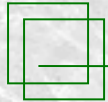


Сети ЭВМ и телекоммуникации

**Компьютерные сети,
сетевое оборудование,
топологии сетей,
методы доступа к среде**





Компьютерные сети

Классификация сетей по размерам

Рассматриваются канальный и физ. уровни модели OSI/RM

WAN (World Area Networks) – сотни километров и выше (напр., SDH)

MAN (Metropolitan Area Networks) – до десятков километров (напр., ATM, FDDI)

LAN (Local Area Networks) – условно до километра (напр., Ethernet)

PAN (Personal Area Networks) – беспровод. сети малого размера 100 м, напр., Bluetooth)

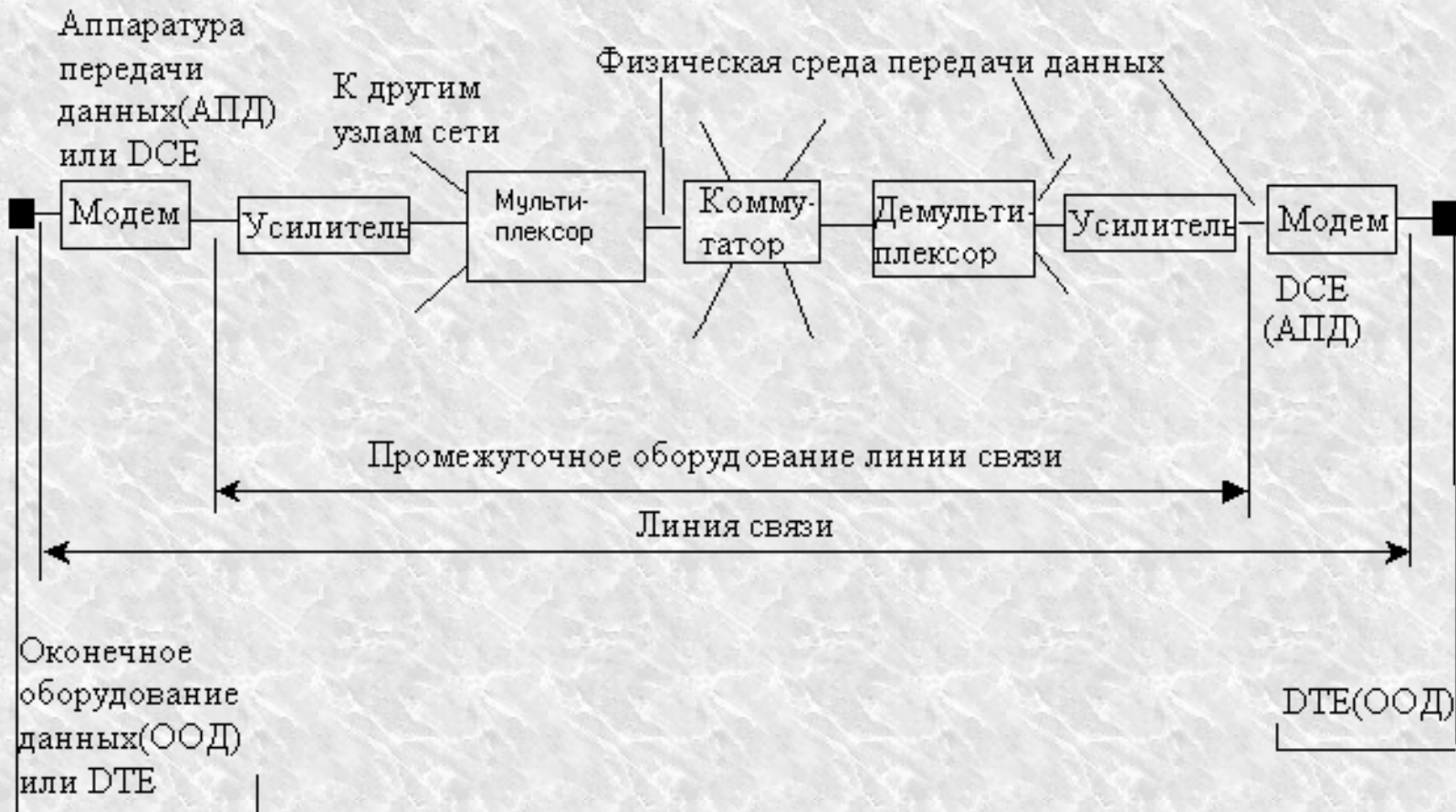
BAN (Body Area Networks, piconets) – беспроводные сети с дальностью связи в несколько метров (напр., NFC).

