

# Обзор решений и новые продукты компании WIZnet для проводных коммуникаций с аппаратной реализацией Ethernet и TCP/IP

Олег ИВАНОВ  
oyi@efo.ru

На рынке микроконтроллеров существует всего несколько фирм, которые предлагают микросхемы, оснащенные не только MAC, но и физическим уровнем Ethernet. И количество таких компаний, вместо того чтобы расти, неуклонно уменьшается, несмотря на то, что вычислительная мощность микроконтроллеров и популярность Ethernet для встраиваемых приложений с каждым годом все увеличивается. Отчасти, наверное, это связано с тем, что реализация физического уровня требует высоких тактовых частот и мощности передатчика, что сразу увеличивает суммарное потребление кристалла на порядки до уровня сотен миллиампер.

Последнее время все производители в качестве одного из преимуществ своих микроконтроллеров указывают энергоэффективность. Но понятие энергоэффективности применяют только к току потребления микроконтроллера, хотя в большинстве случаев этот микроконтроллер управляет мощными нагрузками, такими как электродвигатели, системы управления микроклиматом

и системы преобразования электроэнергии. В этом случае вклад микроконтроллера в общее потребление устройством несущественно по сравнению с тем, насколько качественно он реализует закон управления, этим и определяется энергоэффективность всего устройства. И именно этот критерий оказывает влияние на сохранение невозполнимых природных ресурсов, что, в общем-то, и является конечной целью.

Вторая причина — повсеместное увлечение беспроводными технологиями. И хотя всех еще будоражат перспективы применения беспроводных технологий в различных отраслях, постепенно приходит понимание, что все беспроводные технологии имеют существенные недостатки. Это низкая помехозащищенность и ограниченность емкости канала по сравнению с проводными решениями, особенно это касается диапазона 2,4 ГГц, в котором количество устройств лавинообразно растет. И это уже начали ощущать пользователи устройств, оснащенных Wi-Fi, Bluetooth и другими радиointерфейсами, работающими в этом диапазоне.

Наверное, не только вышеперечисленные причины оказывают влияние на то, что производители микроконтроллеров избегают реализации физического уровня в кристаллах в дополнение к основной периферии, но, видимо, существуют и другие технологические трудности. Несмотря на это, востребованность поддержки встраиваемыми устройствами Ethernet и протоколов Интернет будет только возрастать.

На фоне этих факторов популярность продукции компании WIZnet, выпускающей компоненты для Ethernet, увеличивается. И это подтверждается такими событиями, как появление отделений компании по всему миру. На данный момент компания имеет свои представительства в Европе, США, Японии, Китае. Кроме того, продукция WIZnet появилась в крупнейших интернет-магазинах Digikey и Mouser. Компания имеет почти 15-летнюю историю, и множество разработчиков уже познакомились с ее продукцией и успешно применяют в своих устройствах.

В процессе своего развития компания имела как устойчивые периоды развития, так и периоды спада, и только в последнее время, начиная с 2010 года, начался ее интенсивный рост. Наверное, отчасти это было связано с недостаточной технической поддержкой, неполной адаптацией информационных материалов для, прежде всего, англоязычных пользователей. Недостатки ощущаются и сейчас, но благодаря открытию представительств в США, Китае и Европе ситуация значительно улучшилась. В отношении продуктов компании рекомендуем изучать информацию на сайте <http://eucache.wiznet.co.kr>, который является зеркалом основного сайта, но со значительными исправлениями и ориентирован именно на англоязычных пользователей. (Поддержка этого сайта обеспечивается европейским представительством компании.)

В статье рассмотрены продукты только для проводных решений, хотя компания занимается и разработкой модулей для использования в Wi-Fi сетях.

