

**Прочитать – сделать краткий конспект на 1,5 страницы фото прислать на [sro203@mail.ru](mailto:sro203@mail.ru)**

## **Тема 1.5 Аппаратные компоненты компьютерных сетей**

### **Сетевые адаптеры**

- 1. Функции и характеристики сетевых адаптеров**
- 2. Классификация сетевых адаптеров**

#### **Введение**

Концентраторы вместе с сетевыми адаптерами, а также кабельной системой представляют тот минимум оборудования, с помощью которого можно создать локальную сеть. Такая сеть будет представлять собой общую разделяемую среду. Понятно, что сеть не может быть слишком большой, так как при большом количестве узлов общая среда передачи данных быстро становится узким местом, снижающим производительность сети.

Поэтому концентраторы и сетевые адаптеры позволяют строить небольшие базовые фрагменты сетей, которые затем должны объединяться друг с другом с помощью мостов, коммутаторов и маршрутизаторов, которые тоже будут рассматриваться позже.

#### **Сетевые адаптеры**

##### **Функции и характеристики сетевых адаптеров**

Сетевой адаптер (Network Interface Card, NIC) вместе со своим драйвером реализует второй, канальный уровень модели открытых систем в конечном узле сети - компьютере. Более точно, в сетевой операционной системе пара адаптер и драйвер выполняет только функции физического и MAC-уровней, в то время как LLC-уровень обычно реализуется модулем операционной системы, единым для всех драйверов и сетевых адаптеров.

Собственно так оно и должно быть в соответствии с моделью стека протоколов IEEE 802. Например, в ОС Windows NT уровень LLC реализуется в модуле NDIS, общем для всех драйверов сетевых адаптеров, независимо от того, какую технологию поддерживает драйвер. Сетевой адаптер совместно с драйвером выполняют две операции: передачу и прием кадра. Передача кадра из компьютера в кабель состоит из перечисленных ниже этапов (некоторые могут отсутствовать, в зависимости от принятых методов кодирования), в прием кадра

данных LLC через межуровневый интерфейс вместе с адресной информацией MAC-уровня.

Обычно взаимодействие между протоколами внутри компьютера происходит через буферы, расположенные в оперативной памяти. Данные для передачи в сеть помещаются в эти буферы протоколами верхних уровней, которые извлекают их из дисковой памяти либо из файлового кэша с помощью подсистемы ввода/вывода операционной системы.

#### **Передача кадра из компьютера в кабель:**

- о Оформление кадра данных MAC-уровня, в который инкапсулируется кадр LLC (с отброшенными флагами 01111110). Заполнение адресов назначения и источника, вычисление контрольной суммы.

- о Формирование символов кодов при использовании избыточных кодов типа 4B/5B. Скрэмблирование кодов для получения более равномерного спектра сигналов. Этот этап используется не во всех протоколах - например, технология Ethernet 10 Мбит/с обходится без него.

- о Выдача сигналов в кабель в соответствии с принятым линейным кодом - манчестерским, NRZI, MLT-3 и т. п.

#### **Прием кадра из кабеля в компьютер включает следующие действия.**

- о Прием из кабеля сигналов, кодирующих битовый поток.

- о Выделение сигналов на фоне шума. Эту операцию могут выполнять различные специализированные микросхемы или сигнальные процессоры DSP. В результате в приемнике адаптера образуется некоторая битовая последовательность, с большой степенью вероятности совпадающая с той, которая была послана передатчиком.

- о Если данные перед отправкой в кабель подвергались скрэмблированию, то они пропускаются через дескрэмблер, после чего в адаптере восстанавливаются символы кода, посланные передатчиком.

- о Проверка контрольной суммы кадра. Если она неверна, то кадр отбрасывается, а через межуровневый интерфейс вверх, протоколу LLC передается соответствующий код ошибки. Если контрольная сумма верна, то из MAC-кадра извлекается кадр LLC и передается через межуровневый интерфейс вверх, протоколу LLC. Кадр LLC помещается в буфер оперативной памяти.

Распределение обязанностей между сетевым адаптером и его драйвером стандартами не определяется, поэтому каждый производитель решает этот вопрос самостоятельно.

Обычно сетевые адаптеры делятся на адаптеры для **клиентских** компьютеров и адаптеры для **серверов**.