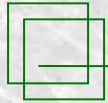
Для реализации любой сети минимальным требованием будет наличие **среды передачи информации** (кабель, радиоканал) и сетевого интерфейса. Но, для больших сетей, также необходимо другое пассивное и активное сетевое оборудование.

Следует различать среду передачи и кабель, линию и канал связи. Среда может иметь несколько кабелей, линия может иметь несколько каналов.

Компьютерные сети

Канал и линия, среда передачи данных





Компьютерные сети

Виды коммутации абонентов в сетях

Обычно в сети абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, закрепленными за ним, а **между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами**, то есть используются совместно.

Существует три принципиально различные схемы коммутации абонентов:

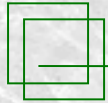
- Коммутация **каналов** (*circuit switching*) — *составные каналы*
- Коммутация **пакетов** (*packet switching*)
- Коммутация **сообщений** (*message switching*)

Будущее принадлежит технологии коммутации пакетов, как более гибкой и универсальной.

Режимы работы канала связи

- Симплексный
- Полу-дуплексный
- Дуплексный





Среда передачи

Средой передачи данных называют физическую среду, используемую для прохождения сигнала.

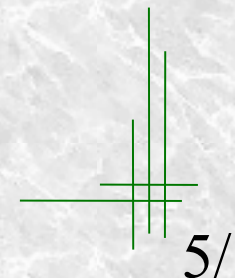
- Информация в локальных сетях чаще всего передается в **последовательном** коде, то есть бит за битом.
- При **параллельной** передаче увеличивается количество соединительных кабелей (например, в 8 раз при 8-разрядном параллельном коде), возникает проблема согласования передачи по нескольким каналам.

Выделяют **два больших класса** сред передачи данных:

- Кабельные;
- Беспроводные.

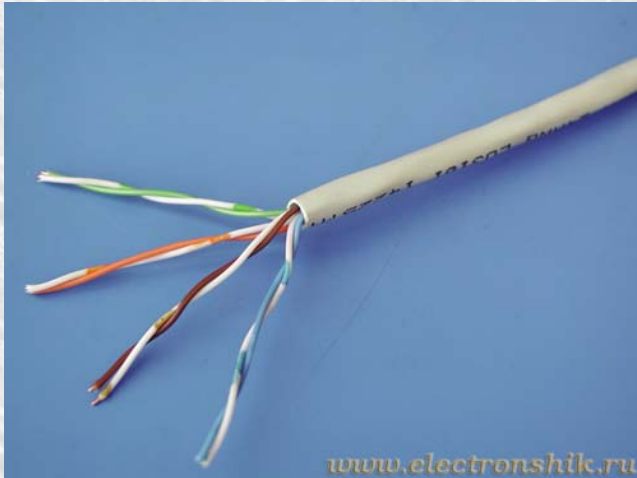
Все **кабели можно разделить** на четыре большие группы:

- электрические кабели питания (electricity cable);
- электрические коаксиальные кабели (coaxial cable);
- электрические кабели на основе витых пар проводов (twisted cable);
- оптоволоконные кабели (fiber optic).



