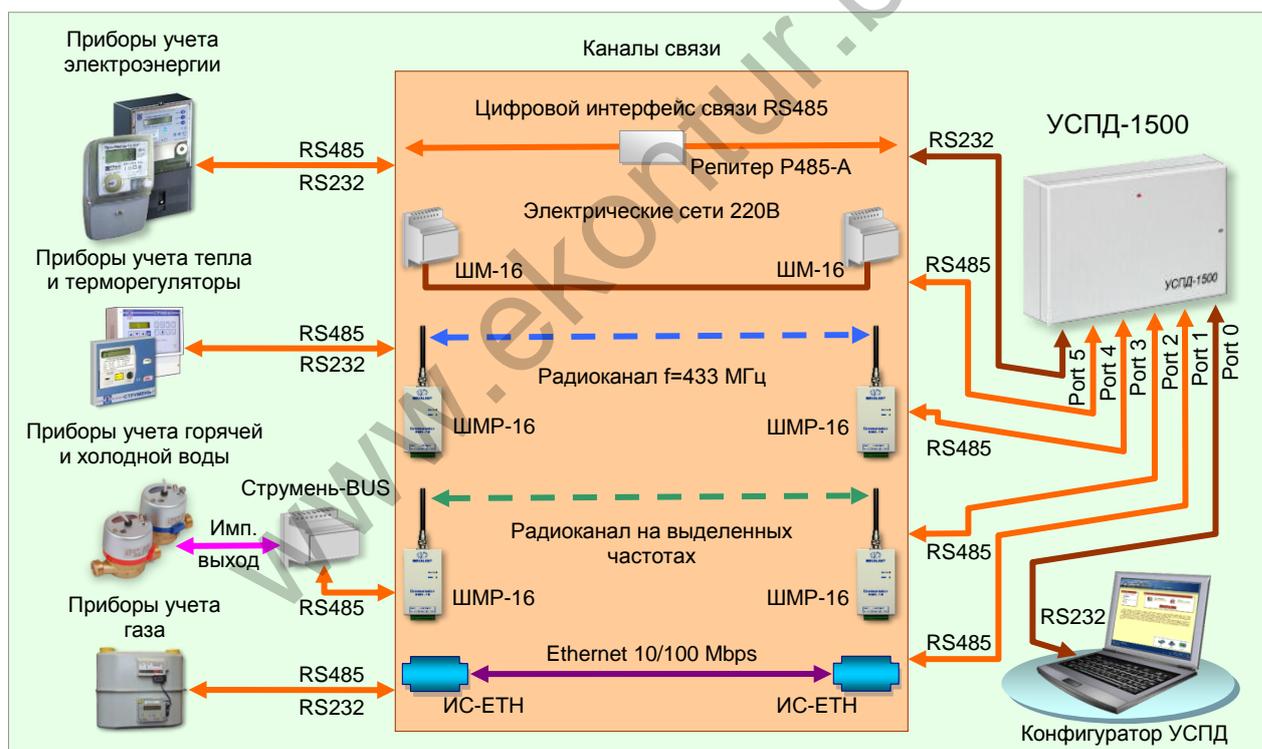


Рис. 1.

Все виды коммуникаций имеют развитую систему программных настроек, которая позволяет в минимальные сроки произвести наладку системы любой конфигурации. Настройки выбираются под каждый канал связи индивидуально и конфигурируются с помощью программы конфигурации устройства.

На рисунках 2 и 3 показаны варианты организации каналов связи УСПД-1500 с приборами учета энергоресурсов и верхним уровнем АСКУЭ.

архивирование собранных параметров в энергонезависимой памяти с привязкой к календарному времени, передачу этой информации на вышестоящий уровень системы по различным каналам связи. УСПД позволяет собирать данные измерений с приборов учета электроэнергии, воды, тепла и газа.

Принятые данные могут быть доступны из объединенной диспетчерской как в виде текущих значений, так и виде архивных значений измеряемых параметров.

Программное обеспечение УСПД-1500 включает два основных модуля - конфигуратор устройства и файл-справочник приборов учета энергоресурсов.

По основным параметрам и характеристикам УСПД-1500 соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51317.3.8.

Таблица 1

Количество счетчиков учета энергоресурсов, шт	До 1500
Количество ведомых УСПД, шт	До 32
Количество тарифов, шт.	4
Глубина хранения данных, месяцев	36
Глубина журналов событий, шт.	3×500
Время сохранения информации при отсутствии питания	3 года
Энергонезависимая память, Мб	32
Защита от несанкционированного доступа	Тампер, пароль
Потребляемая мощность, Вт	Менее 15
Напряжение питания, В	+5
Средняя наработка на отказ, ч.	100 000
Исполнение корпуса	IP65
Габаритные размеры платы, мм	255×115
Срок службы	Не менее 10 лет

По создаваемым радиопомехам и нормам напряжения на портах связи УСПД-1500 соответствует классу Б по СТБ ГОСТ Р 51318.22.

По устойчивости к воздействию наносекундных импульсных помех УСПД-1500 соответствует степени жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.4.

По устойчивости к воздействию микросекундным импульсных помех большой энергии УСПД-1500 соответствует степени жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.5.

По устойчивости к воздействию кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями, УСПД-1500 соответствует степени

жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.6.

По устойчивости к климатическим воздействиям УСПД-1500 соответствует группе использования С3 по ГОСТ 12997 с предельным рабочим диапазоном температуры окружающего воздуха от минус 10 до 50°С, относительной влажности воздуха 95% при температуре 35°С.

4.1. Режимы работы

В устройстве предусмотрены три режима работы:

- режим параметрирования;
- автоматический (автономный) режим;
- режим прямого доступа.

УСПД может работать только в одном из вышеуказанных режимов.

4.1.1. **Режим параметрирования** – режим работы УСПД, при котором осуществляется ввод или корректировка рабочих параметров устройства. Режим применяется при создании первоначальной конфигурации или изменении структуры нижнего уровня АСКУЭ (добавление или замена счетчиков учета энергоресурсов, изменение схемы учета и т.п.).