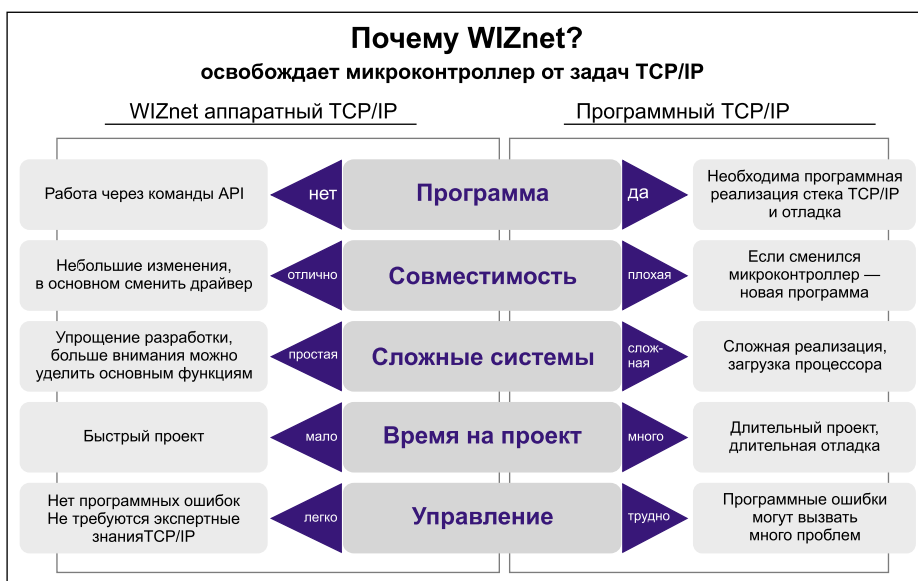


Рис. 1. Сравнение аппаратной и программной реализации стека TCP/IP для встраиваемых систем

Основной идеей при создании первых продуктов WIZnet стала аппаратная реализация протокола TCP/IP. Что дает такое решение разработчику? Прежде всего, облегчение разработки устройства в тех случаях, когда необходимо добавить функциональность работы с сетевыми протоколами Ethernet и Интернет. Преимущества такого подхода в последнее время хорошо просматриваются в области модульных источников питания. Если раньше для каждого прибора необходимо было разработать свой источник питания, то в настоящее время, как правило, разработчик выбирает модульный источник в соответствии со своими потребностями, и это сокращает время разработки, что в конечном счете ведет к повышению конкурентоспособности продукции.

Преимущества аппаратной реализации представлены на рис. 1.

Первые решения компании не содержали в себе реализации физического уровня. Во-первых, это позволяло разгрузить основной микроконтроллер, во-вторых, разработчику не нужно было применять операционную систему и, в-третьих, повышалась скорость передачи через сетевой интерфейс. Но как недостаток, для реализации необходимы были три микросхемы — основной микроконтроллер, микросхема WIZnet типа W3150 и микросхема, реализующая физический уровень. Микросхема W3150A+ (улучшенный вариант) выпускается до сих пор и обеспечивает легкое сопряжение с целевым микроконтроллером через параллельный или последовательный интерфейс. В качестве дополнительного преимущества необходимо отметить также стабильность и надежность реализации сетевого интерфейса.

На основе этого и новых микроконтроллеров компания WIZnet выпускает множество решений в виде модулей, уже снабженных всем необходимым, то есть стабилизатором питания, разъемом RJ45 со встроенными трансформаторами (MAGJACK) и PHY-микросхемой. В портфолио WIZnet есть также модули для связи устройств, имеющих интерфейсы RS232, RS422 и RS485, с Интернетом, они также снабжены необходимым программным обеспечением для конфигурирования устройств. На рис. 2 представлены разновидности модульных решений компании.

Последнее поколение модулей оснащается RJ45-разъемами не только со встроенными разделительными трансформаторами, но и с интегрированным диодным мостом, для обеспечения питания устройства по технологии «питание через Ethernet» ((Power-over-Ethernet, PoE). (Следует отметить, что самого преобразователя питания в этих модулях нет, и придется еще использовать модуль сторонней фирмы.) Все это обеспечивает легкую интеграцию такого модуля в разрабатываемое устройство в качестве опции, расширяющей функциональность устройства, или в виде отдельного модуля

## Обзор модулей Wiznet

Сетевые модули	аппаратный TCP/IP Chip + RJ45 (W5100, W5200, W5300) WIZ810MJ, WIZ812MJ, WIZ820io, WIZ830MJ
Serial to Ethernet шлюз	микроконтроллер (8051, Cortex M3) + TCP/IP Chip (W5100, W7100A) 1 Port: WIZ100SR, WIZ105SR, WIZ107SR, WIZ108SR, WIZ110SR 2 Port: WIZ120SR, WIZ125SR, WIZ127SR 4 Port: WIZ140SR, WIZ145SR
Модули приложений	Встроенный Web Server с портами ввода/вывода WIZ912io(PoE) WIZ921io, WIZ922io(PoE)
Внешние модули	Serial to Ethernet: WIZ1000



Рис. 2. Функциональное разнообразие модулей

для подключения готовых приборов с последовательными интерфейсами к Интернету и возможности его питания от сети с использованием технологии PoE.

