

# УСПД НА БАЗЕ CORTEX-A9 – ВКЛАД В ПОСТРОЕНИЕ НАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЖКХ

Ю.Мякочин<sup>1</sup>, Д.Шедяков<sup>2</sup>, К.Кареев<sup>3</sup>

УДК 621.38  
БАК 05.27.00

Внедрение автоматизированных систем коммерческого учета потребления энергоресурсов (АСКУЭ) – одно из основных направлений развития ЖКХ. Компания "Миландр" спроектировала систему, которая представляет собой гетерогенную АСКУЭ для комплексного учета различных видов энергоресурсов: электрической и тепловой энергии, газа, воды. Основу системы составляют микропроцессорные счетчики электроэнергии, поддерживающие двухсторонний обмен данными и предоставляющие широкие дополнительные функциональные возможности. Для учета потребления воды, газа, тепловой энергии в систему могут быть интегрированы счетчики указанных ресурсов любых производителей и с различными интерфейсами. Важный элемент любой АСКУЭ – устройство сбора и передачи данных (УСПД). Об УСПД, разработанном компанией "Миландр", рассказывается в статье.

Устройство сбора и передачи данных выполняет в АСКУЭ целый ряд функций, основные из которых:

- организация сети передачи данных;
- сбор данных измерений с приборов учета ресурсов;
- передача полученных данных на центральный сервер системы;
- прием и передача сервисных команд устройствам от центрального сервера;
- диагностика состояния сети;
- регистрация сообщений об ошибках;
- контроль текущего состояния устройств, подключенных к системе.

В основе УСПД (рис.1), разработанного компанией "Миландр", лежит одноядерный 32-разрядный микропро-

цессор i.MX6 компании Freescale/NXP с высокопроизводительным ядром ARM Cortex-A9 и тактовой частотой до 800 МГц. Микропроцессор содержит большое количество функциональных блоков и интерфейсов, в том числе:

- память: 16/32-битная LP-DDR2-800, 16/32-битная DDR3-800, LV-DDR3-800; 8-битная NAND-флеш; 16/32-битная NOR-флеш;
- четыре порта для карт MMC/SD/SDIO;
- 1×USB 2.0 с поддержкой OTG и 3×USB 2.0, работающие в режиме хоста;
- порты PCI Express 2.0 и Ethernet;
- 3×I<sup>2</sup>C/SSI/AC97 со скоростью передачи данных до 1,4 Мбит/с;
- 5×UART со скоростью передачи данных до 4 Мбит/с.

В качестве оперативной памяти устройства выступают микросхемы с низким потреблением стандарта LV-DDR3-800 суммарным объемом 512 Мбайт. Для операционной системы и хранения данных установлена микросхема памяти стандарта eMMC объемом 4 Гбайт.

<sup>1</sup> АО "ПКК Миландр", директор ЦП РЭА, myakochin.yuri@ic-design.ru.

<sup>2</sup> АО "ПКК Миландр", ведущий инженер, shedyakov.d@milandr.ru.

<sup>3</sup> АО "ПКК Миландр", инженер, kareev.k@milandr.ru.

Внутренняя память устройства может быть расширена до 64 Гбайт посредством подключения карт памяти формата microSD. Все компоненты устройства выбраны с учетом рабочего диапазона температур в пределах от -40 до 90°C, что позволяет устанавливать УСПД как в отапливаемых, так и в подвальных, складских или чердачных помещениях.

Через порт USB 2.0 осуществляются установка операционной системы устройства, его первоначальная настройка и проверка. Через USB-интерфейс выполняются также конфигурирование УСПД и добавление приборов учета в список опрашиваемых устройств. Для вывода служебной информации, даты и времени, установленных в устройстве, сведений об интерфейсных модулях используется графический жидкокристаллический индикатор. УСПД обладает резервным питанием, что позволяет сохранять настройки времени и GSM/GPRS-модуля при аварийном отключении питающего напряжения. В УСПД установлены электронные датчики вскрытия для защиты устройства и записи попыток несанкционированного доступа.

Для связи с центральным сервером служит 100-мегабайтный интерфейс Fast Ethernet стандарта 100BASE-T. С центрального сервера через Ethernet при наличии подключения УСПД к глобальной сети осуществляются конфигурирование устройства, поиск