В адаптерах для клиентских компьютеров значительная часть работы перекладывается на драйвер, тем самым адаптер оказывается проще и дешевле. Недостатком такого подхода является высокая степень загрузки центрального процессора компьютера рутинными работами по передаче кадров из оперативной памяти компьютера в сеть.

Центральный процессор вынужден заниматься этой работой вместо выполнения прикладных задач пользователя.

Поэтому адаптеры, предназначенные для серверов, обычно снабжаются собственными процессорами, которые самостоятельно выполняют большую часть работы по передаче кадров из оперативной памяти в сеть и в обратном направлении. Примером такого адаптера может служить сетевой адаптер SMS EtherPower со встроенным процессором Intel i960.

В зависимости от того, какой протокол реализует адаптер, адаптеры делятся на Ethernet-адаптеры, Token Ring-адаптеры, FDDI-адаптеры и т. д. Так как протокол Fast Ethernet позволяет за счет процедуры автопереговоров автоматически выбрать скорость работы сетевого адаптера в зависимости от возможностей концентратора, то многие адаптеры Ethernet сегодня поддерживают две скорости работы и имеют в своем названии приставку 10/100. Это свойство некоторые производители называют авточувствительностью.

Сетевой адаптер перед установкой в компьютер необходимо конфигурировать. При конфигурировании адаптера обычно задаются номер прерывания IRQ, используемого адаптером, номер канала прямого доступа к памяти DMA (если адаптер поддерживает режим DMA) и базовый адрес портов ввода/вывода. Если сетевой адаптер, аппаратура компьютера и операционная система поддерживают стандарт Plug-and-Play, то конфигурирование адаптера и его драйвера осуществляется автоматически. В противном случае нужно сначала сконфигурировать сетевой адаптер, а затем повторить параметры его конфигурации для драйвера. В общем случае, детали процедуры конфигурирования сетевого адаптера и его драйвера во многом зависят от производителя адаптера, а также от возможностей шины, для которой разработан адаптер.

### **Классификация сетевых адаптеров**

В качестве примера классификации адаптеров используем подход фирмы 3Com, имеющей репутацию лидера в области адаптеров Ethernet. Фирма 3Com считает, что сетевые адаптеры Ethernet прошли в своем развитии три поколения.

**Адаптеры первого поколения** были выполнены на дискретных логических микросхемах, в результате чего обладали низкой надежностью. Они имели буферную память только на один кадр, что приводило к низкой производительности адаптера, так как все кадры передавались из компьютера в сеть или из сети в компьютер последовательно. Кроме этого, задание конфигурации адаптера первого поколения происходило вручную, с помощью переключателей.

Для каждого типа адаптеров использовался свой драйвер, причем интерфейс между драйвером и сетевой операционной системой не был стандартизирован.

**В сетевых адаптерах второго поколения** для повышения производительности стали применять метод многокадровой буферизации. При этом следующий кадр загружается из памяти компьютера в буфер адаптера одновременно с передачей предыдущего кадра в сеть. В режиме приема, после того как адаптер полностью принял один кадр, он может начать передавать этот кадр из буфера в память компьютера одновременно с приемом другого кадра из сети.

В сетевых адаптерах второго поколения широко используются микросхемы с высокой степенью интеграции, что повышает надежность адаптеров. Кроме того, драйверы этих адаптеров основаны на стандартных спецификациях. Адаптеры второго поколения обычно поставляются с драйверами, работающими как в стандарте NDIS (спецификация интерфейса сетевого драйвера), разработанном фирмами 3Com и Microsoft и одобренном IBM, так и в стандарте ODI (интерфейс открытого драйвера), разработанном фирмой Novell.

**В сетевых адаптерах третьего поколения** (к ним фирма 3Com относит свои адаптеры семейства EtherLink III) осуществляется конвейерная схема обработки кадров. Она заключается в том, что процессы приема кадра из оперативной памяти компьютера и передачи его в сеть совмещаются во времени. Таким образом, после приема нескольких первых байт кадра начинается их передача.

Это существенно (на 25-55 %) повышает производительность цепочки оперативная память - адаптер - физический канал - адаптер - оперативная память. Такая схема очень чувствительна к порогу начала передачи, то есть к количеству байт кадра, которое загружается в буфер адаптера перед началом передачи в сеть.

