

# Методы доступа к среде передачи данных. Метод доступа CSMA/CD. Этапы доступа к среде. Возникновение коллизии. Методы маркерной шины и маркерного кольца.

- **Метод управления** – это один из важнейших параметров сети.
- От эффективности работы выбранного метода управления обменом зависит очень многое:
- **скорость обмена информацией** между компьютерами,
- **нагрузочная способность** сети (способность работать с различными интенсивностями обмена),
- **время реакции** сети на внешние события и т.д.

# Методы управления обменом в локальных сетях

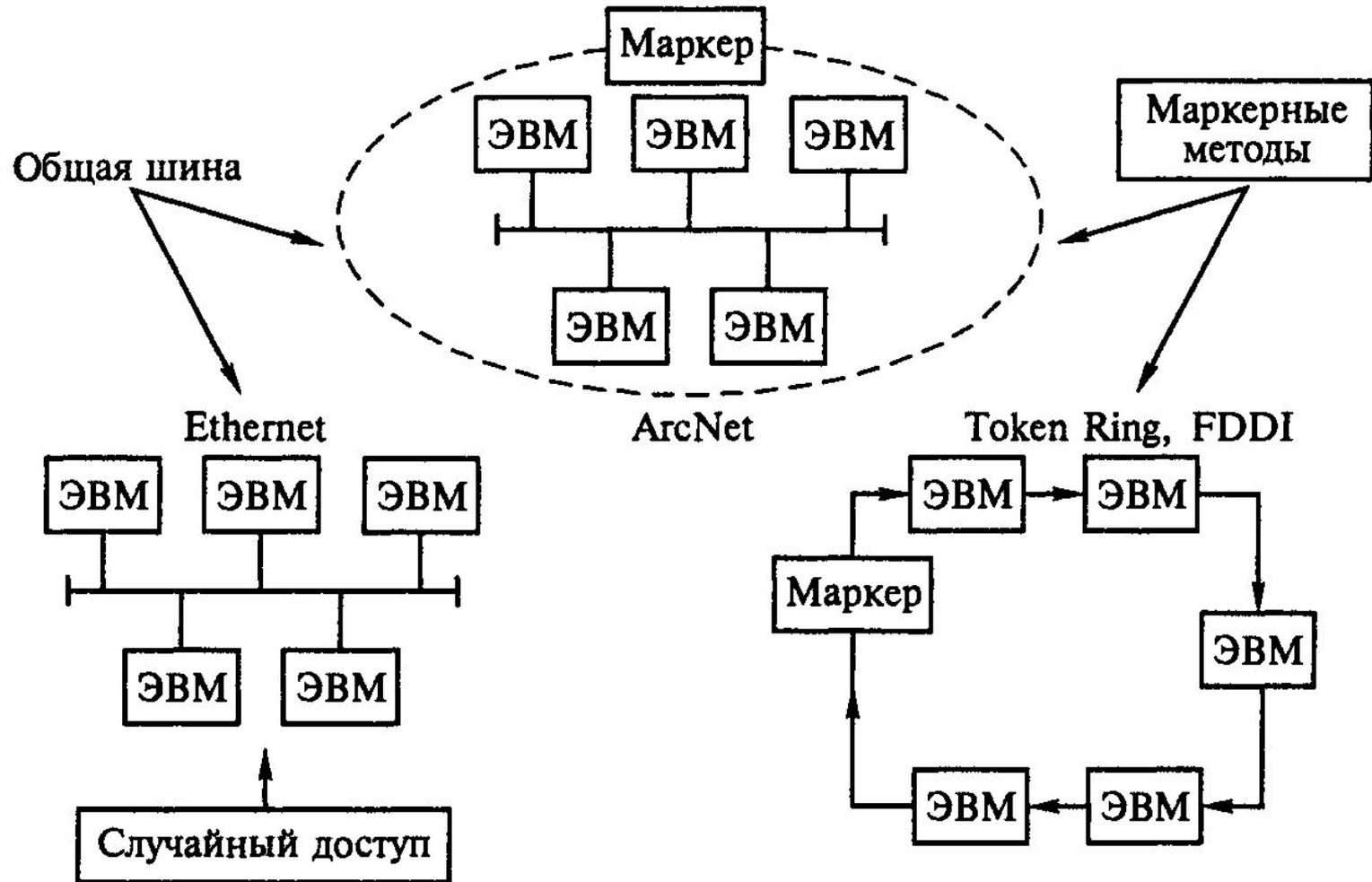
Методы управления обменом в локальных сетях делятся на две группы:

