

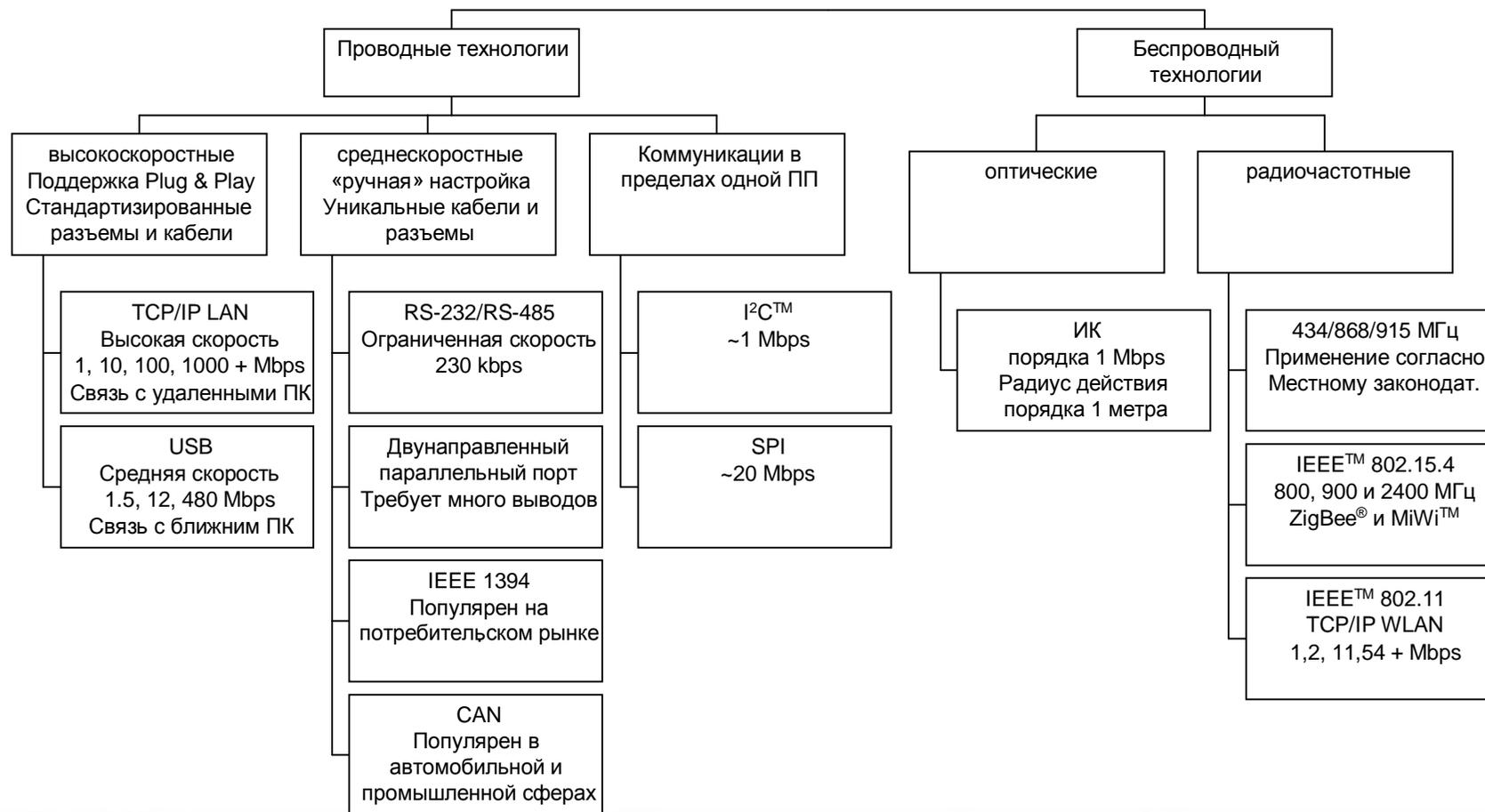


TCP/IP через Ethernet

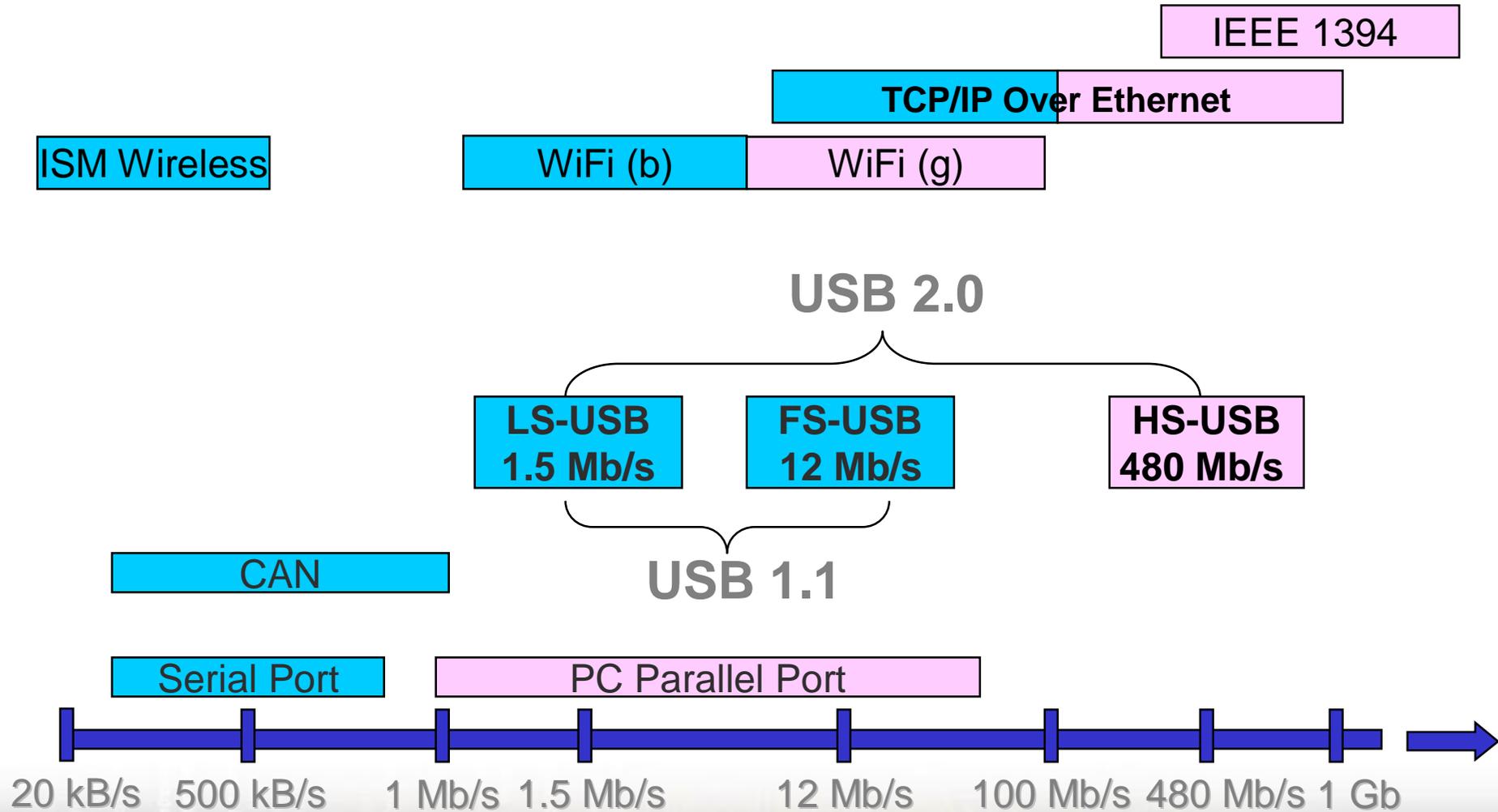
План

- **Требования и альтернативы применения TCP/IP Ethernet во встроенных системах**
- **Введение в TCP/IP**
- **Обзор контроллеров и отладочных средств**
- **Источники информации, тренинги и итоги**
- **Дополнительные демонстрационные проекты**

Краткие обзор коммуникативных протоколов



Распределение в зависимости от скорости передачи данных



Почему Ethernet?