Ввод (корректировка) параметров производится при непосредственном подключении программатора (ноутбука) к УСПД или с верхнего уровня АСКУЭ.

В режиме параметрирования УСПД обеспечивает:

- ввод (изменение) уникального номера (адреса) УСПД;
- ввод (изменение) пароля администратора;
- ввод (корректировку) адресов, заводских номеров и типов счетчиков учета энергоресурсов;
- установку (корректировку) периода опроса счетчиков учета энергоресурсов;
- ввод (корректировку) текущих значений даты и времени;
- включение/отключение функции синхронизации времени счетчиков учета энергоресурсов.

4.1.2. **Автоматический (автономный) режим** – режим работы УСПД, при котором устройство самостоятельно опрашивает подключенные счетчики учета энергоресурсов нижнего уровня АСКУЭ в соответствии с введенными

параметрами цикла опроса.

В автоматическом (автономном) режиме устройство обеспечивает:

- сбор и хранение накопленных значений потребления энергоресурсов на момент опроса (общее и с разбивкой по тарифам). В памяти УСПД хранятся последние считанные значения, дата и время опроса каждого счетчика;
- сбор и хранение накопленных значений потребления энергоресурсов на начало расчетного периода (общее и с разбивкой по тарифам). В памяти УСПД хранятся значения для текущего месяца и тридцати пяти предыдущих;
- поддержку протоколов различных типов приборов учета;
- передачу данных на верхний уровень АСКУЭ (функция выполняется по запросу верхнего уровня системы);
- синхронизацию времени и даты счетчиков учета энергоресурсов;
- контроль состояния источника резервного питания.

4.1.3 Режим прямого доступа – режим работы УСПД, при котором с верхнего уровня АСКУЭ осуществляется прямой доступ к счетчикам учета энергоресурсов для получения необходимых данных учета, синхронизации времени и их параметрирования.

В режиме прямого доступа устройство обеспечивает:

- трансляцию пакетов обмена;
- контроль целостности пакетов обмена.

4.2. Сбор, хранение и передача данных в системы верхнего уровня

Для целей коммерческого учета УСПД-1500 ведет учет расхода энергоресурсов, например, активной и реактивной электроэнергии, на коммерческом интервале в натуральных показателях (именованных величинах) по каждой точке учета. Запись всех видов данных может производиться в многотарифном режиме с учетом перехода на летнее/зимнее время.

Архив УСПД-1500 ведется на фиксированную глубину по фиксированным параметрам. Формирование базы данных в УСПД-1500 осуществляется на этапе конфигурирования исходя из возможностей приборов учета.

Все собранные данные сохраняются в архивах УСПД-1500 в энергонезависимой памяти. Глубина хранения данных составляет 36 месяцев.

Любые хранимые в архивах УСПД-1500 данные могут просматриваться с помощью программного обеспечения и внешнего программатора (ноутбука) или передаваться в системы верхнего уровня по соответствующему протоколу. Передача данных происходит по запросу системы верхнего уровня.

4.3. Поддержка единого времени в системе

Все данные измерений в АСКУЭ привязаны ко времени. От точности привязки ко времени коммерческих данных системы зависит точность финансовых расчетов между поставщиками и потребителями электроэнергии. Все три основных элемента АСКУЭ - счетчики, УСПД и серверы базы данных системы верхнего уровня - имеют встроенные электронные часы. Так как любые часы имеют погрешность, то организация управления единым временем в системе является одной из задач УСПД.

УСПД-1500 осуществляет выработку текущего времени с погрешностью не более 1 секунды в сутки, как при наличии внешнего питания, так и при полном обесточивании устройства (не менее 3-х лет).

Собственное время УСПД-1500 может быть установлено по местному времени любого часового пояса в процессе наладки системы. В процессе работы УСПД-1500 осуществляет автоматическую коррекцию времени подключенных приборов учета. Коррекция системного времени УСПД-1500 может осуществляться как ручным, так и автоматическим способом.

Ручной способ коррекции времени УСПД возможен с помощью программы конфигурации УСПД по текущему времени программатора (ноутбука). Автоматическая коррекция времени УСПД-1500 осуществляется от системы верхнего уровня. Для этого, в УСПД-1500 реализована функция передачи текущего времени УСПД в систему верхнего уровня для его сравнения с общесистемным временем и последующей, при необходимости, коррекции текущего времени УСПД. Передача текущего времени УСПД осуществляется по запросу системы верхнего уровня.

4.4. Самодиагностика, журналы событий

По полученным итоговым расчетным данным системы АСКУЭ проводятся финансовые расчеты между поставщиками и потребителями электроэнергии. Этим объясняются высокие требования к средствам контроля УСПД за правильностью

функционирования программного и аппаратного обеспечения системы.

Основным инструментом для контроля и диагностики работы устройства в УСПД-1500 является ведение журналов событий. Журнал событий - это специализированный архив УСПД для хранения событий, которые могут влиять на точность коммерческого учета энергоресурсов и работоспособность системы в целом.

УСПД отслеживает 3 типа событий:

- состояние устройства (*таблица 2*);
- ошибки (*таблица 3*);
- корректировки (*таблица 4*).

С каждым типом событий связан свой архив. Каждый из архивов содержит 500 ячеек, организованных в виде кольцевого буфера. События включают в себя регистрацию изменений коммерческих и технических параметров конфигурации УСПД. Все события хранятся с привязкой ко времени и дате.

Таблица 2. Журнал состояний УСПД

Параметр	Наименование	Интерпретация	
		есть	нет
Напряжение 220В на блоке питания	Фаза	есть	нет
Состояние источника резервного питания	Аккумулятор	заряжен	разряжен
Состояние тампера крышки корпуса	Крышка корпуса	закрыта	открыта

Таблица 3. Журнал ошибок УСПД

Характер ошибки	Интерпретация
Сбой питания часов на плате УСПД	Сбой часов реального времени
Невозможно прочитать файл конфигурации УСПД	Ошибка чтения конфигурации
Невозможно сохранить файл конфигурации УСПД	Ошибка записи конфигурации
Невозможно прочитать журнал событий	Ошибка чтения архива
Невозможно сохранить событие в журнал событий	Ошибка записи архива
Невозможно прочитать базу приборов учета	Ошибка чтения базы
Невозможно сохранить базу приборов учета	Ошибка записи базы
Прочие ошибки	Аппаратная ошибка

Данные журналов событий можно просматривать с помощью программного обеспечения и программатора (ноутбука), а также передавать в системы верхнего

уровня по соответствующему протоколу.