- **Централизованные методы**, в которых все управление обменом сосредоточено в одном месте. Недостатки таких методов: неустойчивость к отказам центра, малая гибкость управления (центр обычно не может оперативно реагировать на все события в сети).
- Достоинство **централизованных методов** – отсутствие конфликтов, так как центр всегда предоставляет право на передачу только одному абоненту, и ему не с кем конфликтовать.
- **Децентрализованные методы**, в которых отсутствует центр управления. Всеми вопросами управления, в том числе предотвращением, обнаружением и разрешением конфликтов, занимаются все абоненты сети.
- Главные достоинства децентрализованных методов: высокая *устойчивость к отказам* и большая гибкость.

# Методы управления обменом в локальных сетях

- Существует и другое *деление* методов управления обменом, относящееся, главным образом, к децентрализованным методам:
- **Детерминированные методы** определяют четкие правила, по которым чередуются захватывающие сеть абоненты.
- **Случайные методы** подразумевают случайное чередование передающих абонентов. При этом возможность конфликтов подразумевается, но предлагаются способы их разрешения. .  
Пример *случайного метода* – CSMA/CD (сеть Ethernet).

# Методы доступа к среде передачи данных



# Методы доступа к среде передачи данных

*случайный доступ CSMA (Carrier Sense Multiple Access) — множественный доступ с контролем несущей;*

*маркерные методы — на основе маркерной шины и маркерного кольца.*

Существуют две разновидности метода случайного доступа: CSMA/CS — множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов и приоритетный доступ.

# *Доступ к сети Ethernet*

*Доступ к сети Ethernet осуществляется по случайному методу CSMA/CD, обеспечивающему равноправие абонентов.*

*Для передачи информации в сети Ethernet применяется стандартный манчестерский код.*

*В сети используются пакеты переменной длины со структурой, представленной на рис.2. (цифры показывают количество байт).*

**При описании временных диаграмм сетей типа *Ethernet* и *Fast Ethernet*, а также предельных *размеров пакетов* (кадров) широко используются следующие термины:**

- ***IPG* (*interpacket gap*, межпакетная щель)** – минимальный промежуток времени между передаваемыми пакетами (9,6 мкс для Ethernet / 0,96 мкс для Fast Ethernet). Другое название – межкадровый интервал.
- ***BT* (*Bit Time*, время бита)** – интервал времени для передачи одного бита (100 нс для Ethernet / 10 нс для Fast Ethernet).
- ***PDV* (*Path Delay Value*, значение задержки в пути)** – время прохождения сигнала между двумя узлами сети (круговое, то есть удвоенное). Учитывает суммарную задержку в кабельной системе, сетевых адаптерах, повторителях и других сетевых устройствах.
- ***Collision window* ( *окно коллизий* )** – максимальное значение *PDV* для данного сегмента.
- ***Collision domain* (область коллизий, зона конфликта)** – часть сети, на которую распространяется ситуация *коллизии*, конфликта.
- ***Slot time* (время канала)** – максимально допустимое *окно коллизий* для сегмента (512 BT).
- ***Minimum frame size*** – минимальный размер кадра (512 бит).
- ***Maximum frame size*** – максимальный размер кадра (1518 байт).
- ***Maximum network diameter* (максимальный диаметр сети)** -максимальная допустимая длина сегмента, при которой его *окно коллизий* не превышает *slot time*, времени канала.
- ***Truncated binary exponential back off* (усеченная двоичная экспоненциальная отсрочка)** – задержка перед следующей попыткой передачи пакета после *коллизии* (допускается максимум 16 попыток).

# Доступ к сети Ethernet



## **В пакет *Ethernet* входят следующие поля:**

- **Преамбула** состоит из 8 байт, первые семь представляют собой код 10101010, а последний байт – код 10101011. В стандарте IEEE 802.3 восьмой байт называется признаком начала кадра (SFD – Start of Frame *Delimiter*) и образует отдельное *поле пакета*.
- **Адреса получателя** (приемника) и отправителя (передатчика) включают по 6 байт и строятся по стандарту, описанному в разделе "Адресация пакетов" лекции 4. Эти адресные поля обрабатываются аппаратурой абонентов.
- **Поле управления** (L/T – Length/Type) содержит информацию о длине поля данных. Оно может также определять тип используемого протокола. Принято считать, что если значение этого поля не больше 1500, то оно указывает на длину поля данных. Если же его значение больше 1500, то оно определяет тип кадра. Поле управления обрабатывается программно.