- Наиболее широко распространенная сеть
 - Доступно большинству
 - В офисах, домах, промышленных зданиях
 - Развитая инфраструктура
- Хорошая совместимость
 - Открытый стандарт
 - Стандартная структура построения и взаимодействия протоколов
 - Множество совместимого ПО
 - Браузеры, Email-клиенты и т.п.
 - Техническая поддержка
- Автоматическое управление системой
 - Возможность расширения протоколов
- Быстрый доступ – возможность удаленного управления в режиме реального времени



Почему TCP/IP через Ethernet?

- **Расширяемая сеть**
 - Недорогое оборудование
 - Автоматическая настройка
- **Internet**
 - Единые стандарты, единые протоколы
 - Стандарты описаны в документации «Request for Comments» (RFC)
 - Совместимость для разных платформ – Windows[®], Mac, Linux,...
- **Простота миграции к беспроводным сетям**
 - WiFi 802.11 совместима Ethernet
 - Единые стандарты, единые протоколы
 - Достаточно изменить MAC/PHY уровни
- **Уровень обеспечения безопасности - Secure Sockets Layer (SSL)**





Реализация TCP/IP-Ethernet

Варианты: ПК, модуль или встроенная система?

- **На базе полноценного ПК!**
 - Высокая стоимость, большие размеры, необходимость охлаждения
 - Зачастую излишняя функциональность

- **Адаптеры и модули**
 - Наиболее применимы для мультисерийных устройств
 - Не требуется разработка ПО
 - Лучшее решение для скорейшего выхода в сеть
 - Ограниченные возможности, отсутствие возможности увеличения функциональности
 - Наиболее популярно для преобразования Serial-to-USB

- **Встроенные системы на МК**
 - Наименьшая стоимость
 - Минимальное ПО
 - Готовый TCP/IP стек для всей линейки МК
 - минимальный размер
 - Возможность интеграции других функций в тот же МК
 - USB, графический дисплей и т.п.

Что такое Ethernet?

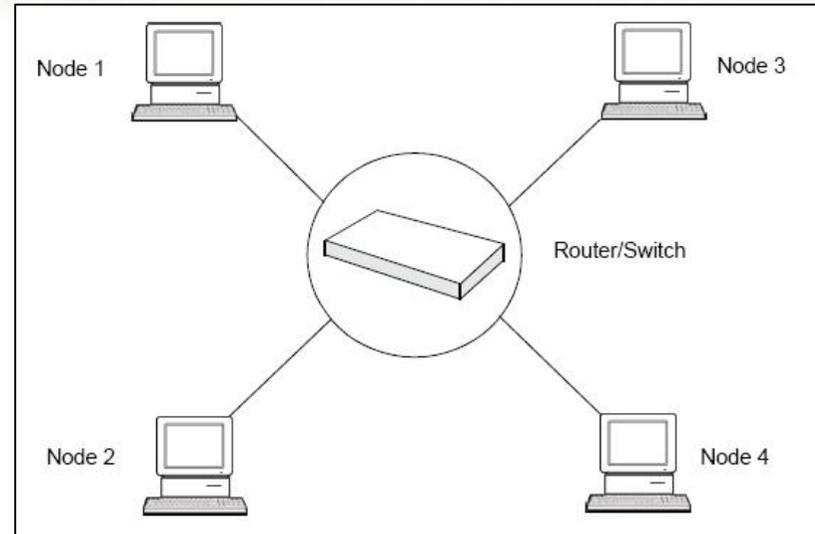
- Широкополосная сеть
 - Стандартизировано комитетом IEEE™ 802.3 (RFC)
 - Удобная многоуровневая система
 - Различные скорости с автосогласованием
 - 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps...
- Стандартизированная адресация
 - MAC-адрес – уникальный идентификатор любого узла
 - Выдается IEEE
 - <http://standards.ieee.org/regauth/oui/index.shtml>
 - \$550/\$1,650 за 4K/16M MAC-адресов
 - Программная установка в МК, EEPROM или предварительно запрограммированный MAC-адрес
- Недорогие широкораспространенные компоненты и кабели (CAT5+)
 - Витая пара с разъемом RJ-45, топология типа «звезда»



Топология сети

- В составе сети могут быть:

- компьютеры
- принтеры
- Вспомогательное оборудование
 - хабы
 - Свитчи и мосты
 - роутеры
- Встроенные устройства, IP-телефоны



- Могут ли все узлы сети работать на одной скорости с кабелем одного типа?

- В большинстве случаев используется кабель CAT5+
- Также популярны беспроводные стандарты IEEE 802.11, IEEE 802.15
- Все узлы могут работать на разных скоростях

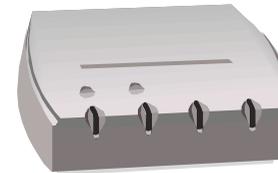
- Какова максимальная длина Ethernet-кабеля?

- Не более 100 метров
- Возможность увеличения дальности за счет хабов, свитчей, роутеров

Ethernet хабы

- Сетевое устройство, предназначенное для объединения нескольких устройств Ethernet в общий сегмент сети

- 10/100 Mbps



- Наиболее востребованы, как электрические ретрансляторы
 - Данные поступают в один порт и ретранслируются во все остальные
 - Данные передаются без какой-либо фильтрации и обработки
 - Все подключенные узлы находятся в одном домене коллизий
 - Применимы только в низкоскоростных сетях
- Наиболее простое в применении примитивное устройство
 - Функция ретранслятора полезна для мониторинга трафика сети
 - Сегодня практически полностью заменены свитчами

Ethernet свитчи

- Устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного сегмента
- Наиболее применяемое устройство
 - Обычно используется в локальных сетях
- 10/100/1000 Mbps
- Интеллектуальный фильтр трафика для уменьшения трафика
 - Хранит список узлов (MAC-адресов), с перечнем портов, к которым они подключены
 - Автоопределение скорости конечного устройства
 - Информация во фрейме проверяется на отсутствие ошибок, выбирается порт назначения и в него посылается фрейм.
 - Возможность приема данных на одной скорости и передачи на другой
- Все чаще заменяют хабы и в задачах мониторинга (снифферы)



Ethernet роутеры

- Устройство, принимающее решения о пересылке пакетов сетевого уровня между различными сегментами сети
- Используя IP-адрес получателя, указанный в пакетах данных, определяет по таблице маршрутизации путь, по которому следует передать данные
- применяются для объединения сетей разных типов, зачастую несовместимых по архитектуре и протоколам, например для объединения локальных сетей Ethernet и WAN-соединений, использующих протоколы xDSL, PPP, ATM, Frame relay и т. д.
 - Все конечные узлы роутера выглядят «снаружи» как один узел
 - Использует протокол NAT для трансляции IP-адресов локальной сети и Интернет



Узлы Ethernet-сети

- Все узлы между хабами, свитчами и роутерами имеют идентификационный MAC адрес и локальный IP адрес
- Конечные узлы могут выполнять всевозможные задачи, для примера:
 - E-mail клиент
 - Сервер мониторинга и/или управления устройством удаленного узла сети
 - Графический интерфейс или интерфейс командной строки для управления сервером
 - Сервер, отвечающий на внешние клиентские запросы к доступной ему БД
 - Клиент обеспечивающий проактивное (упреждающее) формирование запросов к удаленному серверу

Некоторые уровни TCP/IP стека

HTTP

Web-сервер

обслуживание web-страниц и обработка web-форм

SMTP

E-mail клиент

отправка e-mail или SMS сообщений

Telnet

Интерфейс командной строки

примитивный текстовый режим мониторинга и управления

SNMP

Протокол простого управления узлами сети

возможность слежения/управления узлами сети

SSL

Уровень защищенных сокетов

обеспечение безопасной передачи данных

Bootload

TFTP загрузчик (bootloader)

