

УДК 681.3

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ETHERNET ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО- ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРОЙ

*А.В. Семенов, М.А. Дикунов, М.В. Бунтов, Д.Г. Тимонин, С.А. Каличев,  
И.В. Чулков*

Институт космических исследований РАН, Москва

Современные технологии предоставляют огромные возможности для решения задачи управления аппаратурой. Поэтому к выбору интерфейса передачи данных в настоящее время предъявляются серьезные требования:

- высокая скорость передачи данных ~300–400 Мбит/с;
- возможность «горячего» подключения/отключения устройств;
- распространенность, доступность.

Сейчас широкое распространение получили три интерфейса передачи данных: FireWire и USB 2.0, спецификации которых разрешают использовать длину кабеля не более 5 м, и интерфейс Ethernet, имеющий длину кабеля до 100 м. Кроме того, интерфейс Ethernet обеспечивает гальваническую развязку от ПК и позволяет управлять контрольно-испытательной аппаратурой (КИА) через компьютерную локальную или глобальную (Интернет) сеть. Использование Ethernet-интерфейса значительно упрощает проведение испытаний, когда КИА может быть установлена в специальном помещении, доступ оператора в которое нежелателен, а сам оператор при этом может находиться за несколько километров от самой аппаратуры.

К интерфейсу управления КИА предъявляются следующие требования:

- гальваническая развязка от ПК;
- скорости передачи данных не менее 8 Мбит/с;
- возможность дистанционного управления.

Исходя из вышеперечисленных требований был выбран Ethernet-интерфейс для управления КИА.

Соответственно было необходимо выработать решение, отвечающее следующим функциям:

- обеспечить доступ к сети Ethernet;
- обеспечить протокол обмена информацией по сети, с использованием стека протоколов TCP/IP, причем, желательно, чтобы он был реализован на аппаратном уровне;
- доступность компонентов в России и хорошая документированность.

В качестве такого решения была выбрана связка «микропроцессор – чип поддержки Ethernet».

В настоящее время известно несколько фирм, предлагающих свои решения поддержки сети Ethernet:

- ASIX, чип AX88796;
- SMSC (Standard Microsystems Corporation), чип LAN91C111;
- Lantronix, со своим решением XPort и DSTni-LX;
- WIZnet с чипом W3100A

Но первые два чипа, из-за отсутствия поддержки аппаратного TCP/IP и большого количества выводов микросхем, а также необходимости применения быстродействующих микропроцессоров, являются не очень выгодными решениями для данного проекта. Устройство XPort фирмы Lantronix является уникальной разработкой, содержащей в маленьком объеме одной сетевой розетки последовательный web-сервер. Но из-за ограничений по скоростям (до 921,600 бод/с) данное устройство не удовлетворяет требованиям к интерфейсу КИА.

В связи с этим был рассмотрен вариант использования чипа W3100A корейской фирмы WIZnet ([www.wiznet.co.kr](http://www.wiznet.co.kr)), который был специально разработан с учетом требований различных Интернет-приложений, осуществляющих удаленный доступ к устройствам управления и контроля, автоматизированному производственному оборудованию, измерительной и медицинской аппаратуре, мобильным устройствам, и отвечает всем необходимым параметрам:

- Наличие аппаратного стека протоколов TCP/IP, что позволяет использовать в качестве микропроцессора любой из семейства 8051.
- Одновременная и независимая поддержка четырех соединений.

- Поддержка Socket API для удобства прикладного программирования.
- Небольшое количество выводов (64).
- Хорошая документированность и большое количество отладочных плат для различных микропроцессоров.
- Доступность в России и малая цена.

Общая структурная схема конечного приложения с использованием микросхемы W3100A в качестве устройства обработки сетевого трафика представлена на рис. 1. При этом несложное программирование необходимо лишь для организации интерфейса “MCU – W3100A”. Весь дальнейший процесс выполняется автоматически на аппаратном уровне, поэтому разработка Ethernet- модулей на базе микросхем компании WIZnet не требует значительных временных затрат.

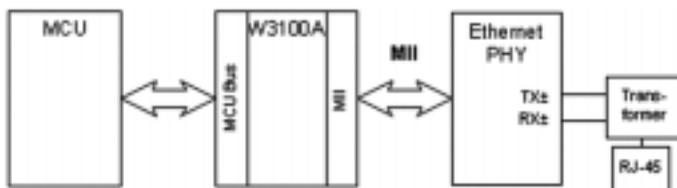


Рис. 1. Блок-схема конечного Ethernet-приложения

Управление процедурами связи и передачи информации сводится к операциям записи/чтения данных и команд в соответствующие регистры.

Распределение памяти кристалла W3100A приведено на рис. 2. Как видно, управляющие регистры занимают 512 байт, область 0x200-0x3FFF является неиспользуемой, 0x4000-0x7FFF — буфера данных для передачи и приема. Буфер передачи может использоваться MCU только для записи, а буфер приема — только для чтения. Исключение составляет специальный режим тестирования памяти.

Для получения максимальной производительности чипа W3100A был использован режим Non-Clocked mode, когда внутреннее функционирование W3100A осуществляется по частоте, приходящей на ножку CLOCK, и интерфейс шины MCU активируется по сигналам /CS, /RD, /WR MCU.



Рис. 2. Распределение внутренней памяти W3100A

Так как операции по приему/передаче данных сводились к заполнению/считыванию соответствующих буферов, производительность упиралась в скорость работы микропроцессора с памятью. При использовании микропроцессора T89C51RD2 (фирмы Atmel) для передачи данных была получена скорость 80 кбайт/с, что не удовлетворяет скоростным требованиям для интерфейса КИА. Но при построении интеллектуальных устройств управления микропроцессор не должен «отвлекаться» от основной задачи управления и заниматься пересылкой данных. Для этого в данной разработке, кроме микропроцессора и чипа W3100A, была использована быстродействующая ПЛИС фирмы Altera, работающая на частоте 40 МГц, одной из задач которой было копирование блоков данных из одной области памяти в другую по команде микропроцессора. В результате была получена скорость передачи данных в 11 Мбит/с в обе стороны (полнодуплексный режим).

Таким образом, задача управления КИА была полностью решена с учетом всех необходимых требований и грамотного распределения вычислительных ресурсов между микропроцессором и ПЛИС. Данное аппаратное решение (микропроцессор – ПЛИС – Ethernet-контроллер) можно назвать универсальным, когда требуется большая скорость передачи данных и интеллектуальное управление системой.