Таблица 4. Журнал корректировок УСПД

Вид корректировки	Интерпретация
Корректировка времени	
Синхронизация времени от конфигуратора УСПД	Корректировка времени по каналам связи
Синхронизация времени с верхнего уровня АСКУЭ	Корректировка времени по каналам связи
Изменение констант	
Изменение типа прибора (при зав. настр.)	тип прибора
Изменение заводского номера (при зав. настр.)	заводской номер
Изменение даты выпуска (при зав. настр.)	дата выпуска
Изменение версии программы УСПД (при зав. настр.)	версия программы
Изменение сетевого адреса УСПД	адрес прибора
Изменение идентификатора пользователя	ID пользователя
Изменение параметров	
Изменение значения величины автокоррекции времени	автокоррекция времени
Вкл./Откл. функции синхронизации времени приборов учета	синхронизация приборов учета
Вкл./Откл. функции синхронизации времени ведомых УСПД	синхронизация ведомых УСПД
Вкл./Откл. функции удаленного параметрирования УСПД	удаленное параметрирование УСПД
Вкл./Откл. функции удаленного параметрирования приборов учета	удаленное параметрирование приборов учета
Изменение даты переключения сезонов	
Изменение времени перехода на летний сезон	сезон лето
Изменение времени перехода на зимний сезон	сезон зима
Изменение конфигурации	
Изменение количества приборов учета и их параметров при записи в УСПД	приборы учета
Изменение количества ведомых УСПД и их параметров при записи в УСПД	ведомые УСПД
Изменение параметров каналов связи при записи в УСПД	каналы связи
Изменение параметров опроса приборов учета при записи в УСПД	опрос приборов учета
Изменение параметров опроса ведомых УСПД при записи в УСПД	опрос ведомых УСПД
Изменение пароля	
Изменение пароля Администратора	основной
Изменение пароля Пользователя	вспомогательный

Вид корректировки	Интерпретация
В течении 10 минут три попытки ввода неверного пароля для перевода УСПД в режим параметрирования	Сканирование пароля
Включение питания УСПД (запуск УСПД)	Перезапуск системы

4.5. Защита от несанкционированного доступа

Защита от несанкционированного доступа и обеспечение достоверности обрабатываемой информации является приоритетным направлением во всех системах, связанных с коммерческой информацией. В УСПД-1500 реализованы различные методы защиты и обеспечения достоверности данных на аппаратном и программном уровнях.

Защита от несанкционированного доступа имеет несколько степеней защиты (корпус, пломба, механический замок, датчик вскрытия корпуса (тампер) и систему паролей разного уровня доступа).

Датчик вскрытия корпуса (тампер) при срабатывании инициализирует запись соответствующего извещения в журнал событий УСПД.

Система паролей разного уровня доступа обеспечивает два уровня доступа:

- доступ с правами администратора – для полного параметрирования УСПД и его технического обслуживания;
- доступ с правами пользователя – для просмотра считанных со счетчиков данных, текущих значений даты и времени, другой служебной информации, а также дает возможность изменить сетевой адрес УСПД и идентификатор пользователя, поменять свой пароль, корректировать режим опроса и синхронизировать время УСПД.

Выбор параметров из базы данных УСПД с верхнего уровня АСКУЭ, а также защиту данных учета, передаваемых в канал связи на верхний уровень АСКУЭ, как от помех (за счет помехоустойчивого кодирования), так и от несанкционированного доступа к базам данных, хранящимся в УСПД, определяются протоколом верхнего уровня. Корректировка, удаление базы данных и журналов событий УСПД с верхнего уровня АСКУЭ не допускается.

4.6. Питание устройства

Питания УСПД осуществляется от источника постоянного тока напряжением 5В. Рекомендованные источники питания – ADD-55A (Mean Well).

УСПД имеет возможность подключения источника резервного

питания(аккумулятора), обеспечивающего бесперебойную работу устройства в течении 24 часов.

4.7. Размещение и условия эксплуатации

УСПД располагаются в помещениях с ограниченным доступом. В случае размещения УСПД вне помещений установка выполняется в вандалоустойчивых шкафах.

Устройство обеспечивает устойчивую работу при температуре от 0° до + 50°С и значении относительной влажности 95% при температуре 35°С без конденсации влаги. Конструкция УСПД не предусматривает его использования в условиях воздействия агрессивных сред, пыли, возможности заливания водой и размещения в пожароопасных помещениях.

4.8. Надежность

Гарантийный срок эксплуатации УСПД составляет 24 месяца с момента ввода в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения 12 месяцев.

5. Программное обеспечение

Программное обеспечение УСПД-1500 представлено программным модулем «Конфигуратор УСПД», который предназначен для конфигурирования УСПД-1500, отображения и обработки информации считанной с устройства. Программа конфигурации имеет дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс с многоязычной поддержкой.