удаленное обновление ПО контроллера

DDNS

Сервис динамического обновления DNS

назначение доменных имен узлам с динамическим IP-адресом

TCP/UDP

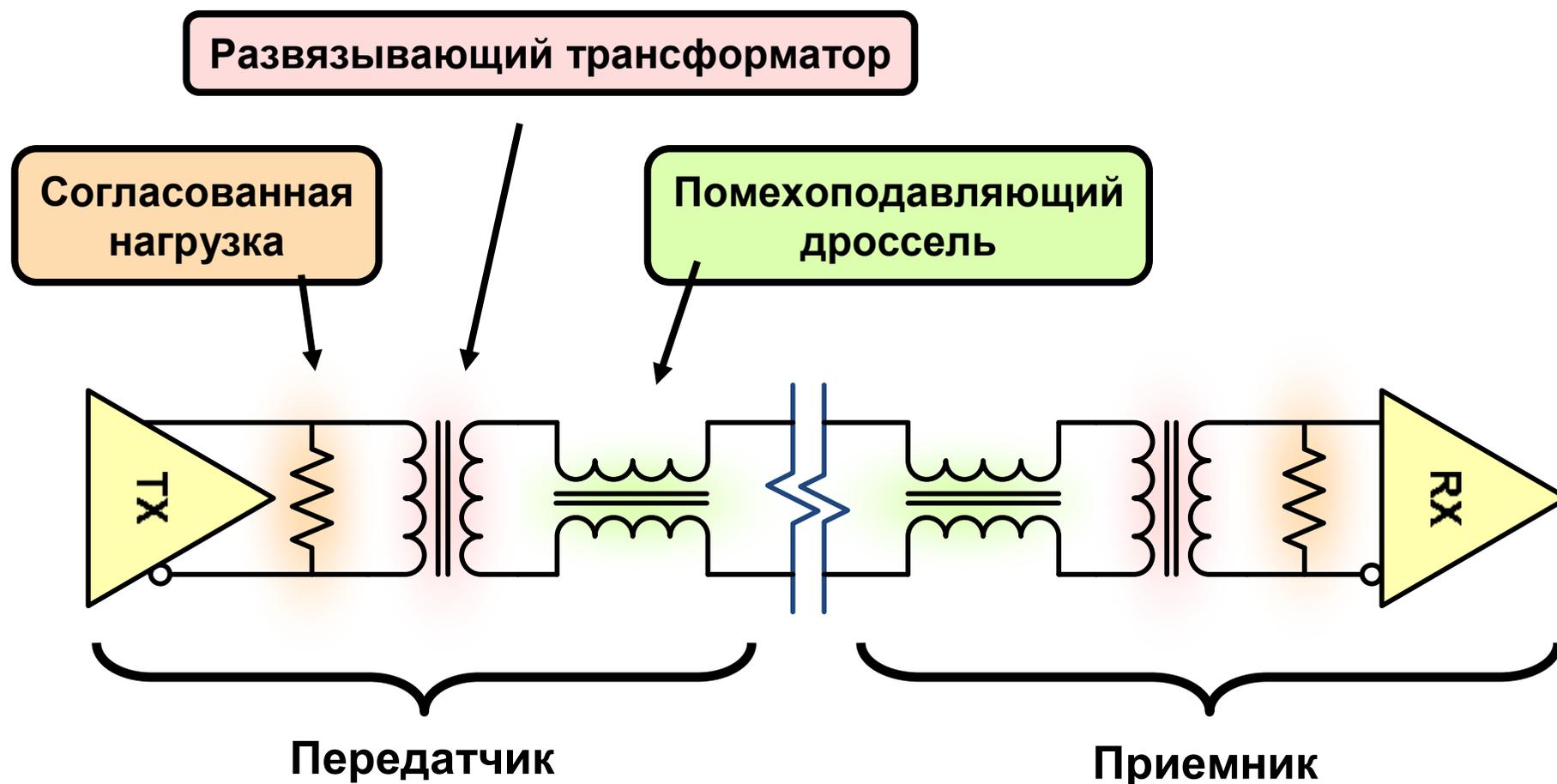
Основной транспортный протокол

механизм передачи между узлами

Сервер или клиент?

- **Сервер**
 - Прослушивание соединений с удаленными узлами
 - Всегда либо в ожидании, либо в работе
 - Обычно фиксированное местоположение или адрес
- **Клиент**
 - Создание соединения с удаленным узлом
 - Активность инициируется «снаружи»
- **Направление передачи данных возможно в обоих направлениях!**
 - Отличие в том, кто инициирует передачу

Идеализированная схема физического подключения

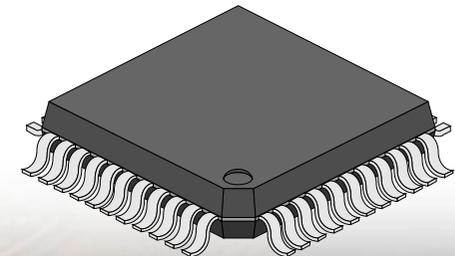


Перечень внешних компонентов на примере ENC28J60

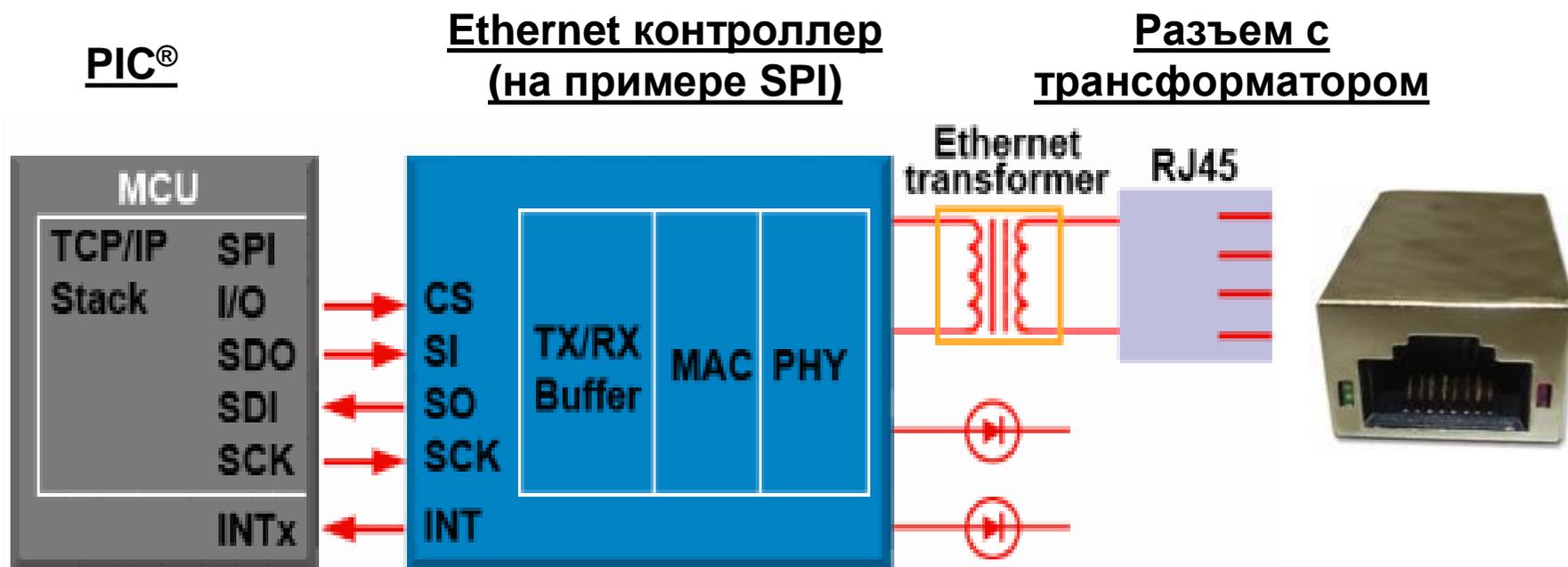
- Кварцевый резонатор 25 МГц, 50 ppm
- Разъем RJ-45
 - С интегрированным трансформатором
 - Более подробное описание в даташите ENC28J60
- Пассивные компоненты
 - ~11 резисторов
 - ~10 конденсаторов
 - 1 катушка
- ИП: 3.3В, 200 мА

МК с интегрированным Ethernet-контроллером

- Семейство PIC18F97J60
 - 8-битный PIC18 с интегрированным 10 Mbps MAC + PHY
 - 3.3В, 64-128К Flash, 3.8 Кб RAM + 8 Кб Ethernet-буфер RAM
 - 64, 80 и 100-выводные TQFP-корпуса