Дальнейшее развитие этих решений позволило компании перейти к двухчиповому решению, в котором микросхема, аппаратно реализующая стек TCP/IP, дополнительно снабжена физическим уровнем и далее к одночиповому решению, которое наиболее интересно, так как в одном корпусе размещается контроллер и аппаратный TCP/IP с физическим уровнем Ethernet. В последнем случае в качестве микроконтроллера приложений используются микроконтроллеры, совместимые по системе команд с 8051 (W7100A) или с ядром ARM Cortex-M3 (W7200).

Ввиду постоянно растущей популярности микроконтроллеров на основе ядра ARM Cortex наиболее перспективным продуктом является W7200, в котором совмещен хорошо известный процессор компании STMicroelectronics (ST32F103CB) и аппаратно реализованный TCP/IP с физическим уровнем на микроконтроллере W5200. Микроконтроллеры связаны между собой через один из SPI-интерфейсов STM32 (внутри микросхемы) и, кроме того, имеют несколько дополнительных управляющих сигналов для обеспечения межкристалльного взаимодействия. Это сигналы перевода кристалла W5200 в выключенное состояние (W\_PWDN), сигнал сброса (W\_RST) и сигнал запроса прерывания, формируемого кристаллом W5200 (W\_INT). Микросхема упакована в корпус LGA60 небольшого размера, что обеспечивает удобство ее монтажа. Она также имеет эффективное охлаждение. С точки зрения разработчика, этот микроконтроллер представляет собой именно ST32F103CB, даже код кристалла, прочитанный через JTAG, полностью идентичен, что позволяет развить предыдущие проекты, реализованные на этом микроконтроллере, путем добавления сетевых функций.

W7100A имеет аналогичную идеологию, но в основе используется микроконтроллер GC89L591A0 с системой команд, совместимой с 8051-процессорами корейской компании CoreRiver. Эта микросхема предлагается в корпусе QFN64 и 100-выводном корпусе LQFP.

Преимуществом этого процессора перед W7200 является более высокая скорость обмена между кристаллами, так как для этого используется параллельный интерфейс. За счет этого микроконтроллер позволяет передавать через Ethernet до 50 Мбит/с, а W7200 только порядка 6 Мбит/с. Однако это все равно на порядок больше, чем позволит передавать микроконтроллер с ядром Cortex-M3 с программной реализацией стека TCP/IP на основе lwIP-библиотеки (или другого программного стека), при этом для решения задачи он будет использовать больше половины производительности ядра.

В планах компании — дальнейшее развитие таких решений, и в ближайшем будущем ожидается выпуск аналогичного микроконтроллера на основе ядра Cortex-M0, что позволит снизить его цену по сравнению с микроконтроллерами на ядре Cortex-M3, но при этом обеспечить преимущества 32-разрядных процессоров.

Основные возможности, которые обеспечивает аппаратное решение TCP/IP:

- Поддержка энергосберегающего режима методом выключения кристалла, отвечающего за Ethernet. (Однако в данном случае теряется поддержка технологии Wake-on-LAN — пробуждение устройства при приеме специального сетевого пакета.)
- Реализованы следующие протоколы: TCP, UDP, ICMP, IPv4, IGMP, PPPoE, Ethernet.
- Автоматическое согласование режимов и скорости (AutoNegotiation).
- Автоматический выбор режима MDI/MDIX.
- Поддержка ADSL-соединений с PPPoE.
- Режимы аутентификации PAP и CHAP.