Программа «Конфигуратор УСПД» позволяет выполнять следующие действия при настройке УСПД-1500:

- идентифицировать устройство и присвоить (изменить) ему сетевой адрес;
- производить установку, корректировку и синхронизацию даты и времени;
- назначать (изменять) режим опроса приборов учета и подчиненных УСПД;
- устанавливать пароли пользователей;
- включать (отключать) режимы удаленного параметрирования УСПД и приборов учета;
- создавать (корректировать) список подключаемых приборов и ведомых УСПД;

- контролировать состояние подключенных приборов учета и ведомых УСПД;

- гибко конфигурировать каналы связи с приборами учета и верхним уровнем системы, создавать таблицу портов УСПД;

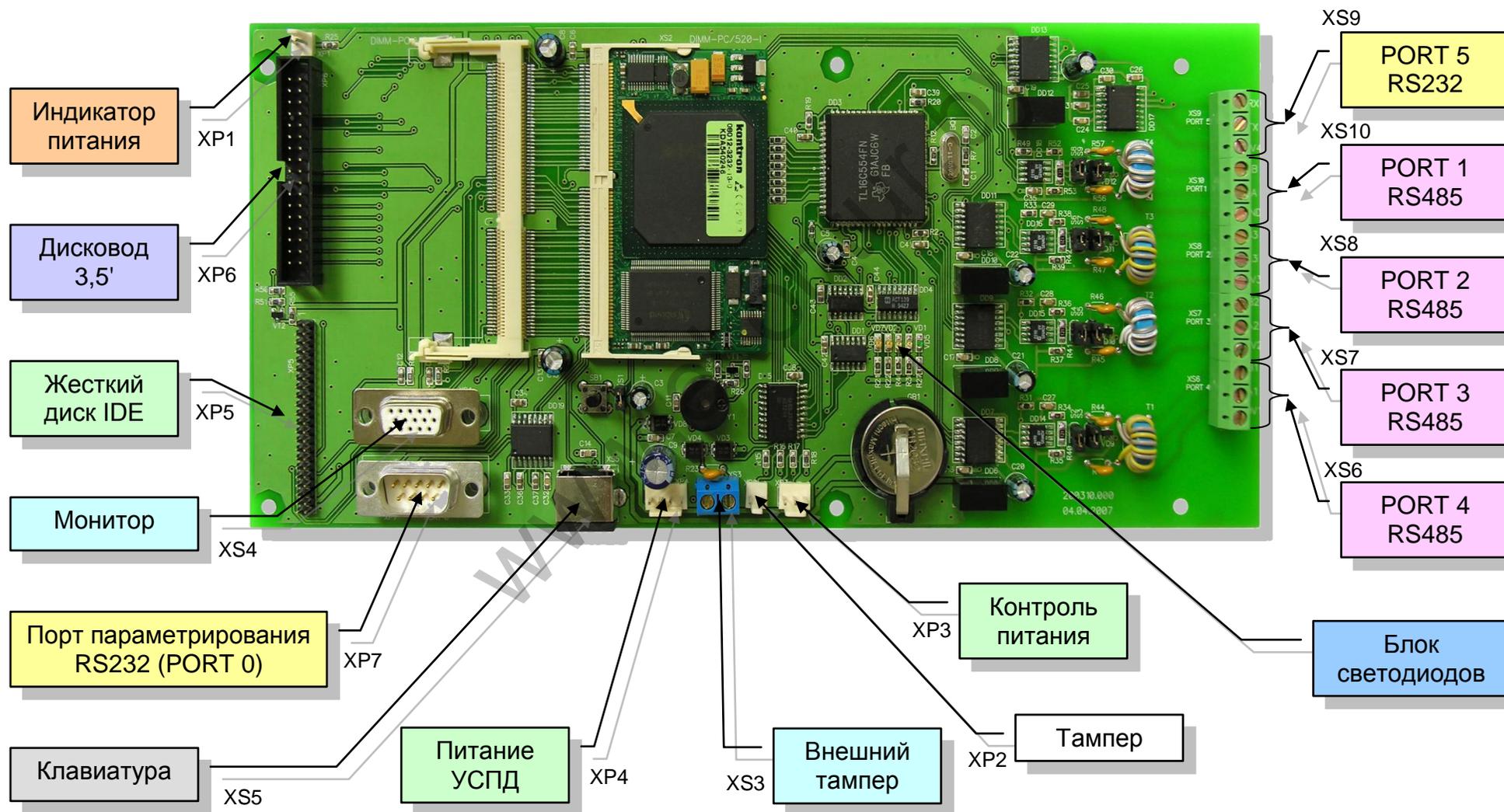
- осуществлять просмотр журналов событий УСПД.

В случае возникновения необходимости корректировки отдельных параметров УСПД программа конфигурации позволяет внести изменения в конфигурацию работающего устройства без потери накопленных архивов и текущей конфигурации. Для документирования этапа наладки и быстрого восстановления системы программа сохраняет текущие настройки в файл конфигурации УСПД, который может содержать информацию о конфигурации нескольких устройств, имеющих различные сетевые адреса.