Среда передачи

Витая пара



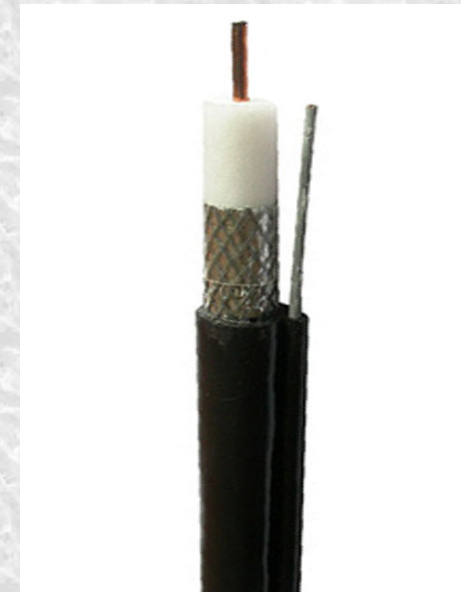
Электрический кабель

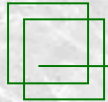


Оптоволокно



Коаксиальный кабель



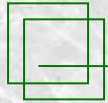


Среда передачи

Параметры кабельных систем

- **Полоса пропускания** кабеля (частотный диапазон сигналов, пропускаемых кабелем) и **затухание сигнала** в кабеле. Два этих параметра тесно связаны между собой, так как с ростом частоты сигнала растет затухание сигнала. *Затухание* измеряется в децибелах и пропорционально длине кабеля.
- **Помехозащищенность** кабеля.
- **Скорость распространения сигнала** по кабелю или, обратный параметр – **задержка сигнала** на метр длины кабеля. Этот параметр имеет принципиальное значение при выборе длины сети. Типичные величины скорости распространения сигнала – от 0,6 до 0,8 от скорости распространения света в вакууме. Соответственно типичные величины *задержек* – от 4 до 5 нс/м.
- **Волновое сопротивление** кабеля, важно учитывать при согласовании кабеля для предотвращения отражения сигнала от концов кабеля. Типичные значения волнового сопротивления – от 50 до 150 Ом.



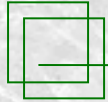


Среда передачи

Categories of unshielded twisted-pair (UTP) cables

UTP Categories - Copper Cable

UTP Category	Data Rate	Max. Length	Cable Type	Application
CAT1	Up to 1Mbps	-	Twisted Pair	Old Telephone Cable
CAT2	Up to 4Mbps	-	Twisted Pair	Token Ring Networks
CAT3	Up to 10Mbps	100m	Twisted Pair	Token Ring & 10BASE-T Ethernet
CAT4	Up to 16Mbps	100m	Twisted Pair	Token Ring Networks
CAT5	Up to 100Mbps	100m	Twisted Pair	Ethernet, FastEthernet, Token Ring
CAT5e	Up to 1 Gbps	100m	Twisted Pair	Ethernet, FastEthernet, Gigabit Ethernet
CAT6	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (55 meters)
CAT6a	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (55 meters)
CAT7	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (100 meters)



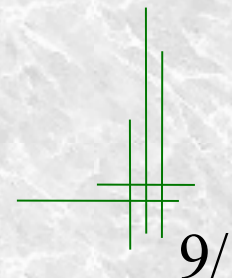
Сетевое оборудование

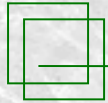
Пассивное сетевое оборудование

Пассивное оборудование - оборудование, не получающее питание от электрической сети или других источников, и выполняющее функции перераспределения сигналов или снижения уровня сигналов

Например, линия связи - кабельная система включает кабели (коаксиальный и витая пара), вилки/розетки (RG58, RJ45, RJ11, GG45), патч-панели, и т. д.

Также, к пассивному оборудованию иногда относят оборудование трассы для кабелей: кабельные лотки, монтажные шкафы и стойки, телекоммуникационные шкафы.





Сетевое оборудование

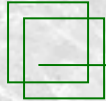
Активное сетевое оборудование

Активное оборудование — это оборудование, содержащее электронные схемы, получающее питание от электрической сети или других источников и выполняющее функции усиления, преобразования сигналов и иные.

