

Лекция № 4. Задача физической передачи данных. Основные методы доступа.

1. Задача физической передачи данных по линиям связи. Цифровые и аналоговые сигналы.
2. Методы доступа CSMA/CD, CSMA/CA, доступ с передачей маркера, доступ по приоритету запроса.

Задачи физической передачи данных

При соединении "точка-точка" на первый план выходит задача физической передачи данных по линиям связи. Эта задача среди прочего включает:

- кодирование и модуляцию данных;
- взаимную синхронизацию передатчика одного компьютера с приемником другого;
- подсчет контрольной суммы и передача ее по линиям связи после каждого байта или после некоторого блока байтов.

Аналоговые сигналы

- Существуют два метода передачи информации по линиям связи – аналоговый и цифровой.
- ◆ Аналоговые каналы связи являются наиболее распространенными по причине длительной истории их развития и простоты реализации. Типичным примером аналогового канала является канал тональной частоты (телефония).
 - ◆ Аналоговые сигналы представляют собой непрерывный поток, характеризующийся изменениями частоты и амплитуды. Это означает, что форма аналогового сигнала обычно похожа на синусоиду.

Аналоговые сигналы

Как и в любой другой технологии, для описания аналоговых сигналов используются базовые концепции и собственная терминология. Непрерывные аналоговые сигналы имеют три основные характеристики:

- амплитуду;
- длину волны;
- частоту.

Аналоговые сигналы

Для иллюстрации аналоговой природы звукового сигнала рассмотрим такой пример: когда я разговариваю со своей сотрудницей, звуковые волны по воздуху достигают ее ушей, барабанные перепонки вибрируют, колебания интерпретируются слуховым аппаратом уха как слова. Работа обычного аналогового телефона во многом подобна этому процессу.

Когда кто-то говорит в телефонную трубку, от звуковых волн вибрирует диафрагма, расположенная внутри трубки. Звуковые колебания преобразовываются в электрические, которые имеют ту же частоту, что и исходная звуковая волна. Они передаются по сети носителя (оператора связи) к пункту назначения. В телефонном аппарате удаленного абонента происходит обратный процесс, и в результате второй абонент слышит произнесенные первым слова. Конечно же, аналоговая цепь абонента состоит не только из телефонной трубки. Необходимое качество обслуживания достигается при помощи множества различных элементов оборудования, расположенного как на стороне абонента, так и у провайдера.

Аналоговые и цифровые сигналы

Устройство, преобразующее аналоговый сигнал в цифровой код, называется **аналого-цифровым преобразователем (АЦП)**.

А устройство, установленное в приемнике, и преобразующее код в аналоговый сигнал называется «**цифро-аналоговый преобразователь**» (ЦАП).