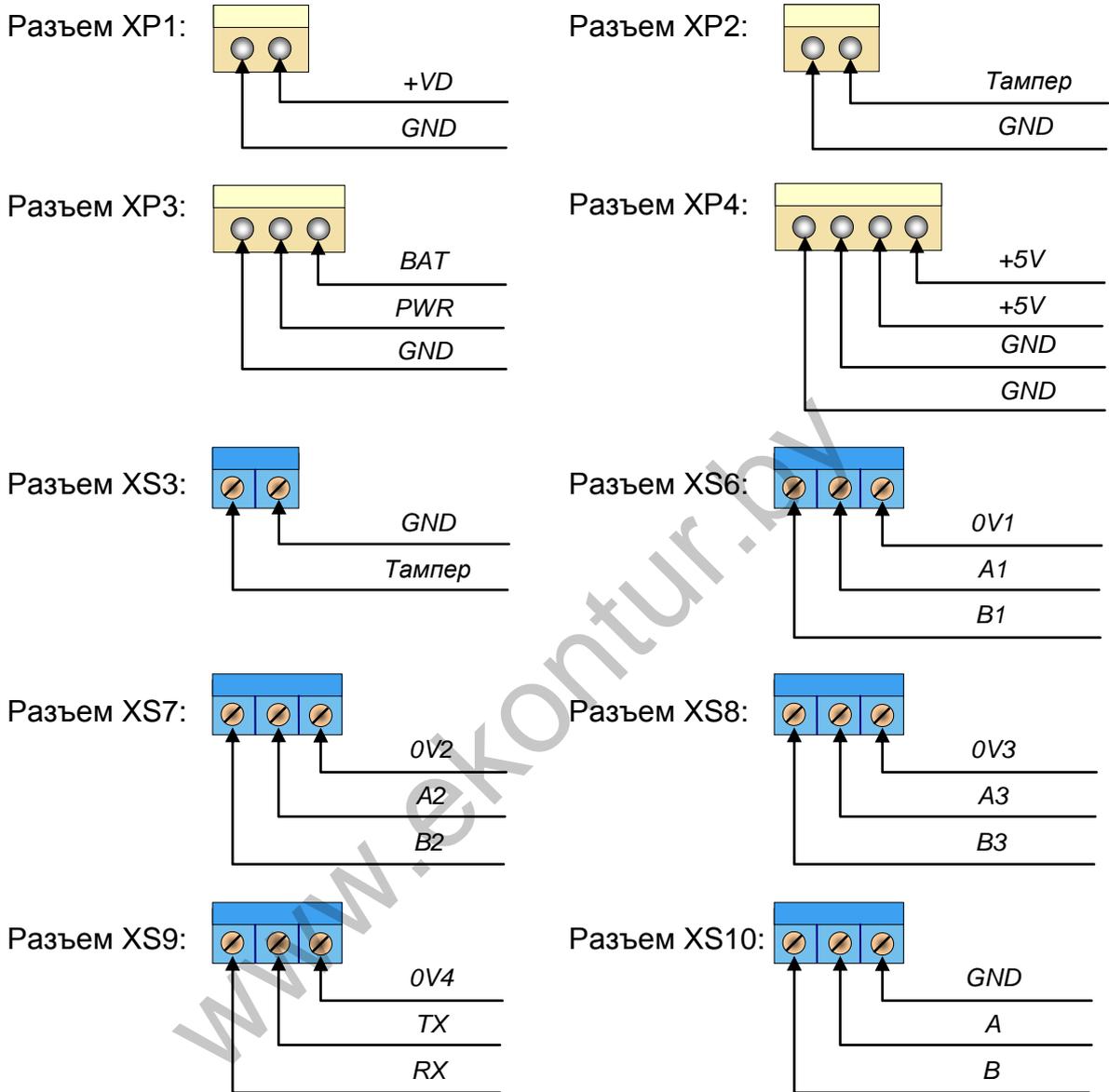
Конфигурирование УСПД-1500 осуществляется с внешнего программатора (портативного или персонального компьютера) с установленным программным обеспечением «Конфигуратор УСПД». Подключение программатора к УСПД-1500 осуществляется по аппаратному интерфейсу RS-232 только через порт конфигурации (Port 0).

Приложение А

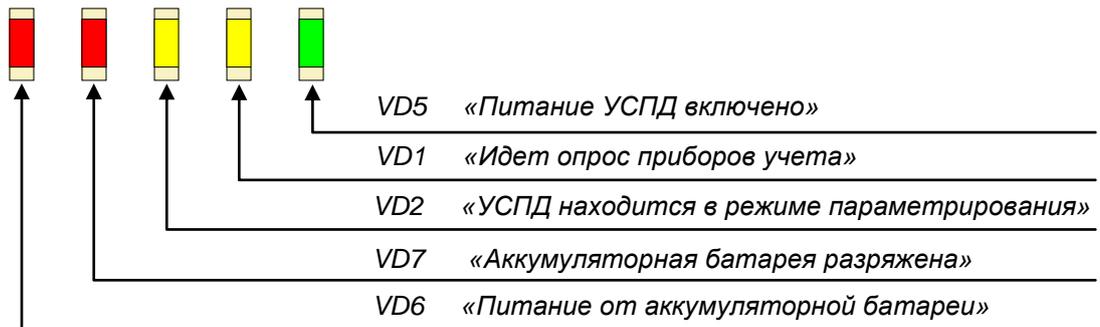
Схема подключения УСПД-1500



Разъемы XP5, XP6, XP7, XS4, XS5 имеют стандартное расположение контактов.



Блок светодиодов:



Протокол обмена с верхним уровнем АСКУЭ

Настоящее приложение предназначено для правильной организации процесса обмена данными между верхним уровнем автоматизированной системы и устройством сбора и передачи данных «УСПД-1500». В качестве верхнего уровня может выступать как ПК, так и УСПД, работающее в режиме ведущего. Далее для краткости под верхним уровнем будем подразумевать ПК.

Для связи УСПД с ПК может использоваться любой последовательный канал связи УСПД, кроме канала параметрирования (COM0). Выбранный канал программируется для работы в режиме 'ведомый' в соответствии с п.5.3 настоящего руководства.

Диалог между ПК и УСПД основан на принципе «ведущий-ведомый». Роль ведущего всегда играет ПК.

Протокол связи с верхним уровнем основан на следующих положениях:

- протокол предусматривает одно ведущее и до 65535 ведомых устройств;
- обмен между устройствами происходит кадрами. Признаком начала кадра служит флаг 126 (0x7E в шестнадцатеричном представлении), признаком окончания кадра – флаг 127 (0x7F в шестнадцатеричном представлении). Уникальность флагов гарантируется использованием битстаффинга;
- каждое из сообщений помещается в пакет (рис.1);
- пакет перед передачей преобразуется в кадр, после приема кадра производится обратное преобразование;
- каждое ведомое устройство имеет свой уникальный адрес;
- адрес 0 зарезервирован для широковещательного обмена. Все подчиненные устройства обязаны принимать и обрабатывать пакет с адресом 0;
- для повышения надежности передачи используется избыточный циклический код (CRC);
- байты, принадлежащие одному пакету, передаются непрерывным потоком. Таймаут между байтами не должен превышать 300 мс;
- в пакете из нескольких байт типа данных младший байт типа данных следует первым.

адрес	ID пакета	функция	ID прибора	данные	CRC
-------	-----------	---------	------------	--------	-----

Рисунок 1.

Поля 'адрес', 'ID пакета', 'функция', 'ID прибора' и 'CRC' составляют обрамление пакета, поле 'данные' – содержимое пакета.

Поле 'адрес' имеет размерность 2 байта и содержит сетевой адрес УСПД или широковещательный адрес.

Поле 'ID пакета' имеет размерность 1 байт и представляет собой уникальный идентификатор пакета.