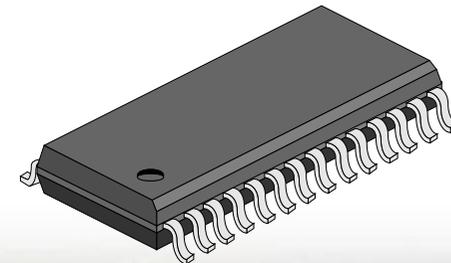
Автономный Ethernet-контроллер



10Base-T автономный Ethernet-контроллер

■ ENC28J60

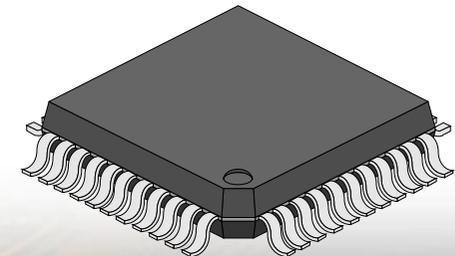
- Автономный 10 Mbps Ethernet-контроллер
- интегрированные MAC + PHY + 8 kB SRAM
- 3.3В, интерфейс SPI 20 МГц
- 28-выводные корпуса SOIC, SSOP, QFN, SPDIP



10Base-T/100Base-Tx Ethernet-контроллер

■ ENC624J600

- Автономный 10/100 Mbps Ethernet-контроллер
- интегрированные MAC + PHY + 24 kB SRAM
- 3.3В, SPI или 8/16-битный параллельный интерфейс
- 44-выводные TQFP и QFN корпуса и 64-выводный TQFP
- Фабрично запрограммированный MAC адрес
- Аппаратная поддержка криптографических алгоритмов для SSL
 - RSA, DHE, MD5, SHA-1



Стек протоколов TCP/IP

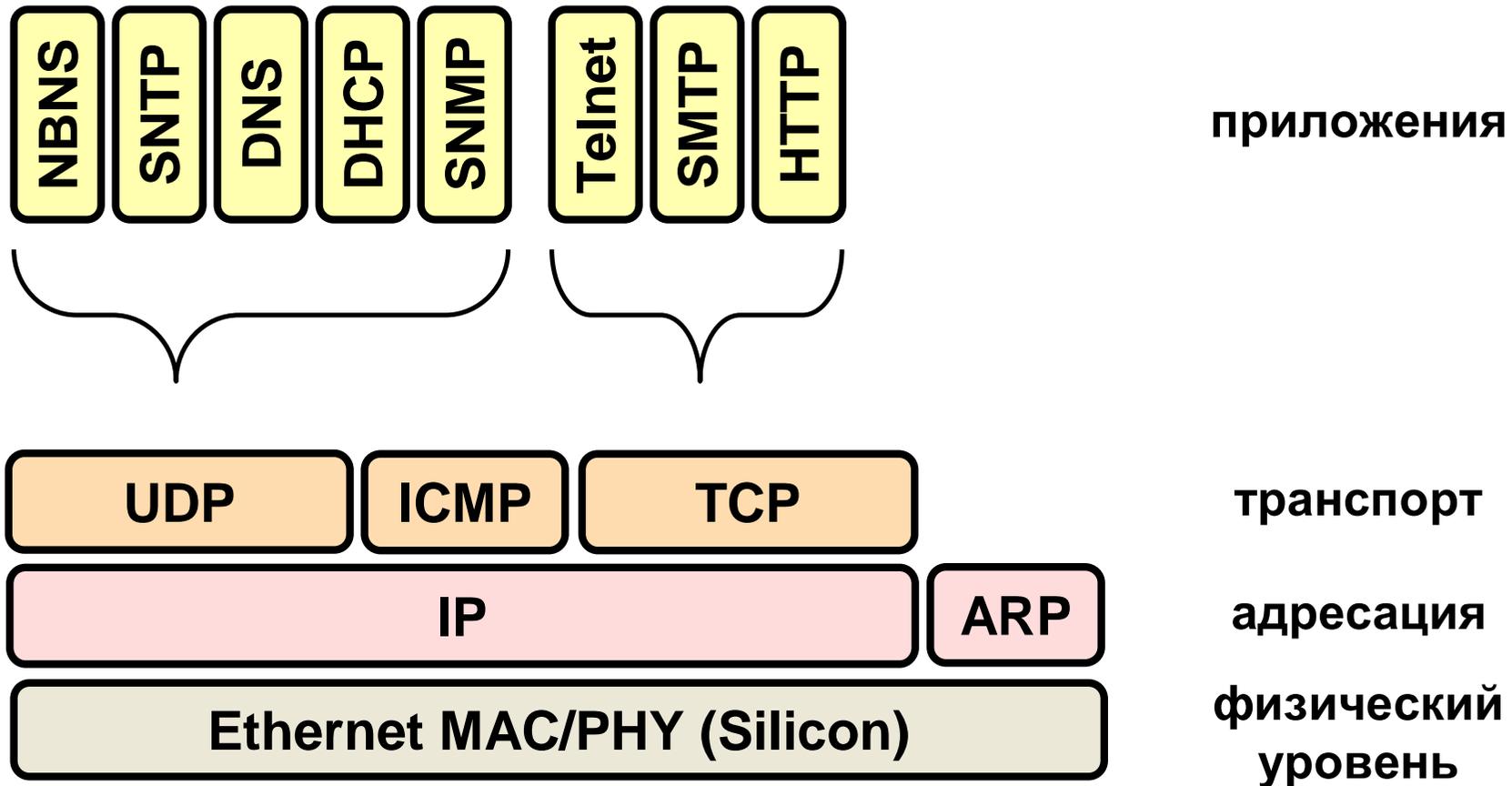
- Сигнальная часть реализована аппаратно
- Необходимо:
 - Поиск других узлов и адресация
 - Передача данных конкретному узлу
 - Управление входящими/исходящими пакетами
 - Связь с остальной программой
- Microchip предоставляет:
 - Стек протоколов TCP/IP для PIC18F, PIC24, dsPIC[®] и PIC32MX
 - Стек с BSD-сокетами для PIC32MX

Стек протоколов TCP/IP



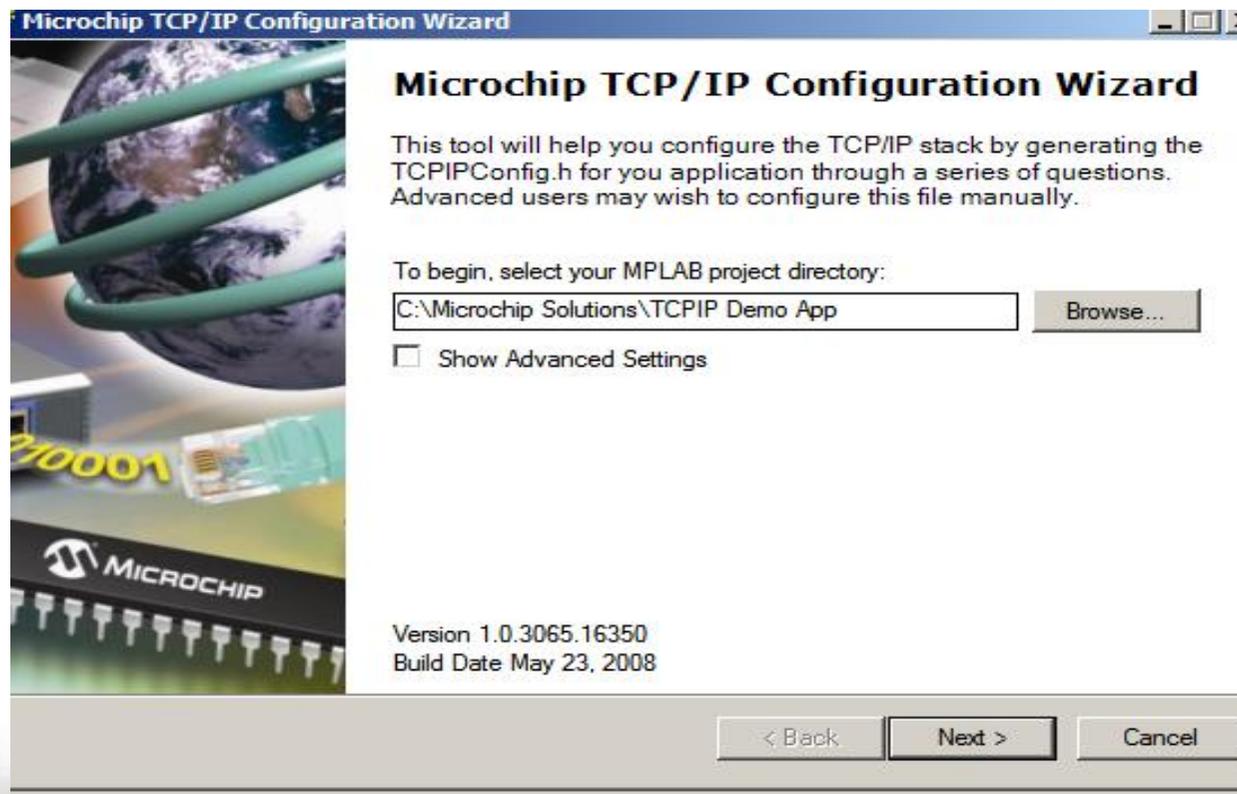
- **Открытый исходный код на Си**
 - Бесплатная лицензия на использование
 - Поддержка контроллеров ENC28J60 и ENC624J600
 - Ссылка для скачивания:
www.microchip.com/tcpip
- **Поддержка PIC18, PIC24, dsPIC DSC, PIC32**
- **Независимое использование или модульное внедрение в RTOS**
- **Поддержка “multiple socket” соединений**
- **Примеры готовых проектов**
- **Утилиты для гибкой настройки и создания веб-страниц**

Что включено?