## В пакет *Ethernet* входят следующие поля:

- **Поле данных** должно включать в себя от 46 до 1500 байт данных. Если пакет должен содержать менее 46 байт данных, то поле данных дополняется байтами заполнения. Согласно стандарту IEEE 802.3, в структуре пакета выделяется специальное поле заполнения (*pad data* – незначащие данные), которое может иметь нулевую длину, когда данных достаточно (больше 46 байт).
- **Поле контрольной суммы** (*FCS – Frame Check Sequence*) содержит 32-разрядную циклическую контрольную сумму пакета (*CRC*) и служит для проверки правильности передачи пакета.

Таким образом, минимальная *длина* кадра (пакета без преамбулы) составляет 64 байта (512 *бит*). Именно эта величина определяет максимально допустимую двойную *задержку распространения* сигнала *по* сети в 512 битовых интервалов (51,2 мкс для *Ethernet* или 5,12 мкс для *Fast Ethernet* ). Стандарт предполагает, что преамбула может уменьшаться при прохождении пакета через различные сетевые устройства, поэтому она не учитывается.

Максимальная *длина* кадра равна 1518 байтам (12144 бита, то есть 1214,4 мкс для *Ethernet*, 121,44 мкс для *Fast Ethernet* ). Это важно для выбора размера буферной памяти сетевого оборудования и для оценки общей загруженности сети.

# Сеть Token-Ring

- Для передачи информации в *Token-Ring* применяется бифазный код.
- В сети *Token-Ring* используется классический *маркерный метод* доступа, то есть *по* кольцу постоянно циркулирует маркер, к которому абоненты могут присоединять свои пакеты данных (см. рис. 1). Отсюда следует такое важное достоинство данной сети, как отсутствие конфликтов, но есть и недостатки, в частности необходимость контроля целостности маркера и зависимость функционирования сети от каждого абонента (в случае неисправности *абонент* обязательно должен быть исключен из кольца).
- Предельное время передачи пакета в *Token-Ring* 10 мс. При максимальном количестве абонентов 260 полный *цикл работы* кольца составит  $260 \times 10 \text{ мс} = 2,6 \text{ с}$ . За это время все 260 абонентов смогут передать свои пакеты (если, конечно, им есть чего передавать). За это же время свободный маркер обязательно дойдет до каждого абонента. Этот же *интервал* является верхним пределом времени доступа *Token-Ring*.

# Сеть Token-Ring

Каждый *абонент* сети (его сетевой *адаптер*) должен выполнять следующие функции:

- выявление ошибок передачи;
- контроль конфигурации сети (восстановление сети при выходе из строя того абонента, который предшествует ему в кольце);
- контроль многочисленных временных соотношений, принятых в сети.
- Большое количество функций, конечно, усложняет и удорожает аппаратуру сетевого адаптера.
- Для контроля целостности маркера в сети используется один из абонентов (так называемый *активный монитор*). При этом его аппаратура ничем не отличается от остальных, но его *программные средства* следят за временными соотношениями в сети и формируют в случае необходимости новый маркер.

# Сеть Token-Ring

- *Активный монитор* выполняет следующие функции:
- запускает в кольцо маркер в начале работы и при его исчезновении;
- регулярно (раз в 7 с) сообщает о своем присутствии специальным управляющим пакетом (AMP – Active Monitor Present);
- удаляет из кольца пакет, который не был удален пославшим его абонентом;
- следит за допустимым временем передачи пакета.
- *Активный монитор* выбирается при инициализации сети, им может быть любой компьютер сети, но, как правило, становится первый включенный в сеть абонент.
- *Абонент*, ставший активным монитором, включает в сеть свой буфер (регистр), который гарантирует, что маркер будет уместиться в кольце даже при минимальной длине кольца. Размер этого буфера – 24 бита для скорости 4 Мбит/с и 32 бита для скорости 16 Мбит/с.