Поле 'функция' имеет размерность 1 байт и определяет функцию, выполняемую пакетом.

Поле 'ID прибора' имеет размерность 2 байта и определяет идентификатор прибора учета, зарегистрированного в УСПД.

Поле 'CRC' это 2-х байтное число, представляющее собой результат шифрования циклическим кодом полей 'адрес', 'ID пакета', 'функция', 'ID прибора' и 'данные'. Контроль за циклическим кодом и пример его расчета приведены ниже

Наполнение поля 'данные' зависит от функции, выполняемой пакетом.

ПК формирует пакет запроса, передает его в линию связи и переходит в режим ожидания ответа. Все УСПД 'прослушивают' линию связи и, если пакет запроса принят без искажений, проверяют поле 'адрес':

– если значение поля 'адрес' равно широковещательному адресу или совпадает с собственным адресом УСПД и функция не предполагает прямого доступа к прибору учета, то УСПД выполняет ее немедленно и передает ответ ПК;

– если значение поля 'адрес' равно широковещательному адресу или совпадает с собственным адресом УСПД, но для выполнения функции необходимо осуществить доступ к прибору учета, то ПК передается пакет с функцией 'таймаут', а данные, предназначенные для прибора учета, передаются в соответствующий канал связи. Ответ прибора учета оформляется в пакет и передается ПК. На время ожидания ответа от прибора учета УСПД команды ПК не принимает;

– если значение поля 'адрес' совпадает с одним из зарегистрированных адресов подчиненных УСПД, то данный пакет без изменений передается в канал связи с этим устройством, а ПК передается пакет с функцией 'таймаут'. УСПД может повторно передать ПК пакет с функцией 'таймаут', если время ожидания ответа от подчиненного УСПД превысит время таймаута, переданного ПК. Ответ подчиненного устройства без изменений передается ПК. Если подчиненное УСПД не ответит, то ПК будет отправлен пакет с функцией №10 ('нет данных'). На время ожидания ответа от ведомого устройства УСПД команды ПК не принимает.

Время выполнения запроса зависит от его типа и при чтении значений из УСПД не превышает 0,2 с. Изменение параметров УСПД может составлять от 1 до 2 сек. Время таймаута при доступе к подчиненному УСПД и прибору учета зависит от скорости канала связи и типа команды.

Формат ответного пакета аналогичен формату запроса.

В ответном пакете поля '*адрес*', '*ID пакета*' и '*ID прибора*' не изменяются и совпадают с соответствующими полями команды запроса.

Если УСПД может выдать ответ сразу, без дополнительных задержек, связанных с доступом к ведомым устройствам и приборам учета, то в ответном пакете поле '*функция*' не изменяется. Аналогично и при ответах, передаваемых от ведомых устройств и приборов учета. В противном случае в этом поле записывается число 12 – '*таймаут*', а поле данные (два байта) будет содержать время таймаута, выраженное в миллисекундах.

В случае отсутствия запрашиваемых данных или невозможности выполнить команду вне зависимости от причины, в поле '*функция*' записывается число 10 – '*нет данных*', а поле '*данные*' будет отсутствовать.

После изменения конфигурации приборов учета в УСПД и до получения первой команды с верхнего уровня '*конфигурация приборов учета*' на любой запрос с ПК (кроме команд корректировки времени и удаленного параметрирования) в ответном пакете УСПД в поле '*функция*' записывается число 11 – '*новая конфигурация*', а поле '*данные*' будет отсутствовать.

Контроль и управление УСПД.

Для удаленного контроля состояния и управления УСПД, используются четыре функции:

- №2 – корректировка времени;
- №8 – удаленное параметрирование;
- №9 – конфигурация приборов учета;
- №6 – журнал событий.

Корректировка времени.

Функция №2 позволяет получить текущее время УСПД и произвести его корректировку.

Корректировка времени возможна в пределах не более ± 30 мин. Если УСПД

обнаружило ошибку 'Сбой часов реального времени' то в этом случае все упомянутые выше ограничения не действуют, контроль выполняется только на допустимость значений.

При запросе текущего времени УСПД поле 'ID прибора' должно содержать 1, а поле 'данные' – любые 6 байт.

При записи нового времени в УСПД поле 'ID прибора' должно содержать 0, а поле 'данные' – 6 байт новой даты и времени. Кодировка даты и времени приведена на рисунке 2.

год	месяц	день	час	минута	секунда
-----	-------	------	-----	--------	---------

Рисунок 2.

При успешном выполнении команды УСПД возвращает пакет, в котором поле 'данные' содержит текущую дату и время устройства.

Примечание: Суммарное значение всех корректировок времени не может превышать 30 минут в год.

Удаленное параметрирование.

Функция №8 позволяет удаленно считать и изменить конфигурацию УСПД.

В пакете запроса поле 'ID прибора' должно содержать 0, а в поле 'данные' записывается пакет данных в соответствии с протоколом параметрирования УСПД.

Пакет ответа УСПД аналогичен пакету запроса, а поле 'данные' содержит ответный пакет данных в соответствии с протоколом параметрирования УСПД.

Примечание: Удаленное изменение конфигурации УСПД невозможно, если текущая конфигурация устройства запрещает удаленное параметрирование.

Конфигурация приборов учета.

После изменения конфигурации приборов учета УСПД будет посылать пакет с функцией №11 ('новая конфигурация') до получения первого пакета с функцией №9 ('конфигурация приборов учета').

Функция №9 позволяет удаленно считать конфигурацию всех приборов учета, зарегистрированных в УСПД. Конфигурация считывается блоками по 10 приборов учета.

В пакете запроса поле 'ID прибора' должно содержать 0, а в поле 'данные' (байт) записывается номер блока от 1 до 150.

В пакете ответа поле 'данные' содержит группу из 10 конфигураций приборов учета. Формат конфигурации одного прибора изображен на рис. 3.

ID	тип	номер	адрес	индекс	порт
----	-----	-------	-------	--------	------

Рисунок 3.