Среди активного оборудования ЛВС можно выделить следующие основные типы устройств:

- Сетевая интерфейсная карта (NIC - network interface card)
- Повторитель (repeater)
- Концентратор (hub)
- Мост (bridge)
- Коммутатор или переключатель (switch)
- Маршрутизатор (router)
- Шлюз (gateway)
- Беспроводная точка доступа (wireless access point)





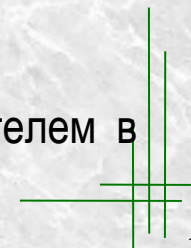
NIC - Плата сетевого адаптера

NIC - физ. интерфейс между сетью и компьютером. NIC и драйвер работают на физическом и канальном (до MAC) уровнях. LLC реализуется специальным модулем ОС единым для всех NIC и драйверов.

Назначение NIC:

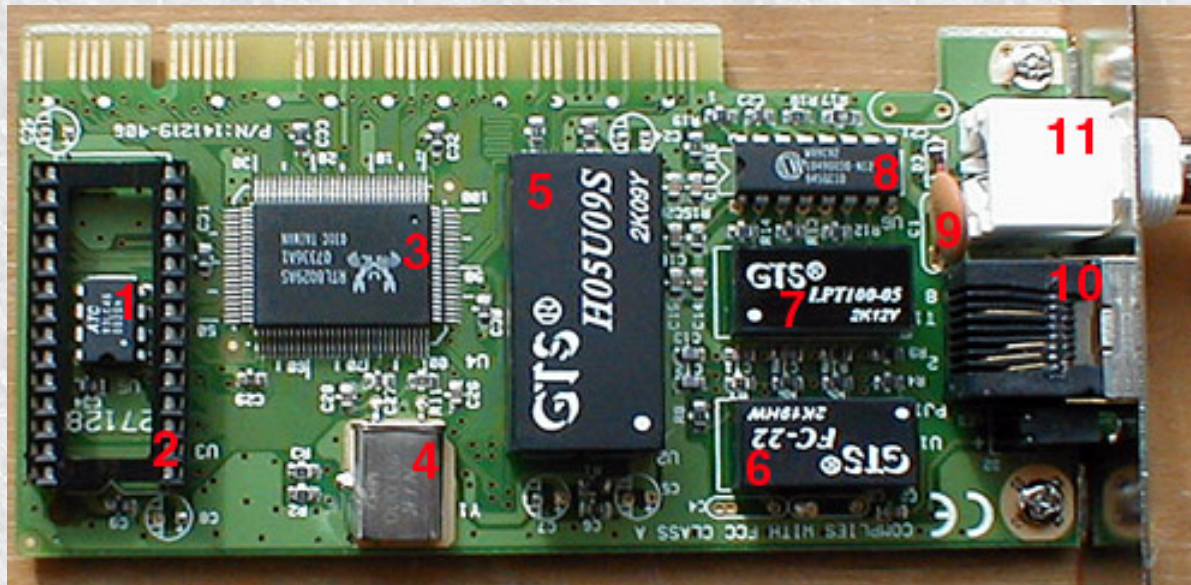
- подготовка данных, поступающих с верхних уровней к передаче (параллельные электрические в последовательные опти- или электрические сигналы, трансивер);
- прием и передача, избыточное кодирование 4b/5b, скремблирование (для равномерности спектра), линейное кодирование манчестер, NRZI, MLT3;
- управление потоком данных между компьютером и сетью, буферизация (платы связывающихся сетевых адаптеров обговаривают: макс. размер блока данных объем данных, интервалы между блоками, интервал, в течение кот. нужно послать подтверждение, объем данных, который может принять каждая плата, не переполняясь, скорость передачи данных и т.д.).

Уникальный адрес канального уровня модели OSI/RM, вносимый производителем в ПЗУ (6 байт, напр. A0-FF-53-00-25-1B).