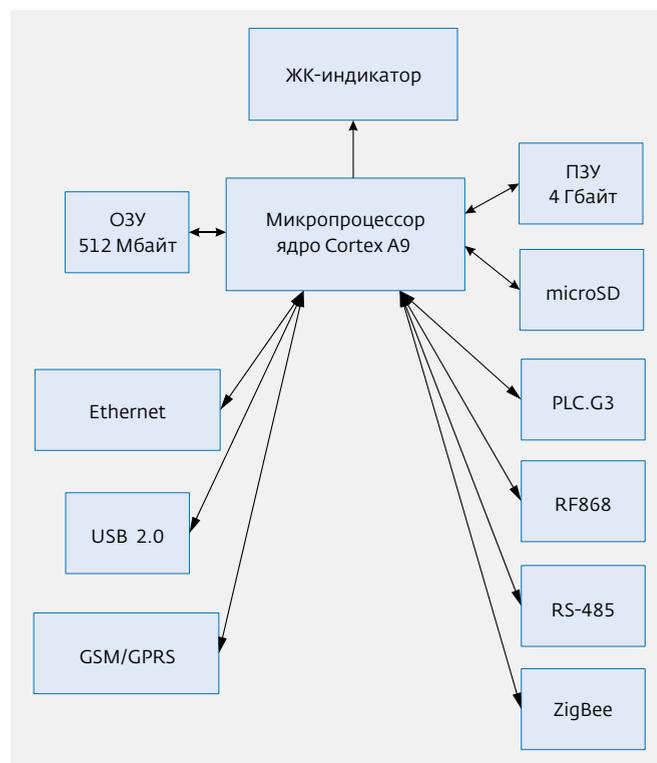


Рис.1. Структурная схема УСПД



Рис.2. Собранная плата УСПД

и составление списка приборов учета, настраиваются временные интервалы считывания данных и журнала событий, проверяется состояние устройства и обновляется программное обеспечение. При отсутствии подключения к глобальной сети все операции по обмену информацией с центральным сер-

вером можно выполнить через встроенный модуль GSM/GPRS.

При проектировании устройства для организации связи с приборами учета были реализованы наиболее распространенные интерфейсы, такие как ZigBee, 2×RS-485, PLC и радиочастотный канал.

Основной модуль связи – гетерогенный (работающий по двум каналам связи) модем PLC/RF, созданный на базе процессора цифровой обработки сигналов производства "Миландр". PLC-интерфейс является приоритетным при передаче информации между устройствами, так как технология PLC не требует выполнения дополнительных монтажных работ для развертывания системы и позволяет организовать ее запуск после подключения к электрической сети. Резервный радиочастотный канал задействуется, если произошел сбой в работе модема или не получается установить связь с приборами учета. В качестве протокола PLC-модема использованы спецификации стандарта G3-PLC, который построен на основе низкочастотной OFDM-модуляции и предоставляет широкие возможности для реализации надежной помехоустойчивой связи при наличии большого количества источников помех. Радиочастотный модем работает в ISM-диапазоне 868 МГц и реализует резервный канал связи приборов учета между собой напрямую либо через повторители.

Особое внимание при проектировании устройства было уделено трассировке печатной платы микропроцессорного модуля (рис.2). Поскольку частота работы



Рис.3. Глазковая диаграмма обмена данными по протоколу DDR3

динамической памяти очень высокая – 800 МГц, это обеспечивает пропускную способность каждой линии данных до 1,6 Гбит/с (память работает в режиме DDR). Проектирование таких систем уже невозможно без анализа целостности данных. По глазковой диаграмме (рис.3) можно определить, что данные при передаче сохраняются.

УСПД работает под управлением операционной системы Linux. Используется ядро Linux версии 3.0.35 с модификациями компании Freescale. За основу взят дистрибутив Debian для процессора ARM с поддержкой операций с плавающей точкой версии 8.6 (Jessie). В базовой системе представлены компоненты, позволяющие выполнять следующие задачи:

- удаленный доступ и администрирование УСПД;
- запуск сервисов, написанных на языке программирования Python 2.x;
- работа с сетевыми интерфейсами и протоколами автонастройки сетей (DHCP);
- синхронизация времени по стандарту NTP;
- работа с Point-to-Point сетями (в данном случае с GSM-модемом, подключенным к последовательному порту);
- динамическое управление частотой процессора.

Для первичной подготовки и проверки системы перед запуском, а также для ее обновления используется механизм загрузки из оперативной памяти для начальной инициализации (initramfs), который начинает работать непосредственно после окончания запуска ядра и по завершении своих задач передает управление основной системе. Основу системы для загрузки из ОЗУ составляет сильно видоизмененный Debian версии 7.0 (Wheezy), в который установлены компоненты, позволяющие выполнять базовые операции по установке/обновлению системы, а также предоставлять аварийный режим с возможностью удаленного доступа для восстановления УСПД в случае повреждения основной системы.

Для инициализации и управления LCD-экраном был написан драйвер уровня ядра, который предоставляет доступ к внутренней памяти и программные модули для обновления экрана.

GSM-модемом управляет специальная программа, обеспечивающая его инициализацию, а в случае зависания – перезапуск/переинициализацию. Для обеспечения одновременного доступа к модему нескольких служб используется механизм мультиплексирования по стандарту GSM 07.10.

Выполнение задач сбора, обработки, хранения и передачи данных со счетчиков реализует специальный программный сервис. Для доступа к PLC / RF-модему (а через него – к счетчикам) он использует последовательный интерфейс, для конфигурирования и передачи дан-

ных – сетевой (TCP/IP). Данные со счетчиков хранятся в базе данных SQL. Также этот сервис отвечает за ведение и передачу журнала деятельности УСПД, в том числе за обнаружение вскрытия УСПД по концевым переключателям.

Для подключения к УСПД через интерфейс USB используется механизм USB OTG. При подключении к компьютеру УСПД представляется системе как Ethernet-интерфейс с работающим сервисом выдачи IP-адресов по протоколу DHCP. Это позволяет полностью конфигурировать сервис УСПД, а также обновлять систему и осуществлять удаленный доступ к системной консоли только путем подключения по интерфейсу USB.

В заключение отметим, что УСПД разработано на основе высокопроизводительной и энергоэффективной элементной базы, обеспечивает надежную связь и сбор данных за счет использования резервированных каналов обмена, позволяет подключить к системе большинство приборов учета энергоносителей, может применяться в широком диапазоне температур и удовлетворяет требованиям современных систем АСКУЭ. ●