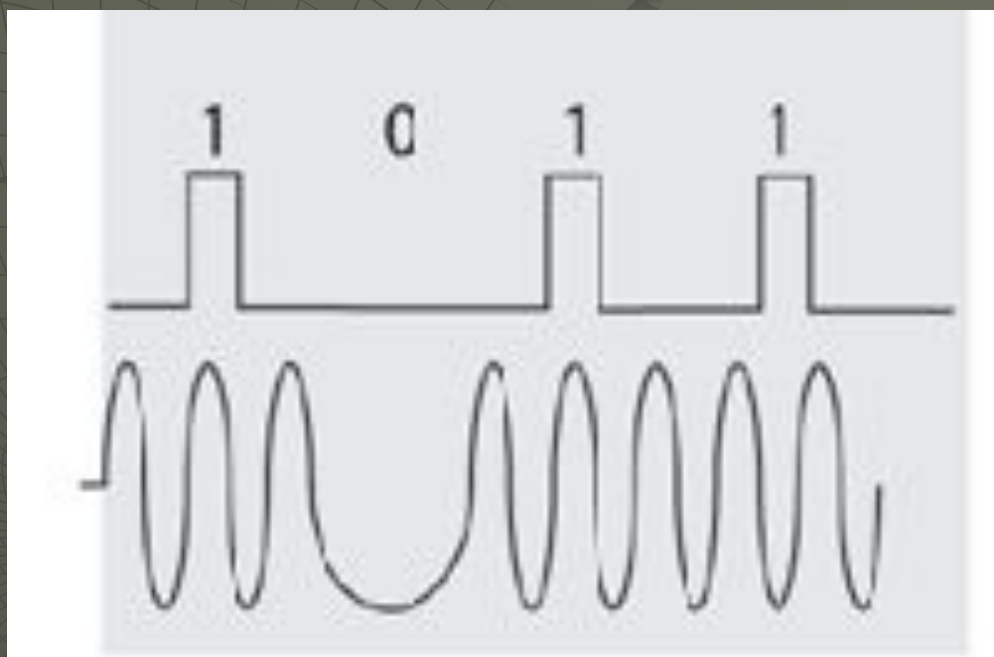
Цифровые сигналы

- ◆ При использовании «цифры» аналоговый сигнал с микрофона на передающей станции зашифровывается в цифровой код. Звуку определенной частоты и громкости присваивается код из радиоимпульсов. Продолжительность и частота импульсов задана заранее – она одна и у передатчика, и у приемника. Наличие импульса соответствует единице, отсутствие – нулю. Поэтому такая связь и получила название «цифровая». Во время передачи цифрового сигнала ошибки и искажения практически исключены. Если импульс станет немного сильнее, продолжительнее, или наоборот, то он все равно будет распознан системой как единица. А нуль останется нулем, даже если на его месте возникнет какой-то случайный слабый сигнал.
- ◆ Для АЦП и ЦАП не существует других значений, как 0,2 или 0,9 – только нуль и единица. Поэтому помехи на цифровую связь и вещание почти не оказывают влияния. Более того, «цифра» является и более защищенной от постороннего доступа. Ведь, чтобы ЦАП устройства смог расшифровать сигнал, необходимо, чтобы он «знал» код расшифровки. АЦП вместе с сигналом может передавать и цифровой адрес устройства, выбранного в качестве приемника. Таким образом, даже если радиосигнал и будет перехвачен, он не сможет быть распознан из-за отсутствия как минимум части кода.

Отличия цифрового и аналогового сигналов

- ◆ 1) Аналоговый сигнал может быть искажен помехами, а цифровой сигнал может быть или забит помехами совсем, или приходит без искажений. Цифровой сигнал или точно есть, или полностью отсутствует (или ноль, или единица).
- ◆ 2) Аналоговый сигнал доступен для восприятия всеми устройствами, работающими по тому же принципу, что и передатчик. Цифровой сигнал надежно защищен кодом, его трудно перехватить, если вам он не предназначается.