Сетевое оборудование

Плата сетевого адаптера (PCI)



1. Флеш-память. 2. Панель под boot-rom. 3. Центральный чип. 4. Кварцевый резонатор. 5. Преобразователь напряжения из 5 в 9 Вольт. Нужен для питания трансивера 8. В сетевых картах "только TP" отсутствует. 6 и 7. Трансформаторная сборка для витой пары и коаксиала соответственно. Служит для согласования и гальванической развязки. 8. Трансивер для коаксиального кабеля. 9. Разрядник. 10 и 11. Разъемы витой пары и коаксиального кабеля.

Повторитель (Repeater)

Работает на физическом уровне модели OSI.

Это устройство служит для усиления сигнала передающегося по сетевому кабелю, что позволяет строить более протяженные линии связи.

Повторитель имеет всего два порта (или коаксиальных, или для витой пары).

Повторители в настоящее время в "чистом виде" применяются редко. Вместо них используют концентраторы.



Сетевое оборудование



Концентратор или Хаб (Hub)

Работает на физическом уровне модели OSI.

Это многопортовый повторитель.

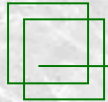
Концентратор объединяет устройства в одном домене коллизий, бывает 4-48 портовые.

Ретранслирует входящий сигнал с каждого из портов в сигнал на все остальные (подключённые) порты, реализуя, таким образом, свойственную Ethernet топологию *общая шина*, с разделением пропускной способности сети между всеми устройствами и работой в режиме *полудуплекса*.

Недостатки

- Сейчас стоимость сопоставима с более функциональным коммутатором (switch).
- Поскольку на физическом уровне узлы не изолированы друг от друга, все они будут работать со скоростью передачи данных самого худшего узла. Например, если в сети 100 Мбит/с есть всего один узел со скоростью 10 Мбит/с, то все узлы будут работать на скорости 10 Мбит/с, даже если узел 10 Мбит/с вообще не проявляет никакой информационной активности.
- Вещание сетевого трафика во все порты снижает уровень сетевой безопасности и позволяет легко подключить сниффер.





Сетевое оборудование

Мост (Bridge)

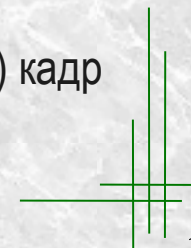
Работает на физическом и канальном уровнях сетевой модели OSI.

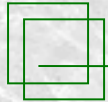
Мост обеспечивает:

- ограничение домена коллизий (сегментирует сеть);
- фильтрацию фреймов, адресованных узлу в сегменте отправителя;
- ограничение перехода из домена в домен ошибочных фреймов:
 - ✓ фреймов карликов (меньшей длины, чем допускается по стандарту (64 байта)),
 - ✓ фреймов с ошибками в CRC,
 - ✓ фреймов с признаком «коллизия»,
 - ✓ затянувшихся фреймов (размером больше, чем разрешено стандартом).

Мосты «изучают» характер расположения сегментов сети (обучаются) путём построения адресных таблиц вида «Интерфейс — MAC-адрес», в которых содержатся адреса всех сетевых устройств.

При получении из сети кадра мост сверяет MAC-адрес и передаёт (транслирует) кадр дальше в тот сегмент, которому предназначался данный кадр; если кадр принадлежит данной подсети, мост ничего не делает.





Сетевое оборудование

Коммутатор или переключатель (Switch)

Работает на физическом и канальном уровнях сетевой модели OSI.

Коммутатор перенял все функции у моста, концентратора и повторителя, добавив

к ним много дополнительных — VLAN (виртуальные LAN - позволяют на одном коммутаторе строить независимые физически сети), QoS, агрегирование, зеркалирование, возможность управления отдельными портами (отключать/включать порты, настраивать список доступных пользователей конкретных портов), коммутаторы можно объединять в одно логическое устройство — стек — с целью увеличения числа портов.

Коммутатор является "интеллектуальным" устройством, при включении он обучается и работает как hub, после построения таблицы MAC-Port коммутатор производит анализ пришедшего пакета на Destination MAC и отправку пакета на порт, где находится адресат.