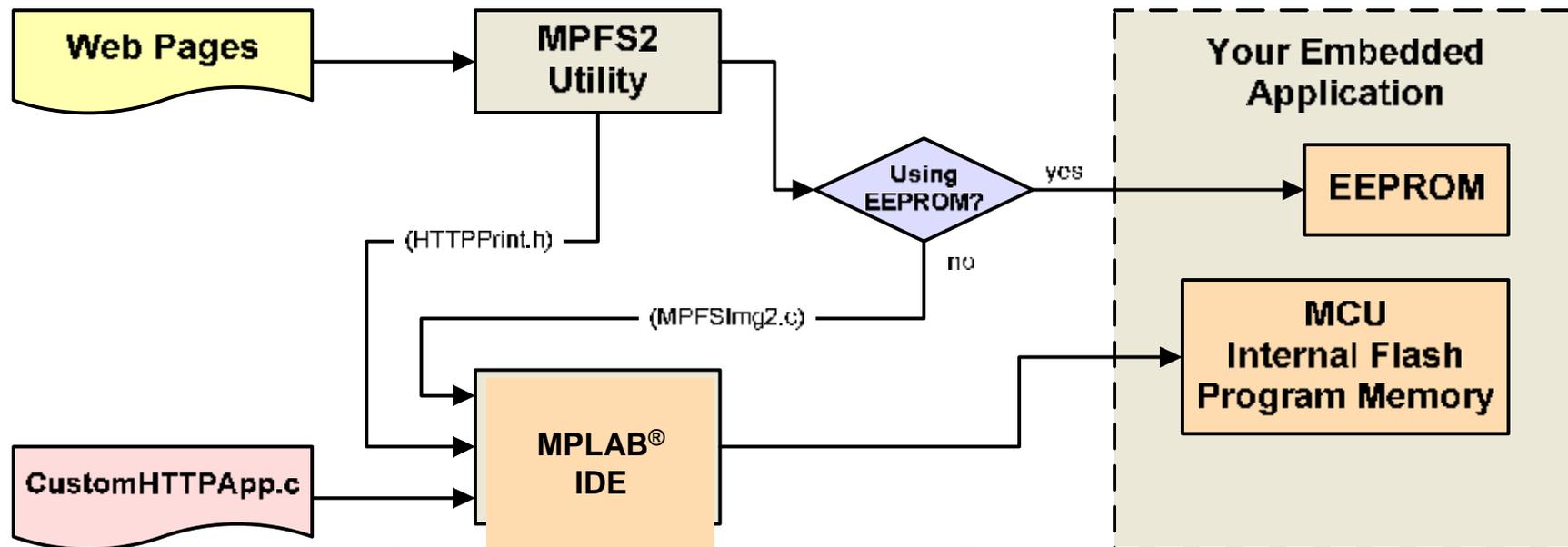
Утилиты: мастер настройки TCP/IP стека

- Генерирует исходный Си-код
 - Возможность задания MAC-адреса
 - Возможность выбора только востребованных модулей
 - Определение размера и расположения HTTP-файлов



Утилиты: Генератор и загрузчик образа веб-страниц

- Конвертирует HTML-файлы в единый образ web-страниц
- Генерирует исходные файлы для компиляции

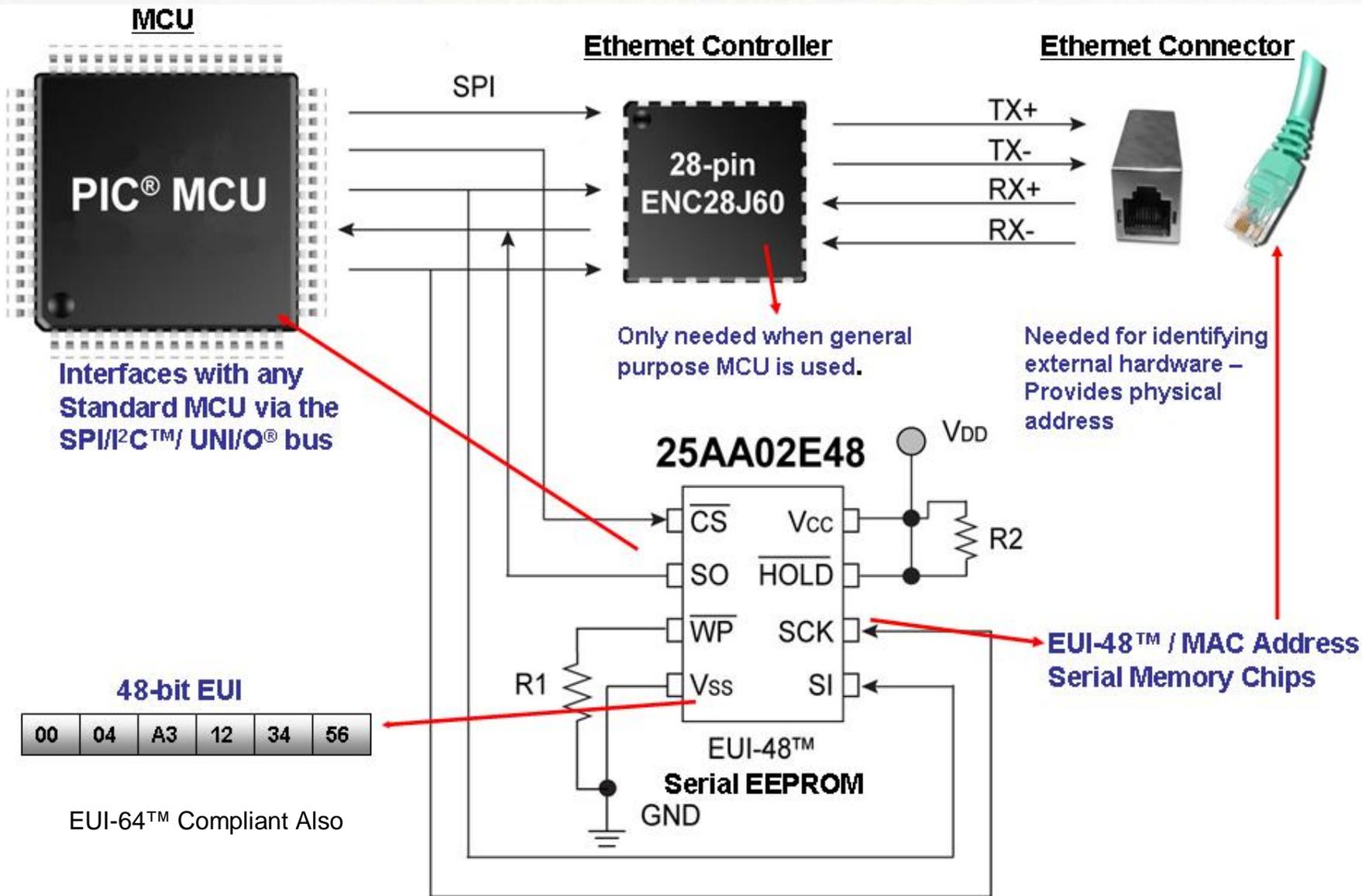




Криптографический уровень SSL

- Уровень SSL имеется в версиях от v4.55
- Криптографический уровень внедряется в бесплатный TCP/IP стек, но требует отдельного приобретения
- SW300052 – загружаемая и CD версии

xxAA02E48 последовательная EEPROM с MAC адресом



Microchip Development Tools

- **PICDEM.net™ 2 Board**

(DM163024)