Аналоговые и цифровые сигналы



Связь компьютера с периферийными устройствами

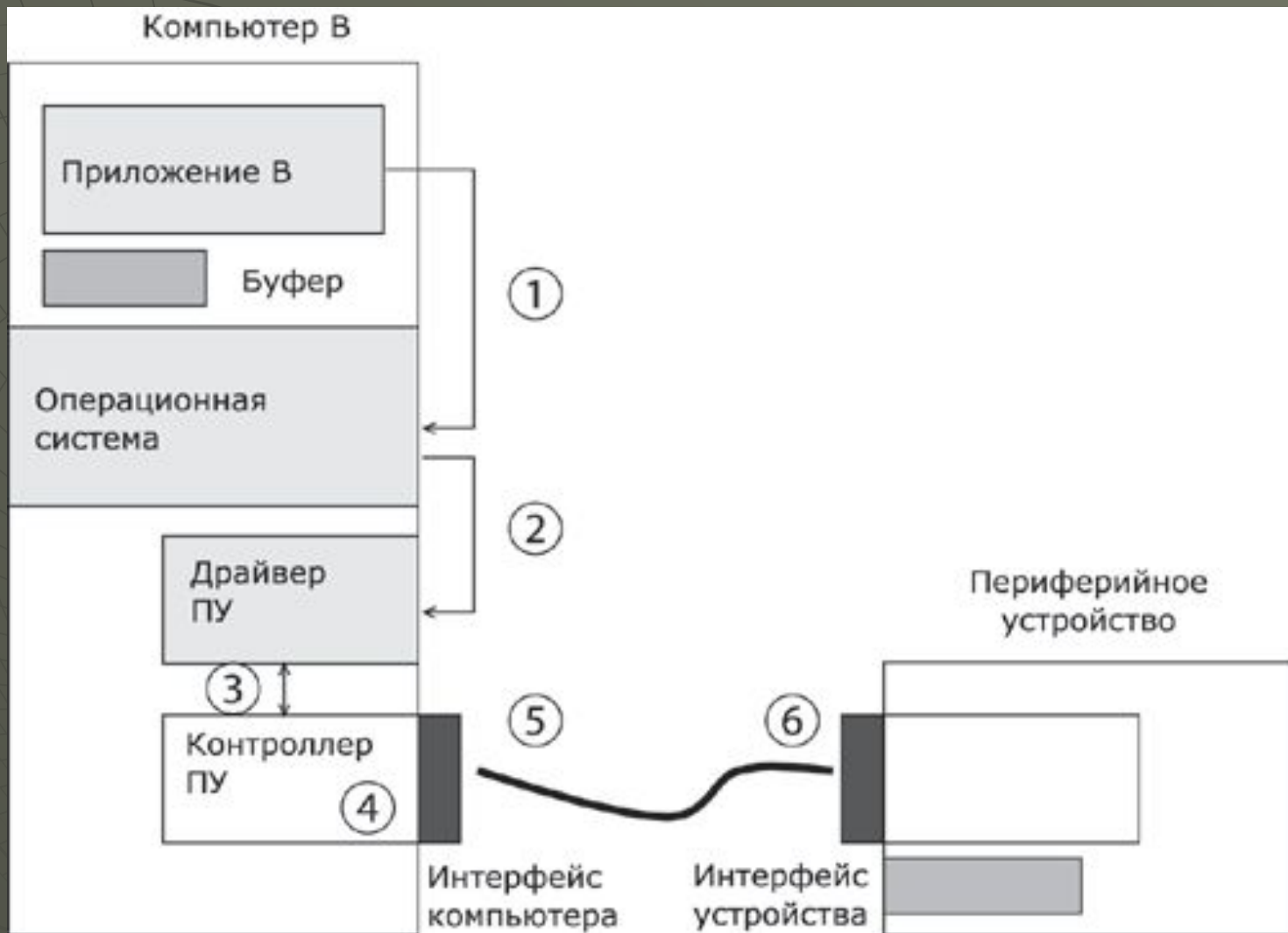
- ◆ Частным случаем связи "точка-точка" является соединение компьютера с **периферийным устройством**. Поскольку механизмы взаимодействия компьютеров в сети многое позаимствовали у схемы взаимодействия компьютера с периферийными устройствами, начнем рассматривать принципы работы сети с этого "досетевого" случая.
- ◆ Для обмена данными компьютер и периферийное устройство (ПУ) оснащены внешними **интерфейсами** или **портами** (рис.1).

В данном случае к понятию "интерфейс" относятся

- ◆ электрический разъем;
- ◆ набор проводов, соединяющих устройства;
- ◆ совокупность правил обмена информацией по этим проводам.

Со стороны компьютера логикой передачи сигналов на внешний интерфейс управляют:

- ◆ контроллер ПУ - аппаратный блок, часто реализуемый в виде отдельной платы;
- ◆ драйвер ПУ - программа, управляющая контроллером периферийного устройства.



Обмен данными между ПУ и компьютером, как правило, является двунаправленным. Так, например, даже принтер, который представляет собой устройство вывода информации, возвращает в компьютер данные о своем состоянии.

Таким образом, по каналу, связывающему внешние интерфейсы, передается следующая информация:

- ◆ данные, поступающие от контроллера на ПУ, например байты текста, который нужно распечатать на бумаге;
- ◆ команды управления, которые контроллер передает на устройство управления ПУ; в ответ на них оно выполняет специальные действия, например переводит головку диска на соответствующую дорожку или же выталкивает из принтера лист бумаги;
- ◆ данные, возвращаемые устройством управления ПУ в ответ на запрос от контроллера, например данные о готовности к выполнению операции.