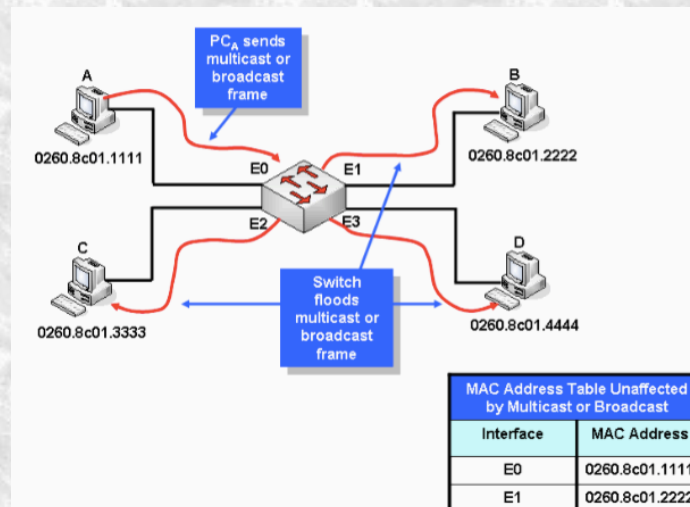
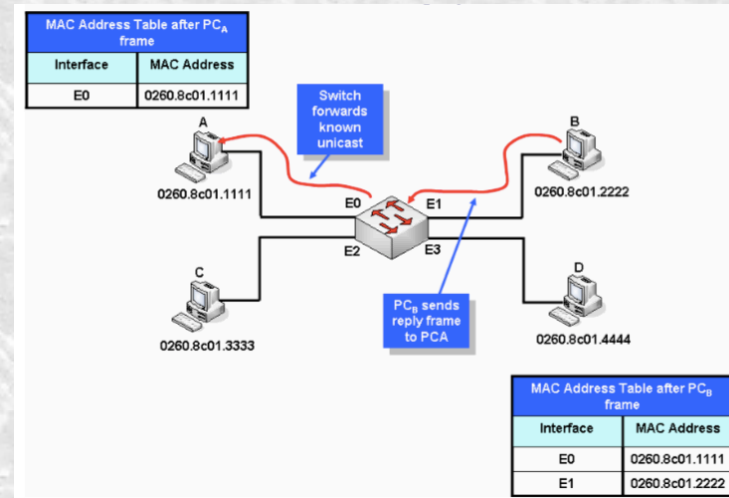
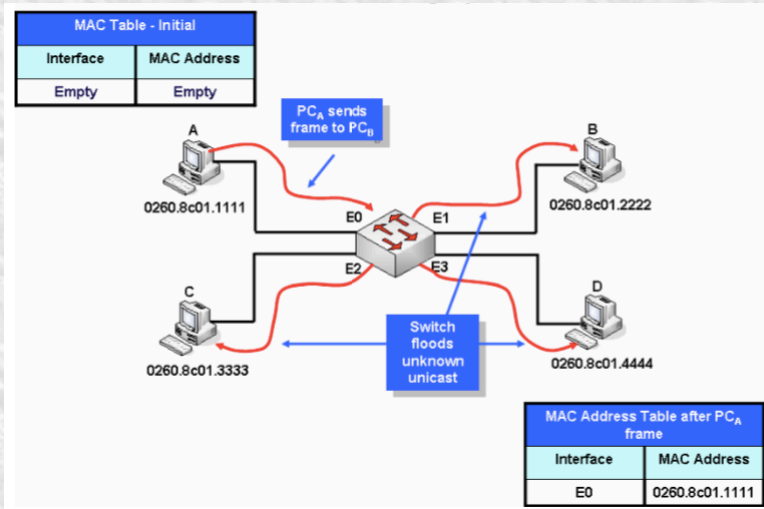
Фактически, коммутаторы в настоящее время являются наиболее популярными устройствами ЛВС.

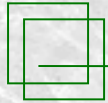


Сетевое оборудование

Коммутатор или переключатель (Switch)

Передача фрейма через свич





Сетевое оборудование

Маршрутизатор (Router)

Работает на физическом, канальном и сетевом уровнях модели OSI.