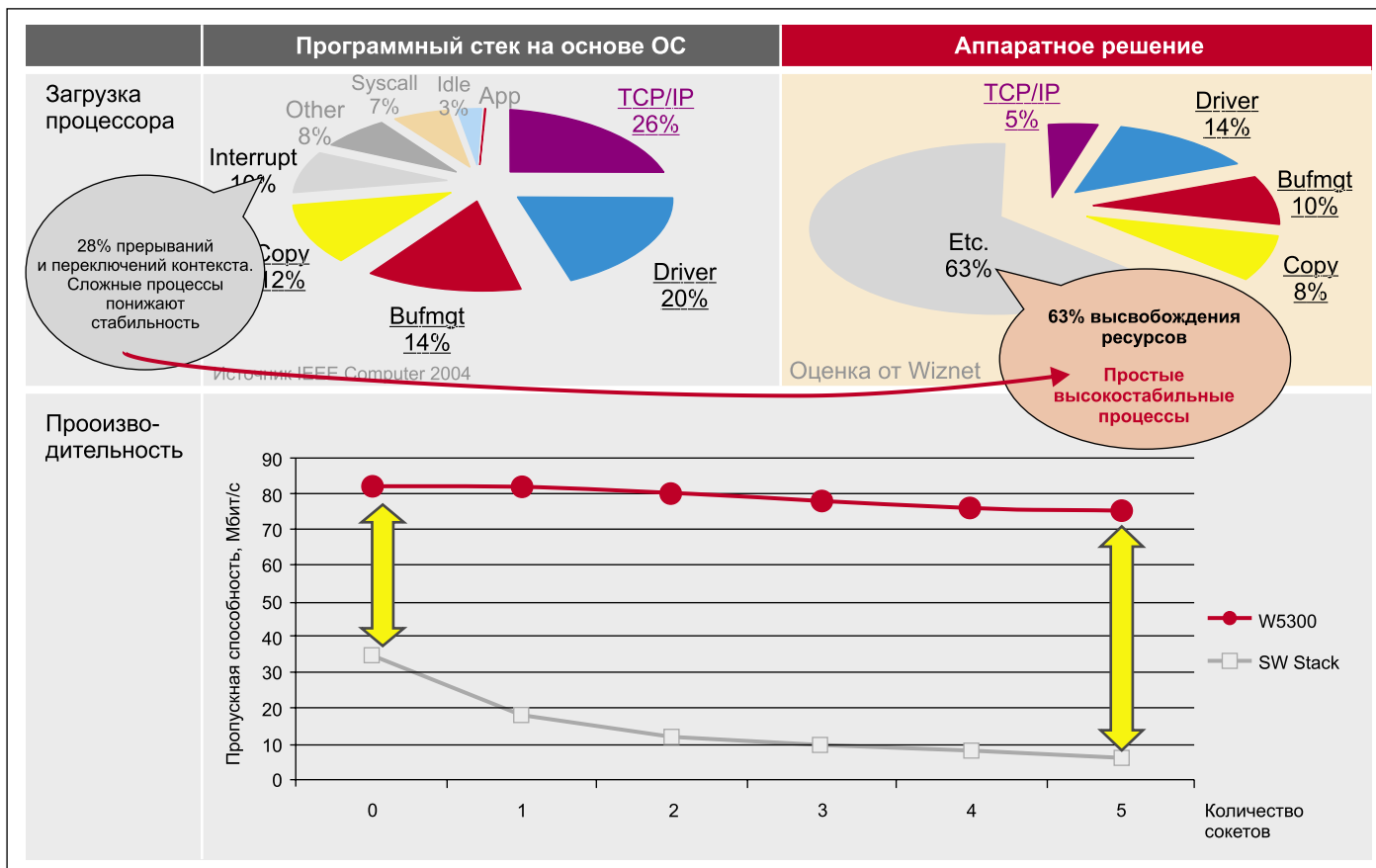


Рис. 3. Сравнение программного и аппаратного метода реализации стека протоколов TCP/IP, опубликованных в различных источниках

- Поддержка восьми независимых аппаратных сокетов одновременно.
- 32-килобайтный буфер для TCP/IP-пакетов. (При этом не используется ОЗУ основного процессора.)
- Светодиодная индикация статуса соединения (TX, RX, FULL/HALF Duplex, Collision, Link) и скорости соединения (два светодиода — в разьеме MAGJACK).
- Встроенный физический уровень 10BaseT/100BaseTX Ethernet. Дополнительные служебные протоколы и функции можно реализовать программно.

Кроме повышенной производительности, востребованной в последнее время мультимедиа-приложениями, аппаратная реализация TCP/IP избавляет от угроз со стороны вирусов (за счет отсутствия операционной системы), а программные решения компании позволяют повысить безопасность сетевых подключений благодаря применению SSL/TLS-протоколов.

На рис. 3 представлены оценки производительности, достигаемой за счет аппаратного и программного решения, и распределение ресурсов применяемого микроконтроллера для его реализации.

На основе этих кристаллов компания WIZnet выпускает микросхемы, получившие собирательное обозначение IMCU. Они представляют собой вышеописанные микропроцессоры, снабженные встроенной программой для выполнения преобразования последовательных протоколов в Ethernet. Это решение удобно применять, когда модуль конструктивно не подходит для вашей разработки. Программа, которой снабжаются эти микроконтроллеры, полностью соответствует применяемой в модулях Serial Module и защищена от изменений



Рис. 4. Внешний вид модуля Wiz921



Рис. 5. Внешний вид модуля Wiz922

пользователем (за исключением конфигурации).