- ◆ Рассмотрим последовательность действий, которые выполняются в том случае, когда некоторому приложению требуется напечатать текст на принтере. Со стороны компьютера в выполнении этой операции принимает участие, кроме уже названных контроллера, драйвера и приложения, еще один важнейший компонент - операционная система. Поскольку все операции ввода-вывода являются привилегированными, все приложения при выполнении операций с периферийными устройствами используют ОС как арбитра.

Последовательность действий

1. Приложение обращается с запросом на выполнение операции печати к операционной системе. В запросе указываются: адрес данных в оперативной памяти, идентифицирующая информация принтера и операция, которую требуется выполнить.
2. Получив запрос, операционная система анализирует его, решает, может ли он быть выполнен, и если решение положительное, то запускает соответствующий драйвер, передавая ему в качестве параметров адрес выводимых данных. Дальнейшие действия, относящиеся к операции ввода-вывода, со стороны компьютера реализуются совместно драйвером и контроллером принтера.

Последовательность действий

3. Драйвер передает команды и данные контроллеру, который помещает их в свой внутренний буфер. Пусть, например, драйвер загружает значение некоторого байта в буферконтроллера ПУ.
4. Контроллер перемещает данные из внутреннего буфера во внешний порт.
5. Контроллер начинает последовательно передавать биты в линию связи, представляя каждый бит соответствующим электрическим сигналом. Чтобы сообщить устройству управления принтера о том, что начинается передача байта, перед передачей первого бита данных контроллер формирует стартовый сигнал специфической формы, а после передачи последнего информационного бита - стоповый сигнал. Эти сигналы синхронизируют передачу байта. Кроме информационных бит, контроллер может передавать бит контроля четности для повышения достоверности обмена.

Последовательность действий

6. Устройство управления принтера, обнаружив на соответствующей линии стартовый бит, выполняет подготовительные действия и начинает принимать информационные биты, формируя из них байт в своем приемном буфере. Если передача сопровождается битом четности, то выполняется проверка корректности передачи: при правильно выполненной передаче в соответствующем регистре устройства управления принтера устанавливается признак завершения приема информации. Наконец, принятый байт обрабатывается принтером - выполняется соответствующая команда или печатается символ.

Связь компьютера с периферийным устройством

- ◆ Обязанности между драйвером и контроллером могут распределяться по-разному, но чаще всего контроллер поддерживает набор простых команд, служащих для управления периферийным устройством, а на драйвер обычно возлагаются наиболее сложные функции реализации обмена. Например, контроллер принтера может поддерживать такие элементарные команды, как "Печать символа", "Перевод строки", "Возврат каретки" и т. п.
- ◆ Драйвер же принтера с помощью этих команд реализует печать строк символов, разделение документа на страницы и другие более высокоуровневые операции (например, подсчет контрольной суммы последовательности передаваемых байтов, анализ состояния периферийного устройства, проверка правильности выполнения команды).

Возможно распределение функций между драйвером и контроллером (ПУ)

Функции, выполняемые драйвером:

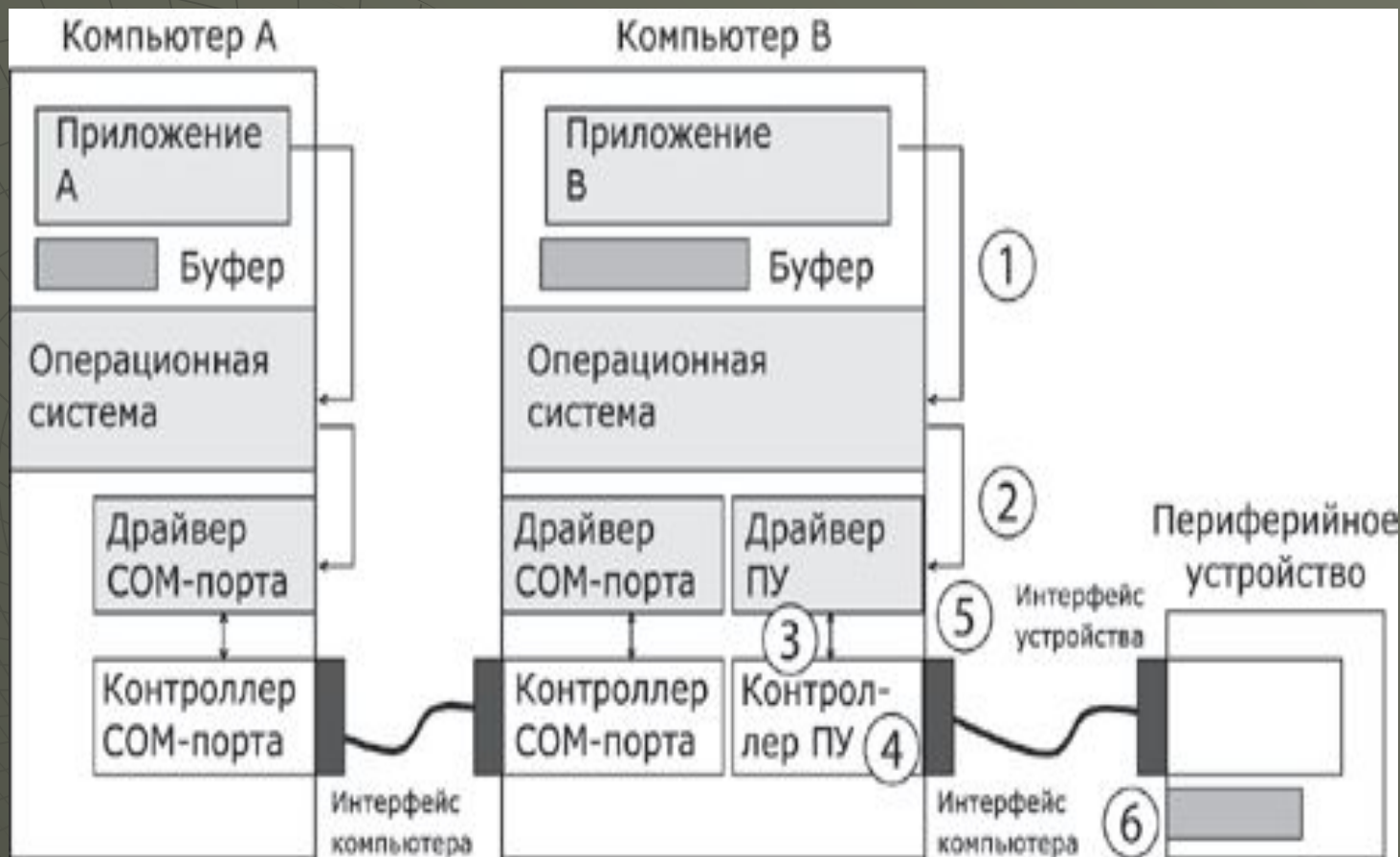
- ◆ ведение очередей запросов;
- ◆ буферизация данных;
- ◆ подсчет контрольной суммы последовательности байтов;
- ◆ анализ состояния ПУ;
- ◆ загрузка очередного байта данных (или команды) в регистр контроллера;
- ◆ считывание байта данных или байта состояния ПУ из регистра контроллера.

Функции, выполняемые контроллером:

- ◆ преобразование байта из регистра (порта) в последовательность бит;
- ◆ передача каждого бита в линию связи;
- ◆ обрамление байта стартовым и стоповым битами - синхронизация;
- ◆ формирование бита четности;
- ◆ установка признака завершения приема/передачи байта.

Связь двух компьютеров

А теперь предположим, что пользователь другого компьютера хотел бы распечатать текст. Сложность состоит в том, что к его компьютеру не подсоединен принтер, и требуется воспользоваться тем принтером, который связан с другим компьютером (рис. 2)



Взаимодействие двух компьютеров

- ◆ Программа, работающая на одном компьютере, не может получить непосредственный доступ к ресурсам другого компьютера - его дискам, файлам, принтеру. Она может только "попросить" об этом другую программу, выполняемую на том компьютере, которому принадлежат эти ресурсы. Эти "просьбы" выражаются в виде сообщений, передаваемых по каналам связи между компьютерами. Такая организация печати называется удаленной.
- ◆ Предположим, что мы связали компьютеры по кабелю через порты, которые, как известно. Связь между компьютерами осуществляется аналогично связи компьютера с ПУ. Только теперь контроллеры и драйверы портов действуют с двух сторон. Вместе они обеспечивают передачу по кабелю между компьютерами одного байта информации. (В "настоящих" локальных сетях подобные функции передачи данных в линию связи выполняются сетевыми адаптерами).