Сетевой адаптер третьего поколения осуществляет самонастройку этого параметра путем анализа рабочей среды, а также методом расчета, без участия администратора сети. Самонастройка обеспечивает максимально возможную производительность для конкретного сочетания производительности внутренней шины компьютера, его системы прерываний и системы прямого доступа к памяти.

Адаптеры третьего поколения базируются на специализированных интегральных схемах (ASIC), что повышает производительность и надежность

адаптера при одновременном снижении его стоимости. Компания 3Com назвала свою технологию конвейерной обработки кадров Parallel Tasking, другие компании также реализовали похожие схемы в своих адаптерах. Повышение производительности канала "адаптер-память" очень важно для повышения производительности сети в целом, так как производительность сложного маршрута обработки кадров, включающего, например, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, глобальные каналы связи и т. п., всегда определяется производительностью самого медленного элемента этого маршрута. Следовательно, если сетевой адаптер сервера или клиентского компьютера работает медленно, никакие быстрые коммутаторы не смогут повысить скорость работы сети.

Выпускаемые сегодня сетевые адаптеры можно отнести к четвертому поколению. В эти адаптеры обязательно входит ASIC, выполняющая функции MAC-уровня, а также большое количество высокоуровневых функций. В набор таких функций может входить поддержка агента удаленного мониторинга RMON, схема приоритизации кадров, функции дистанционного управления компьютером и т. п. В серверных вариантах адаптеров почти обязательно наличие мощного процессора, разгружающего центральный процессор. Примером сетевого адаптера четвертого поколения может служить адаптер компании 3Com Fast EtherLink XL 10/100.

## Функции сетевых адаптеров

Сетевые адаптеры производят семь основных операций при приеме или передаче сообщения:

1. *Гальваническая развязка* коаксиальным кабелем или витой парой. Для этой цели используются импульсные трансформаторы. Иногда для развязки используются оптроны.
2. *Прием (передача) данных*. Данные передаются из ОЗУ ПК в адаптер или из адаптера в память ПК через программируемый канал ввода/вывода, канал прямого доступа или разделяемую память.
3. *Буферизация*. Для согласования скоростей пересылки данных в адаптер или из него со скоростью обмена по сети используются буфера. Во время обработки в сетевом адаптере, данные хранятся в буфере. Буфер позволяет адаптеру осуществлять доступ ко всему пакету информации. Использование буферов необходимо для согласования между собой скоростей обработки информации различными компонентами ЛВС.
4. *Формирование пакета*. Сетевой адаптер должен разделить данные на блоки в режиме передачи (или соединить их в режиме приема) данных и оформить в виде кадра определенного формата. Кадр включает несколько служебных полей, среди которых имеется адрес компьютера назначения и контрольная сумма кадра, по которой сетевой адаптер станции назначения делает вывод о корректности доставленной по сети информации.
5. *Доступ к каналу связи*. Набор правил, обеспечивающих доступ к среде передачи. Выявление конфликтных ситуаций и контроль состояния сети.
6. *Идентификация своего адреса* в принимаемом пакете. Физический адрес адаптера может определяться установкой переключателей, храниться в специальном регистре или прошиваться в ППЗУ.
7. *Преобразование* параллельного кода в последовательный код при передаче данных, и из последовательного кода в параллельный при приеме. В режиме передачи данные передаются по каналу связи в последовательном коде.
8. *Кодирование и декодирование данных*. На этом этапе должны быть сформированы электрические сигналы, используемые для представления данных. Большинство сетевых адаптеров для этой цели используют манчестерское кодирование. Этот метод не требует передачи синхронизирующих сигналов для распознавания единиц и нулей по уровням сигналов, а вместо этого для представления 1 и 0 используется перемена полярности сигнала.
9. *Передача или прием импульсов*. В режиме передачи закодированные электрические импульсы данных передаются в кабель (при приеме импульсы направляются на декодирование).

Различные типы сетевых адаптеров отличаются не только методами доступа к среде и протоколами, но еще и следующими параметрами (**ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**):

- скорость передачи;
- объем буфера для пакета;

- тип шины;
- быстродействие шины;
- совместимость с различными микропроцессорами;
- использование прямого доступа к памяти (DMA);
- адресация портов ввода/вывода и запросов прерывания;
- конструкция разъема.