- PIC18F97J60
- ENC28J60



- **Ethernet PICtail™ Board**

(AC164121)

- PICDEM™ HPC Explorer (DM183022)
- PIC18 Explorer (DM183032)



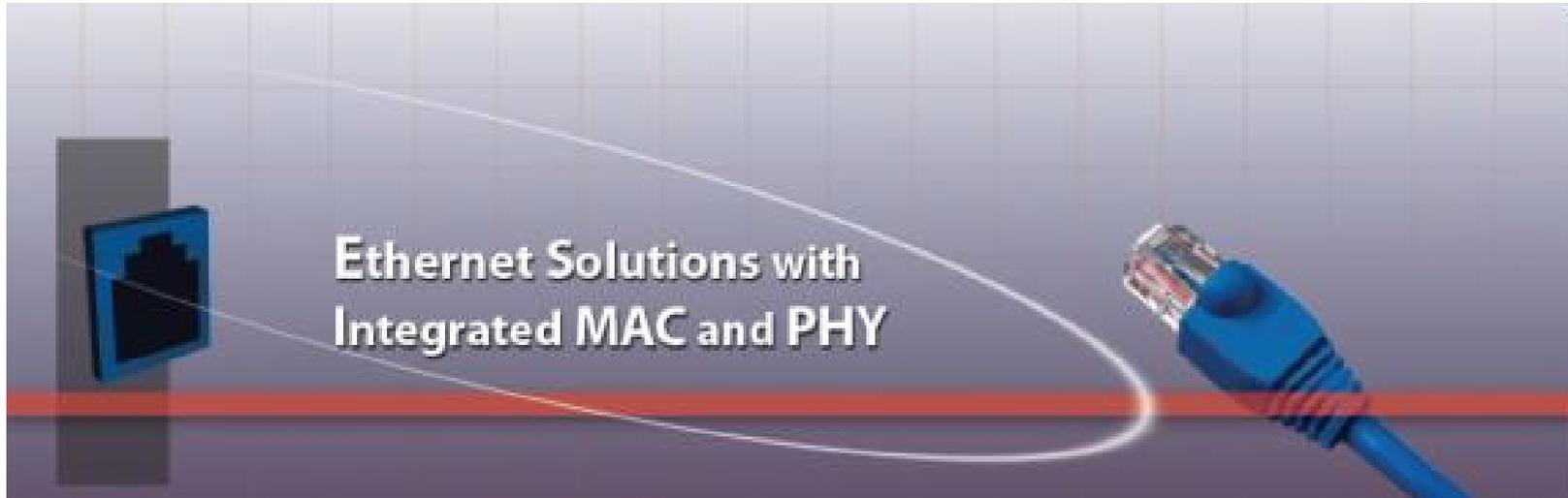
- **Ethernet PICtail Plus Board** (AC164123)

- Explorer 16 (DM240001)
- PIC24, dsPIC® DSC, PIC32 PIMs



- **Serial EEPROM Memory**

- Development Board: DV243003



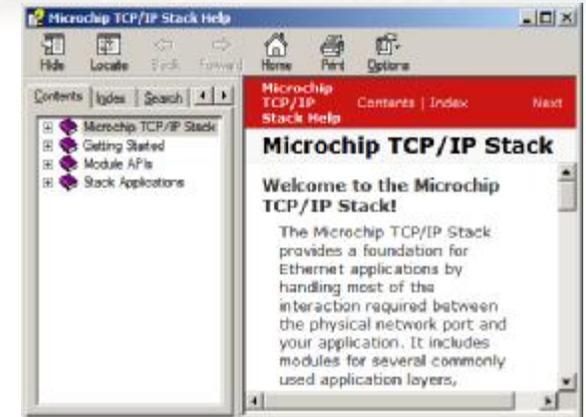
- Всегда доступна для скачивания последняя версия стека
- Многочисленные примеры применения
- Полная документация
- Веб-семинары

Сторонняя поддержка

- **CMX-MicroNet™**
 - Стек протолов TCP/IP (www.cmx.com/microchip)
 - Если Вы используете ENCXXJXX не с PIC'ом
- **TCPmaker**
 - Наглядный графический интерфейс создания веб-сервера на базе PIC, генерирующий исходный код проекта
 - www.tracesystemsinc.com
- **EZ Web Lynx**
 - Модуль Ethernet для внедрения в готовое устройство
 - Аналоговые, цифровые порты в/в и последовательные протоколы
 - www.ezweblynx.com
- **Wireshark®** sniffер сетевого трафика
 - www.wireshark.com
- И многие др.

Help

- Microchip TCP/IP Stack Help
 - Прилагается к TCP/IP стеку
- Форумы Microchip
 - <http://forum.microchip.com>
- Непосредственные вопросы в отдел технической поддержки
 - <http://support.microchip.com>
 - Либо к нам =)



Application Notes

- [AN724](#): ***“Using PIC[®] MCUs to Connect to Internet via PPP”***
- [AN731](#): ***“Embedding PIC[®] Microcontrollers in the Internet”***
- [AN833](#): ***“Microchip TCP/IP Stack”***
- [AN870](#): ***“An SNMP Agent for the Microchip TCP/IP Stack”***
- [AN1108](#): ***“Microchip TCP/IP Stack with BSD Socket API (PIC32MX)”***
- [AN1120](#): ***“Ethernet Theory of Operation”***
- [AN1128](#): ***“TCP/IP Networking: Internet Radio Using OLED Display and MP3 Audio Decoder”***

Demo 1

- Удаленный мониторинг и управление
 - Тестовый на базе Telnet
 - Графический на базе HTTP
 - Меж-платформенный!



```
telnet 192.168.1.100
Microchip Inet Server 1.1
(For this demo, type 'admin' for the login and 'microchip' for the password.)
Login: admin
Password:
Logged in successfully

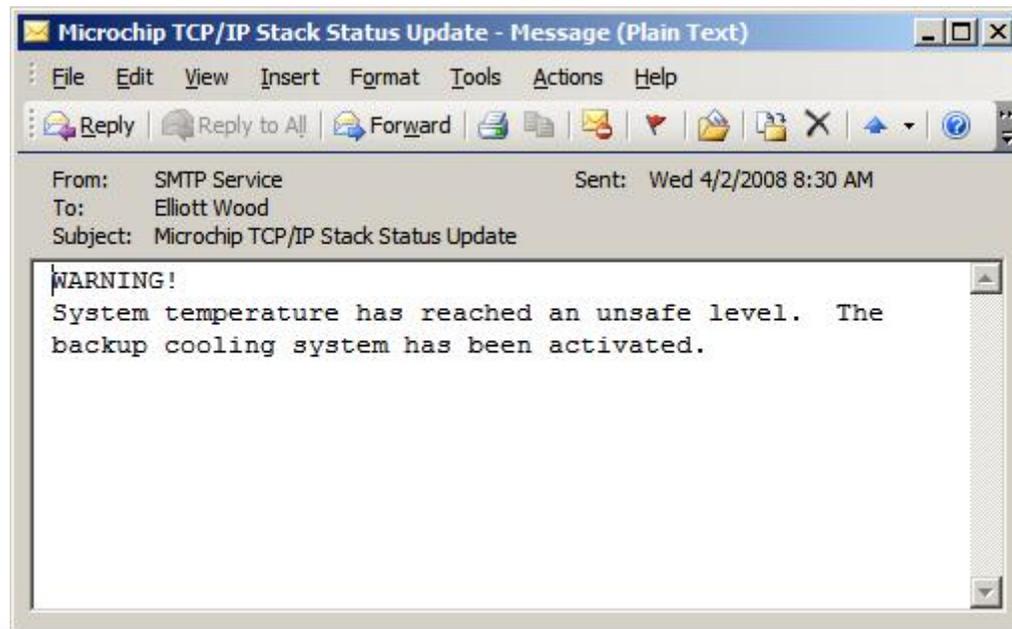
Press 'q' to quit

Analog:          627
Buttons:         1 0 1 1
LEDs:           1 0 0 0 0 0 1
```