Последовательность действий, которые необходимо выполнить для распечатки текста на принтере "чужого" компьютера

- ◆ Приложение А формирует очередное сообщение (содержащее, например, строку, которую необходимо вывести на принтер) приложению В, помещает его в буфер оперативной памяти и обращается к ОС с запросом на передачу содержимого буфера на компьютер В.
- ◆ ОС компьютера А обращается к ОС компьютера В для начала передачи данных.
- ◆ Действующие с обеих сторон порта последовательно, байт за байтом, передают сообщение на компьютер В.
- ◆ Компьютер В периодически выполняет проверку на наличие признака завершения приема при правильно выполненной передаче данных, и при его появлении считывает принятый байт в оперативную память, тем самым делая его доступным для программ компьютера В. Аналогично реализуется и передача байта в другую сторону - от компьютера В к компьютеру А.
- ◆ Приложение В принимает сообщение, интерпретирует его, и в зависимости от того, что в нем содержится, формирует запрос к своей ОС на выполнение тех или иных действий с принтером. Если сообщение содержит указание на печать текста, поэтому ОС передает драйверу принтера запрос на печать строки.
- ◆ Далее выполняются все действия 1-6, описывающие выполнение запроса приложения к ПУ в соответствии с рассмотренной ранее схемой "локальная ОС - драйвер ПУ - контроллер ПУ - устройство управления ПУ" (см. предыдущий пункт). В результате строка будет напечатана.

Взаимодействие двух компьютеров

- ◆ Мы рассмотрели последовательность работы системы при передаче только одного сообщения от приложения А к приложению В. Однако порядок взаимодействия этих двух приложений может предполагать неоднократный обмен сообщениями разного типа. Например, после успешной печати строки (в предыдущем примере) согласно правилам, приложение В должно послать сообщение-подтверждение. Это ответное сообщение приложение В помещает в буферную область оперативной памяти, а далее с помощью порта передает его по каналу связи в компьютер А, где оно и попадает к приложению А.

Методы доступа CSMA/CD, CSMA/CA, доступ с передачей маркера, доступ по приоритету запроса

Метод доступа – набор правил, которые определяют, как ПК должен отправлять и принимать данные по сетевому кабелю.

Управление трафиком

(объём информации, передаваемой через компьютерную сеть)

- ◆ Обычно несколько ПК в сети имеют совместный доступ к кабелю. Однако если два ПК попытаются передавать данные одновременно, их пакеты столкнутся и будут испорчены – возникнет так называемая коллизия.
- ◆ Передача данных по сети включает две задачи:
- ◆ Поместить данные в кабель без столкновения с данными, уже передаваемыми по нему
- ◆ Принять данные с достаточной степенью уверенности в том, что при передаче они не были повреждены в результате коллизии.

Методы доступа

- ◆ Все сетевые ПК должны использовать один и тот же метод доступа, иначе произойдет сбой сети, когда отдельные ПК, чьи методы будут доминировать, не позволят остальным осуществлять передачу.
- ◆ Методы доступа служат для предотвращения одновременно доступа к кабелю нескольких ПК, упорядочивая передачу и прием данных по сети и гарантируя, что в каждый момент времени только один ПК может передавать данные.

Основные методы доступа

- ◆ Существует три способа предотвратить одновременную попытку использовать кабель, другими словами, три основных метода доступа к нему.
 - Множественный доступ с контролем несущей
- ◆ С обнаружением коллизий
- ◆ С предотвращением коллизий
 - Доступ с передачей маркера
- ◆ Только ПК, получивший маркер, может передавать данные.
 - Доступ по приоритету запроса.