Формат полей:

- 'ID' (2 байта) – идентификатор прибора учета;
- 'тип' (2 байта) – тип прибора;
- 'номер' (8 байт) – серийный (заводской) номер прибора в BCD коде;
- 'адрес' (4 байта) – сетевой адрес прибора в соответствии с его протоколом обмена. Если адресация прибора ведется по серийному (заводскому) номеру, то это поле равно нулю;

- 'индекс' (1 байт) – канальный адрес (от 0 до 255); используется в каналах связи, поддерживающих канальную адресацию. Интерпретация этого байта зависит от канала связи;

- 'порт' (1 байт) – номер порта УСПД (от 0 до 5), через который осуществляется опрос прибора учета. Если номер порта равен нулю – прибор не доступен для опроса. Для таких приборов можно получить только архивные данные из УСПД.

Примечание: Если запрашиваемая конфигурация прибора учета отсутствует, то все поля его конфигурации заполняются нулем.

Журнал событий.

Роль журнала событий в УСПД выполняют архивы событий. УСПД отслеживает 3 типа событий: состояние устройства, ошибки и корректировки.

С каждым типом событий связан свой архив. Каждый из архивов содержит 500 ячеек, организованных в виде кольцевого буфера. Формат ячейки архива приведен на рисунке 4.

дата и время	состояние	расширение
--------------	-----------	------------

Рисунок 4.

Формат полей:

- поле 'дата и время' (6 байт) – дата и время события;

- поле 'состояние' (1 байт) – код состояния события;
- поле 'расширение' – байт расширения (уточняет некоторые события).

Функция №6 позволяет удаленно считать блок из четырех событий любого архива.

В пакете запроса поле 'ID прибора' должно содержать 0, формат поля 'данные' изображен на рисунке 5.

тип	дата	группа
-----	------	--------

Рисунок 5.

Формат полей:

- поле 'тип' (1 байт) – тип архива событий (0 – состояние устройства, 1 – ошибки, 2 – корректировки);
- поле 'дата' (3 байта) – дата (год-месяц-день), начиная с которой отсчитываются события;
- поле 'группа' (1 байт) – смещение группы событий относительно даты от 0 до 124.

В пакете ответа поле 'данные' содержит четыре события последовательно. Формат одного события изображен на рисунке 4.

Примечание: Если запрашиваемое событие отсутствует в архиве, то все поля данного события заполняются нулем.

Запрос данных приборов учета.

Для запроса данных приборов учета, зарегистрированных в УСПД, используются три функции:

- №3 – значение на начало месяца;
- №4 – все показания на начало месяца;
- №5 – текущие показания.

Значение на начало месяца.

УСПД считывает с приборов учета и хранит у себя значения на начало месяца суммарной накопленной энергии и по четырем тарифам. Глубина хранения данных составляет 36 месяцев.

Функция №3 позволяет считать из архива УСПД любое из этих сохраненных значений. Формат поля 'данные' в пакете запроса изображен на рисунке 6.

смещение	тип
----------	-----

Рисунок 6.

Формат полей:

– ‘смещение’ (1 байт) – определяет смещение месяца (от 0 до 35), для которого запрашиваются данные, относительно текущего;

– ‘тип’ (1 байт) – определяет тип (от 0 до 4) запрашиваемой энергии. Если ‘тип’ имеет значение 0 – запрашивается суммарная накопленная энергия, от 1 до 4 – энергия по соответствующему тарифу.

Формат поля ‘данные’ в пакете ответа изображен на рисунке 7.

дата	энергия
------	---------

Рисунок 7.

Формат полей:

– ‘дата’ (6 байт) – дата и время запрашиваемой энергии (формат см. на рис.2);

– ‘энергия’ (4 байт) – значение запрашиваемой энергии, тип данных float.

Все показания прибора учета на начало месяца.

Функция №4 позволяет за один запрос получить из УСПД все показания одного прибора учета на начало месяца, хранящиеся в базе.

Формат поля ‘данные’ в пакете запроса и значение поля ‘смещение’ аналогичны функции №3, поле ‘тип’ всегда равно 0.

Формат поля ‘данные’ в пакете ответа изображен на рисунке 8.

дата	E0	E1	E2	E3	E4	статус
------	----	----	----	----	----	--------

Рисунок 8.

Формат полей:

– поле ‘дата’ (6-ть байт) – дата и время аналогично функции №3;

– поле ‘E0’ – суммарная накопленная энергия;

– поле ‘E1’...‘E4’ – накопленная энергия по тарифам 1...4;

– поле ‘статус’ (1 байт) – статус каждой из энергий (1 – данные есть; 0 – данных нет), где бит 0 соответствует полю ‘E0’, бит 1 – полю ‘E1’ и т.д.

Поля 'E0'...'E4' имеют размерность 4 байта, тип данных *float*.

Текущие показания.

УСПД с заданной периодичностью, но не реже одного раза в сутки считывает и хранит у себя показания приборов учета на момент опроса.

Функция №5 позволяет за один запрос получить из УСПД все текущие показания прибора учета.

В пакете запроса поле 'данные' отсутствует.

Формат поля 'данные' в пакете ответа аналогичен функции №4.

Прямой доступ к приборам учета.

Функция №1 позволяет осуществить с ПК через УСПД прямой доступ к прибору учета.

В пакете запроса поле 'данные' должно содержать полный пакет данных, передаваемый в прибор учета в соответствии с его типом и протоколом.

УСПД в ответ посылает ПК пакет с функцией 'таймаут', а пакет данных, предназначенный для прибора учета, проверяет на корректность и передает в соответствующий канал связи.

Если за время таймаута УСПД не успеет получить ответ от прибора учета, то оно повторит передачу ПК пакетов с функцией 'таймаут'.

Пакет данных, полученный от прибора учета, УСПД помещает в поле 'данные' ответного пакета и передает ПК.

Если УСПД определит, что пакет данных, предназначенный для прибора учета, некорректен или прибор учета не ответит, то ПК будет отправлен пакет с функцией №10 ('нет данных').

Примечание: Команды изменения конфигурации прибора учета не будут переданы в канал связи с прибором учета, если текущая конфигурацию УСПД запрещает удаленное параметрирование приборов учета.