# Активный монитор

- Каждый *абонент* постоянно следит за тем, как *активный монитор* выполняет свои обязанности. Если *активный монитор* по какой-то причине выходит из строя, то включается специальный механизм, посредством которого все другие абоненты (запасные, резервные мониторы) принимают решение о назначении нового активного монитора. Для этого *абонент*, обнаруживший аварию активного монитора, передает по кольцу управляющий пакет (пакет запроса маркера) со своим МАС-адресом. Каждый следующий *абонент* сравнивает МАС-адрес из пакета с собственным. Если его собственный *адрес* меньше, он передает пакет дальше без изменений. Если же больше, то он устанавливает в пакете свой МАС-адрес. Активным монитором станет тот *абонент*, у которого *значение* МАС-адреса больше, чем у остальных (он должен трижды получить обратно пакет со своим МАС-адресом). Признаком выхода из строя активного монитора является невыполнение им одной из перечисленных функций.

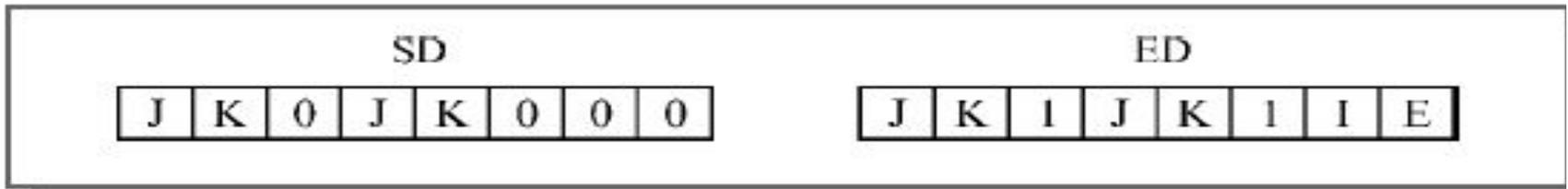
# Маркер сети *Token-Ring*

- Маркер сети *Token-Ring* представляет собой управляющий пакет, содержащий всего три байта (рис.2):
- *байт* начального разделителя (*SD - Start Delimiter*),
- *байт* управления доступом (*AC - Access Control*) и,
- *байт* конечного разделителя (*ED - EndDelimiter*).
- Все эти три байта входят также в состав информационного пакета

# Формат маркера сети Token-Ring



# 1. Форматы начального (SD) и конечного (ED) разделителей. 2. Формат байта управления доступом



# Формат начального (SD) разделителя

- Начальный разделитель *SD* содержит четыре нестандартных битовых интервала (рис.3). Два из них, обозначаемых *J*, представляют собой низкий уровень сигнала в течение всего битового интервала. Два других бита, обозначаемых *K*, представляют собой высокий уровень сигнала в течение всего битового интервала. Такие сбои в синхронизации легко выявляются приемником. Биты *J* и *K* никогда не могут встречаться среди битов полезной информации.

# Формат конечного (ED) разделителя

- Конечный разделитель *ED* также содержит в себе четыре бита специального вида (два бита **J** и два бита **K**), а также два единичных бита. Но, кроме того, в него входят и два информационных бита, которые имеют смысл только в составе информационного пакета:
- **Бит I** (*Intermediate*) представляет собой признак промежуточного пакета (1 соответствует первому в цепочке или промежуточному пакету, 0 – последнему в цепочке или единственному пакету).
- **Бит E** (*Error*) является признаком обнаруженной ошибки (0 соответствует отсутствию ошибок, 1 – их наличию).

# Формат байта управления доступом

- *Байт* управления доступом (АС – *Access Control*) разделен на четыре поля (рис. 4):
- *поле* приоритета (три бита),
- *бит* маркера,
- *бит* монитора и,
- *поле* резервирования (три бита).

# Биты (*поле*) приоритета

- Биты (*поле*) приоритета позволяют абоненту присваивать приоритет своим пакетам или маркеру (приоритет может быть от 0 до 7, причем 7 соответствует наивысшему приоритету, а 0 – низшему). *Абонент* может присоединить к маркеру свой пакет только тогда, когда его собственный приоритет (приоритет его пакетов) такой же или выше приоритета маркера.