1.1 Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий

При множественном доступе с контролем несущей и обнаружением коллизий (**CSMA/CD**) все ПК в сети – и клиенты, и серверы – прослушивают кабель, стремясь обнаружить передаваемые данные (т. е. трафик).

- ◆ ПК понимает, что кабель свободен
- ◆ ПК может начать передачу данных
- ◆ Пока кабель не освободится, не один из сетевых ПК не может вести передачу

Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий

- ◆ Итак, если два или более ПК пытаются передать данные одновременно, это приведет к коллизии. Тогда эти ПК приостанавливают передачу на случайный интервал времени, а затем вновь стараются наладить связь.
- ◆ Название этого метода доступа раскрывает его суть. ПК как бы «прослушивают» кабель - отсюда - контроль несущей. Чаще всего несколько ПК в сети «хотят» передать данные, отсюда - множественный доступ. Передавая данные ПК «прослушивают» кабель, чтобы, обнаружив коллизии, некоторое время переждать, а затем, возобновить передачу, отсюда - обнаружение коллизий.
- ◆ В тоже время способность обнаруживать коллизии ограничивает область действия самого CSMA/CD. При длине кабеля больше 2,5 км, сигнал ослабевает, и механизм обнаружения коллизий становится неэффективным. Иными словами, если расстояние до передающего ПК превышает его ограничение, некоторые ПК могут «не услышать» сигнал и начнут передачу данных, что приведет к коллизии и разрушению пакетов данных.

Состязательный метод

- ◆ CSMA/CD известен как состязательный метод, поскольку сетевые ПК «состязаются» (конкурируют) между собой за право передавать данные. Он кажется очень громоздким, но современные реализации CSMA/CD настолько быстры, что пользователи даже не замечают, что их сеть работает по состязательному методу доступа

1.2 Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий (CSMA/CA)

- ◆ Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий не так популярен как Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий или передачей маркера. Используя этот доступ, каждый ПК перед передачей данных в сеть сигнализирует о своем намерении, поэтому остальные ПК узнают о готовящейся передаче и могут избежать коллизий.

2. Доступ с передачей маркера

- ◆ Суть доступа с передачей маркера заключается в следующем: пакет особого типа, маркер, циркулирует по кольцу от ПК к ПК. Чтобы послать данные в сеть, любой из ПК сначала должен дождаться прихода свободного маркера и захватить его.
- ◆ Когда какой-либо ПК наполнит маркер своей информацией и пошлет его по сетевому кабелю, другие ПК уже не смогут передавать данные. Так как в каждый момент времени только один ПК будет использовать маркер, в сети не возникнет ни состязания, ни коллизий, ни временных задержек.

3. Доступ по приоритету запроса

- ◆ Это относительно новый метод разработанный для сети со скоростью передачи данных 100Мбит/сек. Он стандартизирован IEEE в категории 802.12.
- ◆ Этот метод доступа учитывает своеобразную конфигурацию сетей, которые строятся только из концентраторов и конечных узлов. Концентраторы управляют доступом к кабелю, последовательно опрашивая каждый узел в сети и выявляя запросы на передачу. Концентратор должен знать все адреса связи и узлы и проверять их работоспособность. Конечным узлом, в соответствии с сетью, может быть ПК, мост, маршрутизатор, коммутатор.

Доступ по приоритету запроса

- ◆ Получив одновременно два запроса концентратор вначале отдаст предпочтение запросу с более высоким приоритетом. Если приоритеты одинаковы, то они будут выполнены в произвольном порядке. В сетях с использованием этого метода доступа каждый ПК может одновременно передавать и принимать данные, т. к. для этих сетей разработана специальная схема кабеля. В них применяется 8-проводной кабель, по каждой паре проводов сигналы передаются с частотой 25МГц.

Доступ по приоритету запроса

Преимущества:

- использование 4-ёх проводов, которые позволяют ПК одновременно передавать и принимать данные;
- передача через концентратор (передача не ведется на все ПК в сети, ПК централизованно управляемые концентратором не соревнуются за право доступа к кабелю).