Таблица функций протокола.

№	Название функции	Запрос	Ответ
1	Прямой доступ	+	+
2	Корректировка времени	+	+

3	Значение на начало месяца	+	+
4	Все показания на начало месяца	+	+
5	Текущие показания	+	+
6	Журнал событий	+	+
7	Резерв	-	-
8	Удаленное параметрирование	+	+
9	Конфигурация приборов учета	+	+
10	Нет данных	-	+
11	Новая конфигурация	-	+
12	Таймаут	-	+

Примечание: В полях 'Запрос' и 'Ответ' символ '+' означает, что данная функция используется в соответствующих пакетах.

Циклический избыточный код (CRC)

Контроль циклическим кодом применяется для повышения надежности передачи данных. Смысл контроля заключается в следующем. Запрос подвергается шифровке циклическим кодом. Полученный результат добавляется в конец запроса, и весь пакет отправляется подчиненному устройству. Подчиненное устройство выполняет те же действия над байтами запроса и сравнивает полученный результат с CRC принятого пакета, и в случае положительного результата выполняет требуемое действие. Затем оно формирует ответные данные, подвергает его той же процедуре шифровки, "прицепляет" полученный код в конец пакета и посылает его обратно главному устройству. Главное устройство выполняет ту же процедуру дешифровки, проверяя правильность принятого пакета. Вероятность обнаружения ошибки в одном разряде байта пакета равна 99,998%.

В качестве примера рассмотрим вычисление CRC в виде функции написанной на языке C. Все возможные значения CRC помещены в два массива. Один массив содержит все возможные значения для старшего байта CRC, а второй – для младшего.

```
const unsigned char tblCRChi[]=
{
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
```

```

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80,
0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0x40
};

```

```

const unsigned char tblCRClo[]=
{
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,

0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
0x40
};

```

```

unsigned short __fastcall CRC16(unsigned char *msg, unsigned short len)
{
    unsigned short idx;
    unsigned char CRChi=0xFF;
    unsigned char CRClo=0xFF;
    while(len--)
    {
        idx=(CRChi ^ *msg++) & 0xFF;
        CRChi=CRClo ^ tblCRChi[idx];
        CRClo=tblCRClo[idx];
    }
    return ((CRChi << 8) | CRClo);
}

```

Функции в качестве параметров принимает указатель на данные используемое для формирования CRC (msg) и размер сообщения в байтах (len), а возвращает 16-ти битное значение CRC.

Кадровая передача данных

Обмен между устройствами производится асинхронно кадрами. Каждый кадр начинается с флага 126 (0x7E в шестнадцатеричном представлении) и заканчивается флагом 127 (0x7F в шестнадцатеричном представлении). Уникальность флагов

гарантируется использованием битстаффинга. Битстаффинг – вставка битов, здесь – бита 0 после 5 подряд идущих битов 1.

В качестве примера рассмотрим преобразование пакета данных в кадр и обратное преобразование в виде функций, написанных на языке С.

Функция кодирования пакета в качестве параметров принимает указатель на буфер кадра (BitStaff), указатель на данные, используемые для формирования кадра (m_pSendBuf), и длину пакета в байтах (nPacketSize), а возвращает 16-ти битное значение длины кадра.

```
unsigned short BitStaffing(unsigned char *BitStaff, unsigned char
*m_pSendBuf, unsigned short nPacketSize)
{
    unsigned char nLeft = 0, nRight, nBitCount = 0;
    unsigned short nByte = 0, nCounter = 1;
    BitStaff[0] = 126; // Флаг начала кадра
    for(int i = 0; i < nPacketSize; i++)
    {
        nByte = m_pSendBuf[i] | (nByte & 0xFF00);
        for(nRight = 8; nRight > 0; nRight--)
        {
            nByte <<= 1;
            if(++nLeft == 8)
            {
                BitStaff[nCounter++] = HIBYTE(nByte);
                nLeft = 0;
            }
            if(HIBYTE(nByte) & 1)
            {
                nBitCount++;
                if(nBitCount == 5)
                {
                    nByte = (nByte & 0x00FF) | ((nByte & 0xFF00) << 1);
                    nLeft++;
                    nBitCount = 0;
                }
            }
            if(nLeft == 8)
            {
                BitStaff[nCounter++] = HIBYTE(nByte);
                nLeft = 0;
            }
        }
        else
            nBitCount = 0;
    }
    if(nLeft)
    {
        nByte <<= 8 - nLeft;
        BitStaff[nCounter++] = HIBYTE(nByte);
    }
    BitStaff[nCounter] = 127; // Флаг окончания кадра

    return nCounter + 1;
}
```

Функция декодирования кадра в качестве параметров принимает указатель на данные кадра, используемые для формирования пакета (BitStaff), указатель на буфер пакета (m_pSendBuf) и длину кадра в байтах (nPacketSize), а возвращает 16-ти битное значение длины пакета.

```
unsigned short UnBitStaffing(unsigned char *BitStaff, unsigned char *m_pSendBuf,
unsigned short nPacketSize)
{
    unsigned char nLeft = 0, nBitCount = 0;
    char nRight;
    unsigned short nWord = 0, nCounter = 0;
    for(int i = 1; i < nPacketSize - 1; i++)
    {
        nWord = m_pSendBuf[i] | (nWord & 0xFF00);
        for(nRight = 8; nRight > 0; nRight--)
        {
            if(nBitCount == 5)
            {
                nWord = (nWord & 0xFF00) | (LOBYTE(nWord) << 1);
                nRight--;
                nBitCount = 0;
                if(!nRight)break;
            }
            if(HIBYTE(nWord <= 1) & 1)
                nBitCount++;
            else
                nBitCount = 0;
            if(++nLeft == 8)
            {
                BitStaff[nCounter++] = HIBYTE(nWord);
                nLeft = 0;
            }
        }
    }
    return nCounter;
}

inline unsigned char& HIBYTE(unsigned short &word)
{
    return *(((unsigned char*)&word)+1);
}

inline unsigned char& LOBYTE(unsigned short &word)
{
    return *(unsigned char*)&word;
}
```