# *Бит* маркера и Биты (*поле*) резервирования

- ***Бит* маркера** определяет, присоединен ли к маркеру пакет или нет (*единица* соответствует маркеру без пакета, нуль – маркеру с пакетом). *Бит* монитора, установленный в единицу, говорит о том, что данный маркер передан активным монитором.
- **Биты (*поле*) резервирования** позволяют абоненту зарезервировать свое право на дальнейший *захват* сети, то есть занять *очередь* на обслуживание. Если приоритет абонента (приоритет его пакетов) выше, чем текущее *значение* поля резервирования, то он может записать туда свой приоритет вместо прежнего. После обхода *по* кольцу в *поле* резервирования будет записан наивысший приоритет из всех абонентов. Содержимое поля резервирования аналогично содержимому поля приоритета, но говорит о будущем приоритете.
- В результате использования полей приоритета и резервирования обеспечивается возможность доступа к сети только абонентам, имеющим пакеты для передачи с наивысшим приоритетом. Менее приоритетные пакеты будут обслуживаться только *по* исчерпанию более приоритетных пакетов.

# Формат пакета (кадра) сети Token-Ring (длина полей дана в байтах)



# Назначение полей пакета (кадра).

- **Начальный разделитель (SD)** является признаком начала пакета, формат – такой же, как и в маркере.
- **Байт управления доступом (AC)** имеет тот же формат, что и в маркере.
- **Байт управления пакетом (FC – Frame Control)** определяет тип пакета (кадра).
- **Шестибайтовые MAC-адреса** отправителя и получателя пакета имеют стандартный формат, описанный в лекции 4.
- **Поле данных (Data)** включает в себя передаваемые данные (в информационном пакете) или информацию для управления обменом (в управляющем пакете).
- **Поле контрольной суммы (FCS – Frame Check Sequence)** представляет собой 32-разрядную циклическую контрольную сумму пакета (CRC).
- **Конечный разделитель (ED)**, как и в маркере, указывает на конец пакета. Кроме того, он определяет, является ли данный пакет промежуточным или заключительным в последовательности передаваемых пакетов, а также содержит признак ошибочности пакета (см. рис.3).
- **Байт состояния пакета (FS – Frame Status)** говорит о том, что происходило с данным пакетом: был ли он увиден приемником (то есть, существует ли приемник с заданным адресом) и скопирован в память приемника. По нему отправитель пакета узнает, дошел ли пакет по назначению и без ошибок или его надо передавать заново.

# Сеть Arcnet

- При создании сложных топологий необходимо следить за тем, чтобы *задержка распространения* сигналов в сети между абонентами не превышала **30 мкс**. Максимальное *затухание сигнала* в кабеле на частоте 5 МГц не должно превышать 11 дБ.
- В сети *Arcnet* используется **маркерный метод** доступа (метод передачи *права*).
- Последовательность действий абонентов при данном методе:
- Абонент, желающий передавать, ждет прихода маркера.
- Получив маркер, он посылает запрос на передачу абоненту-приемнику информации (спрашивает, готов ли приемник принять его пакет).
- Приемник, получив запрос, посылает ответ (подтверждает свою готовность).
- Получив подтверждение готовности, абонент-передатчик посылает свой пакет.
- Получив пакет, приемник посылает подтверждение приема пакета.
- Передатчик, получив подтверждение приема пакета, заканчивает свой сеанс связи. После этого маркер передается следующему абоненту по порядку убывания сетевых адресов.
- Таким образом, в данном случае пакет передается только тогда, когда есть уверенность в готовности приемника принять его. Это существенно увеличивает *надежность* передачи.

# Arcnet

- Как и любая маркерная *сеть*, *Arcnet* хорошо держит нагрузку и гарантирует величину времени доступа к сети (в отличие от *Ethernet* ). Полное время обхода маркером всех абонентов составляет 840 мс. Соответственно, этот же *интервал* определяет верхний *предел* времени доступа к сети.
- Маркер формируется специальным абонентом – **контроллером сети**. Им является *абонент* с минимальным (нулевым) адресом.
- Если *абонент* не получает свободный маркер в течение 840 мс, то он посылает в *сеть* длинную битовую последовательность (для гарантированного уничтожения испорченного старого маркера). После этого производится процедура контроля сети и назначения (при необходимости) нового контроллера.
- *Размер пакета* сети *Arcnet* составляет 0,5 Кбайта. Помимо поля данных в него входят также 8-битные адреса приемника и передатчика и 16-битная циклическая *контрольная сумма* (CRC). Такой небольшой *размер пакета* оказывается не слишком удобным при высокой интенсивности обмена *по* сети.