Demo 2

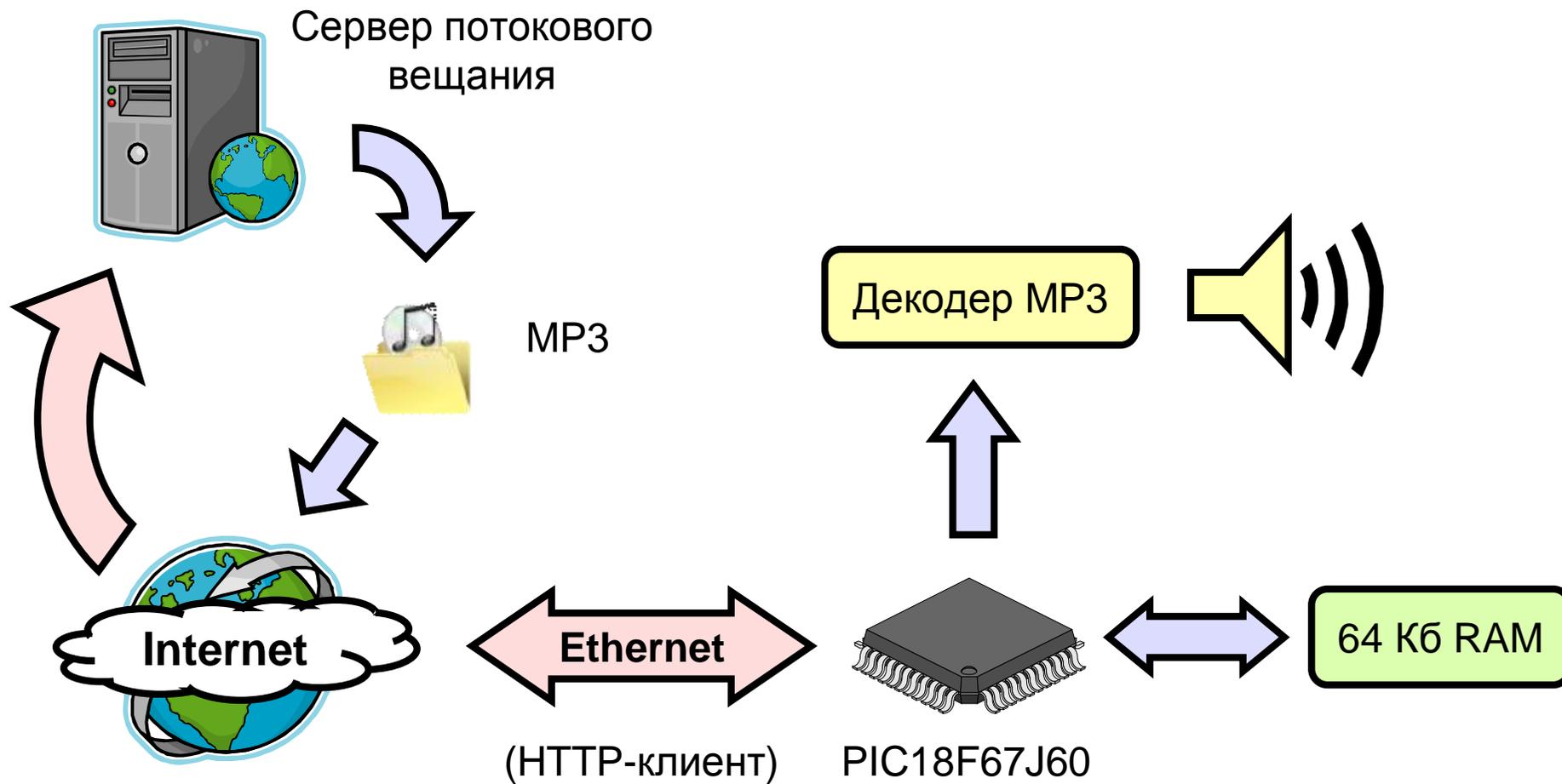
- отправка предупреждений по E-Mail
 - Возможность прикрепления файлов
- Отправка SMS на сотовый телефон



- **Internet радио**
 - **MP3-поток с сервера потокового вещания**
 - **На базе PIC18F67J60**



Demo 3



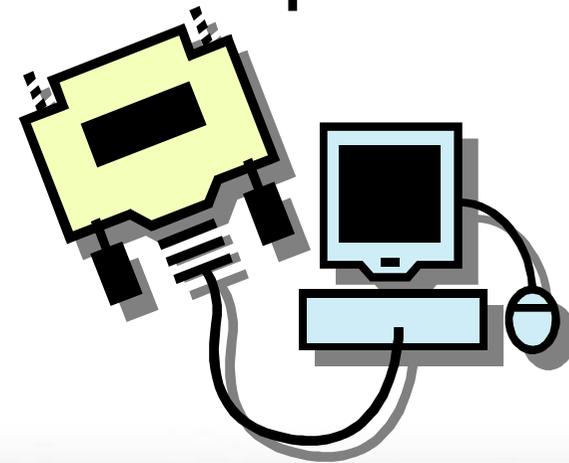
Демо 4 – Безопасный веб-сервер

- **Скорость работы алгоритма RSA с 512-БИТНЫМ КЛЮЧОМ**
 - PIC18 – соединение ~6 сек
 - PIC24 – соединение ~2 сек
 - PIC32 – не более 0.3 сек
- **Производительность при шифровании ARCFOUR с 128-БИТНЫМ КЛЮЧОМ**
 - PIC18 – 11 Кбайт/сек
 - PIC24 – 20 Кбайт/сек
 - PIC32 – 95 Кбайт/сек

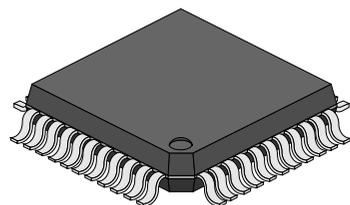


Demo 5

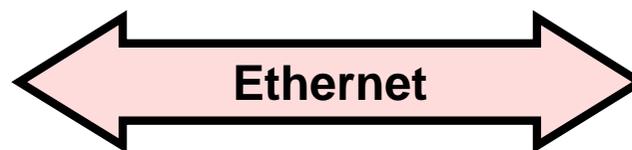
- **Мост из последовательного порта в Ethernet**
 - **Ожидание соединения**
 - **Начало работы:**
 - **Входные данные по Ethernet, которые надо переслать в последовательный порт**
 - **Обратная операция**