И в качестве логического продолжения развития планируется выпуск новых модулей на основе все тех же чипов с партномерами Wiz912, Wiz921 и Wiz922. Идеология этих модулей аналогична предыдущим поколениям, но в зависимости от примененного разъема RJ45 MAGJACK они будут иметь два варианта, например Wiz912io и Wiz912PoE. Модули с индексами PoE будут иметь встроенные MAGJACK с интегрированным диодным мостом в соответствии со спецификацией PoE, выведенные на разъем для подключения модуля преобразователя питания. Модуль Wiz921 будет выпускаться в одном варианте, так как он не имеет разъема RJ45, а соответствующие сигналы выведены на дополнительный разъем. Это решение будет полезно для тех разработок, в которых применение стандартного разъема RJ45 не подходит по условиям эксплуатации или конструктиву. Например, когда необходимо применить высоконадежные, защищенные или комбинированные разъемы, например RJ45+USB.

В остальных отношениях модуль Wiz921 (рис. 4) аналогичен модулям Wiz922 (рис. 5). Кроме самого микроконтроллера W7200 на плате установлены кварцевые генераторы, стабилизаторы напряжения на 3,3 и 1,8 В и дополнительная внешняя EEPROM с SPI-интерфейсом на 8 Мбит типа EN25Q80–100HP. Также на плате предусмотрено место для установки микросхемы SIP3232 для согласования уровней с RS232. Но самой микросхемы здесь нет, и при необходимости установить ее технологически трудно. Видимо, модуль с установленным преобразователем уровней в дальнейшем можно будет заказать как опцию. Отметим преимуще-

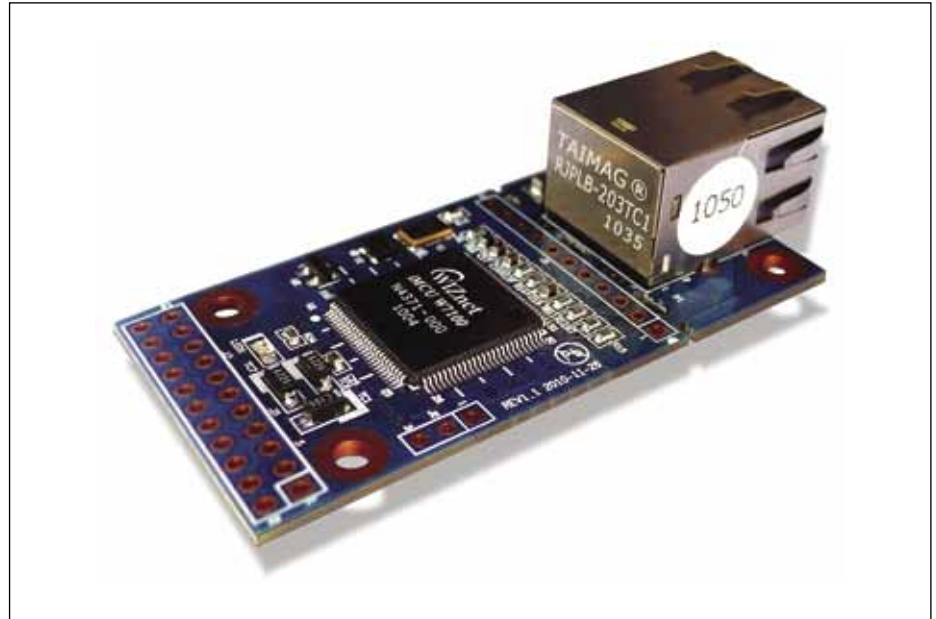


Рис. 6. Внешний вид модуля Wiz912io

ство: модули оснащены распространенными разъемами с шагом 2,54 мм.

При разработке модуля Wiz912io был применен другой подход относительно разъема RJ45. На (рис. 6) видно, что плата имеет область перфорации, по которой можно отделить часть печатной платы с этим разъемом и допаять однорядный разъем со стандартным шагом 2,54 мм. В отличие от предыдущих модулей отсутствует внешняя EEPROM, но есть преобразователь уровней SP3232. (Видимо, потому, что выбран основной метод прошивки и конфигурирования — через RS232.) Модуль будет поставляться в варианте IO, хотя на плате уже разведены линии, по-

зволяющие применить MAGJACK с диодным мостом для обеспечения питания устройства через Ethernet. Возможно, это будет зависеть от востребованности такого решения.

В настоящий момент Wiz912 доступен для заказа образцов, остальные модули будут доступны после оформления полного комплекта документации, то есть в ближайшее время.

Применение решений компании WIZnet позволит создавать конкурентные решения, облегчить этап разработки и повысить надежность устройства в области сетевых коммуникаций за счет хорошо отработанного и проверенного на миллионах устройств аппаратного стека TCP/IP. ■