Demo 5



TCP сервер



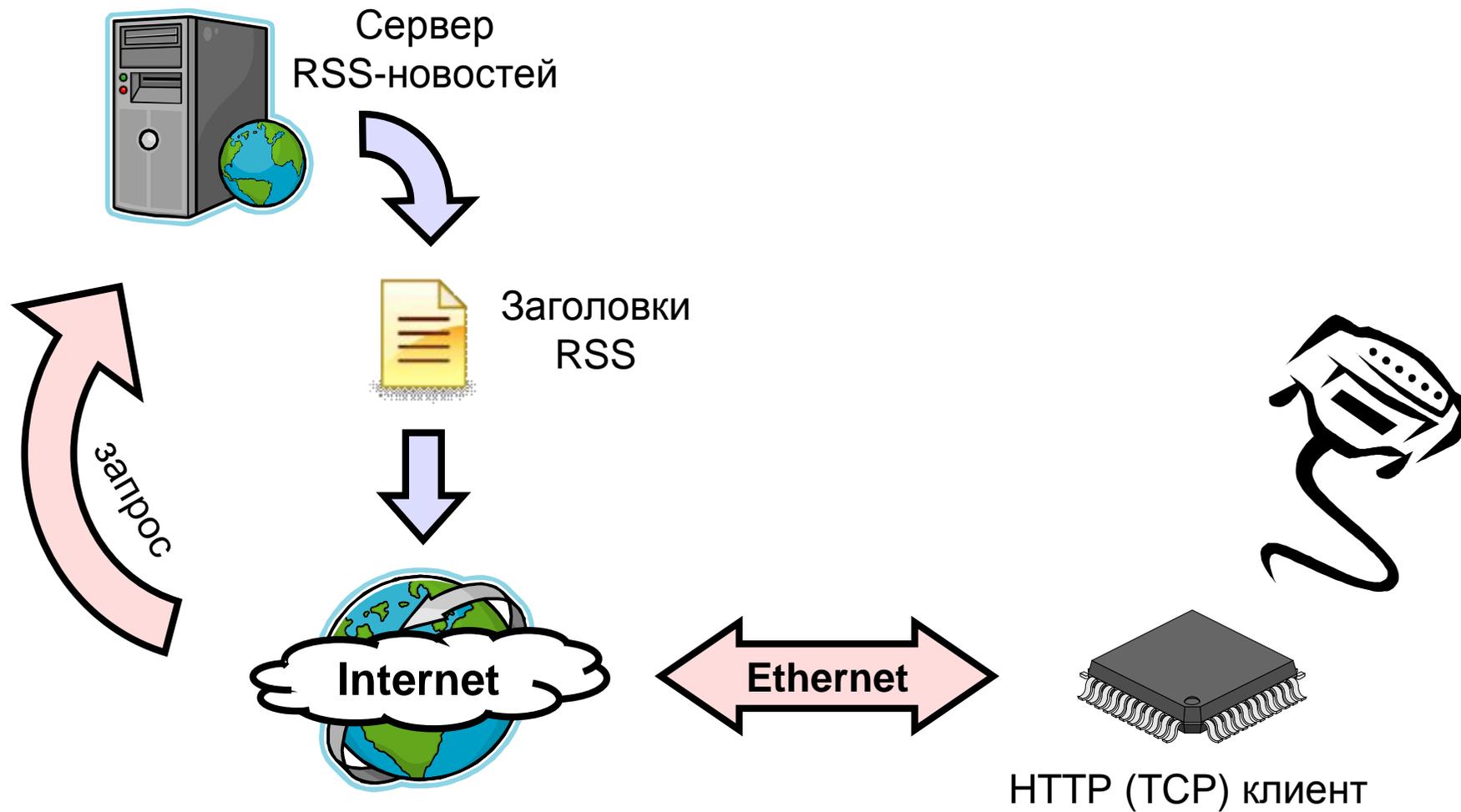
TCP клиент

Demo 6

- **Получение информации к сведению**
 - **Выбор данных из Интернета**
 - **Отображение на дисплее или иной метод вывода**



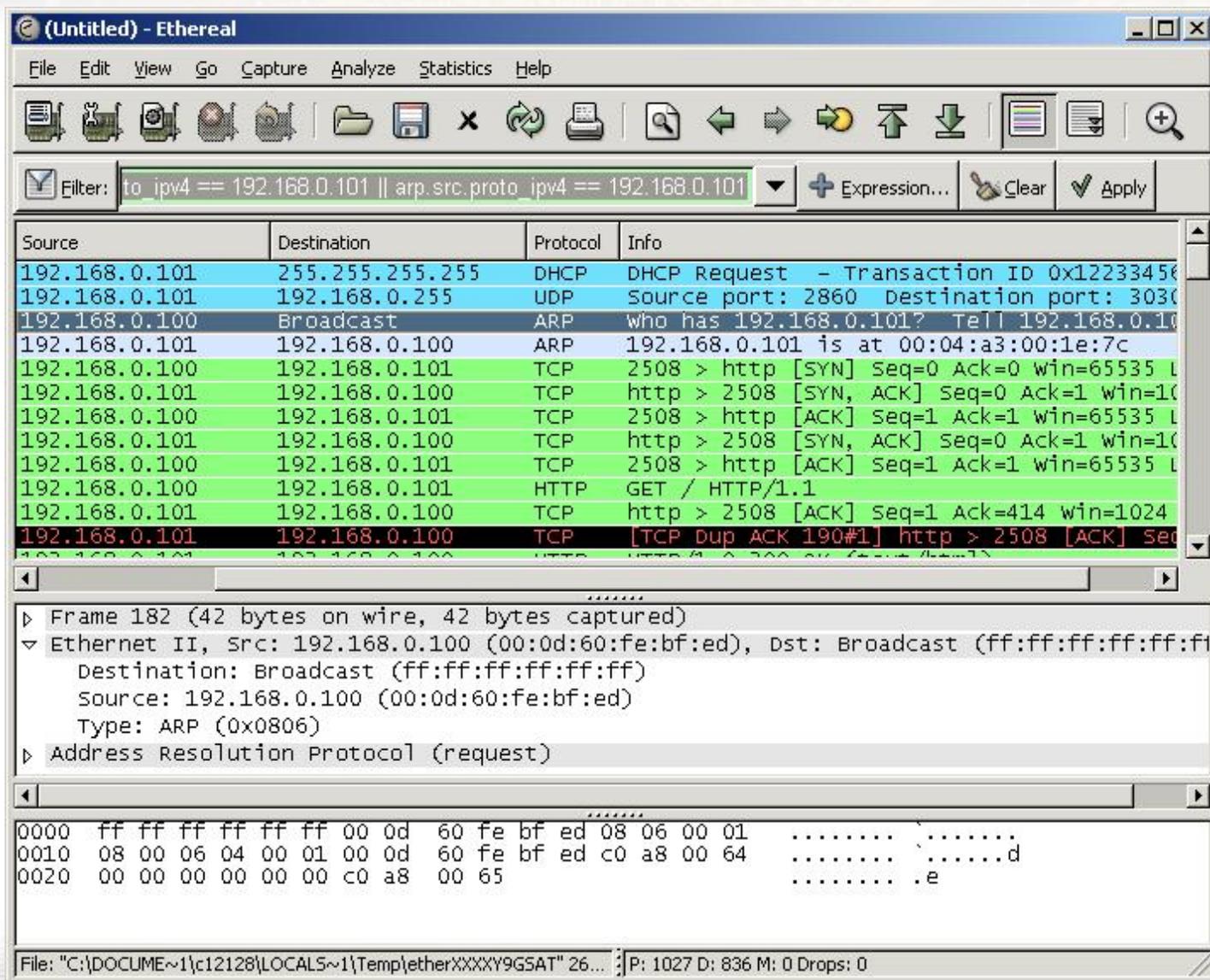
Demo 6



Demo 7

- **Wireshark захватывает и декодирует Ethernet-фреймы**
 - Бесплатно
 - Работает на любой платформе
 - Поддержка большого числа протоколов и всевозможных фильтров
 - Ссылка для скачивания: <http://www.wireshark.org/>
 - Ранее носил название Ethereal
- **Аналогично – Microsoft Network Analyzer**

Wireshark



(Untitled) - Ethereal

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: `to ipv4 == 192.168.0.101 || arp.src.proto_ipv4 == 192.168.0.101` + Expression... Clear Apply

Source	Destination	Protocol	Info
192.168.0.101	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request - Transaction ID 0x12233456
192.168.0.101	192.168.0.255	UDP	Source port: 2860 Destination port: 3030
192.168.0.100	Broadcast	ARP	Who has 192.168.0.101? Tell 192.168.0.101
192.168.0.101	192.168.0.100	ARP	192.168.0.101 is at 00:04:a3:00:1e:7c
192.168.0.100	192.168.0.101	TCP	2508 > http [SYN] Seq=0 Ack=0 win=65535
192.168.0.101	192.168.0.100	TCP	http > 2508 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=1024
192.168.0.100	192.168.0.101	TCP	2508 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=65535
192.168.0.101	192.168.0.100	TCP	http > 2508 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=1024
192.168.0.100	192.168.0.101	TCP	2508 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=65535
192.168.0.100	192.168.0.101	HTTP	GET / HTTP/1.1
192.168.0.101	192.168.0.100	TCP	http > 2508 [ACK] Seq=1 Ack=414 win=1024
192.168.0.101	192.168.0.100	TCP	[TCP dup ACK 190#1] http > 2508 [ACK] seq=...

Frame 182 (42 bytes on wire, 42 bytes captured)

- Ethernet II, Src: 192.168.0.100 (00:0d:60:fe:bf:ed), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 - Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 - Source: 192.168.0.100 (00:0d:60:fe:bf:ed)
 - Type: ARP (0x0806)
- Address Resolution Protocol (request)

```

0000  ff ff ff ff ff ff 00 0d 60 fe bf ed 08 06 00 01  .....
0010  08 00 06 04 00 01 00 0d 60 fe bf ed c0 a8 00 64  .....d
0020  00 00 00 00 00 00 c0 a8 00 65  .....e
  
```

File: "C:\DOCUME~1\c12128\LOCALS~1\Temp\etherXXXXY9G5AT" 26... ; P: 1027 D: 836 M: 0 Drops: 0

Wireshark

- **Скрывать нежелательный трафик, согласно правилам собственного фильтра:**
 - `ip.addr == 192.168.2.101`
`arp.dst.proto_ipv4 == 192.168.2.101 ||`
`arp.src.proto_ipv4 == 192.168.2.101`
- **Мастер создания фильтров для фильтрации на уровне разных протоколов**