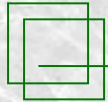
Маршрутизатор — специализированный сетевой компьютер, имеющий два или более сетевых интерфейсов и пересылающий пакеты данных между различными сегментами сети. Маршрутизатор может связывать разнородные сети различных архитектур. Для принятия решений о пересылке пакетов используется информация о топологии сети и определённые правила, заданные администратором.

Маршрутизатор в ЛВС практически не применяется, в основном его поле деятельности - WAN. Наряду с коммутатором является одним из самых сложных сетевых устройств.

Маршрутизатор является одним из примеров сетевых шлюзов.

Основная задача сетевого шлюза (gateway) — конвертировать протокол между сетями, а задача роутера принять, обработать и отправить пакеты только среди сетей, использующих одинаковые протоколы.





Топологии сетей

Топология – изучение свойств геометрических тел, которые не подвергаются изменениям при растяжении и изгибах.

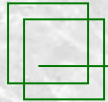
Топология сети – конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети и коммуникационное оборудование, а ребрам — электрические и информационные связи между ними.



Выбор топологии ЛВС зависит от многих факторов, например:

- способ диагностики неисправностей
- стоимость инсталляции
- тип используемого кабеля
- структура и размеры офиса
- ограничений стандарта: правило 5-4-3 (5 сегментов, 4 хаба, 3 ненагруж. сегмента) для коаксиала; 4-х хабов для вит.пары.





Топологии сетей

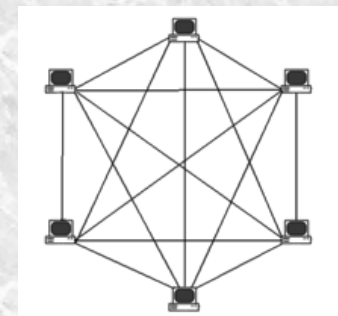
Различают физическую и логическую топологии.

Физическая топология - по схеме подсоединения линий связи (кабелей) между коммуникационными устройствами и реальному физическому расположению компонентов сети делят на: точка-точка, один-ко-многим, "общая шина", звезда, кольцо.

Логическая топология - по методу доступа к среде передачи, процедуре и порядку общения между устройствами сети делят на: общая среда передачи "общая шина", звезда, кольцо.

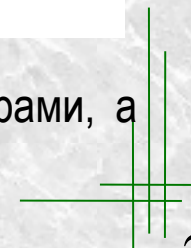
Логическая топология не всегда совпадает с физической. Сеть может иметь физическую звезду и логическую кольцевую или физическую звезду и логическую шинную топологии.

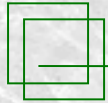
Полносвязная сеть - в которой каждый компьютер непосредственно связан со всеми остальными, что неэффективно при большом числе узлов.



Неполносвязных топологий существует несколько,

в них может применяться передача данных не напрямую между компьютерами, а через дополнительные узлы.





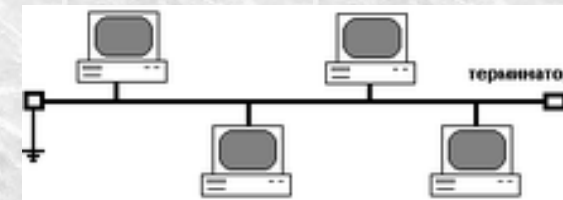
Топологии сетей

Общая шина или магистраль (Bus)

Пассивная технология, все компьютеры подключены к одному кабелю (линии), и прослушивают одну среду передачи, на концах терминаторы.

Преимущества:

- расход кабеля существенно уменьшен;
- сеть легко настраивать и конфигурировать;
- сеть устойчива к неисправностям отдельных узлов.



Недостатки:

- разрыв кабеля может повлиять на работу всей сети;
- ограниченная длина кабеля и количество рабочих станций;
- недостаточная надежность сети из-за проблем с разъемами кабеля;
- низкая производительность, т. к. канал делится между всеми абонентами.

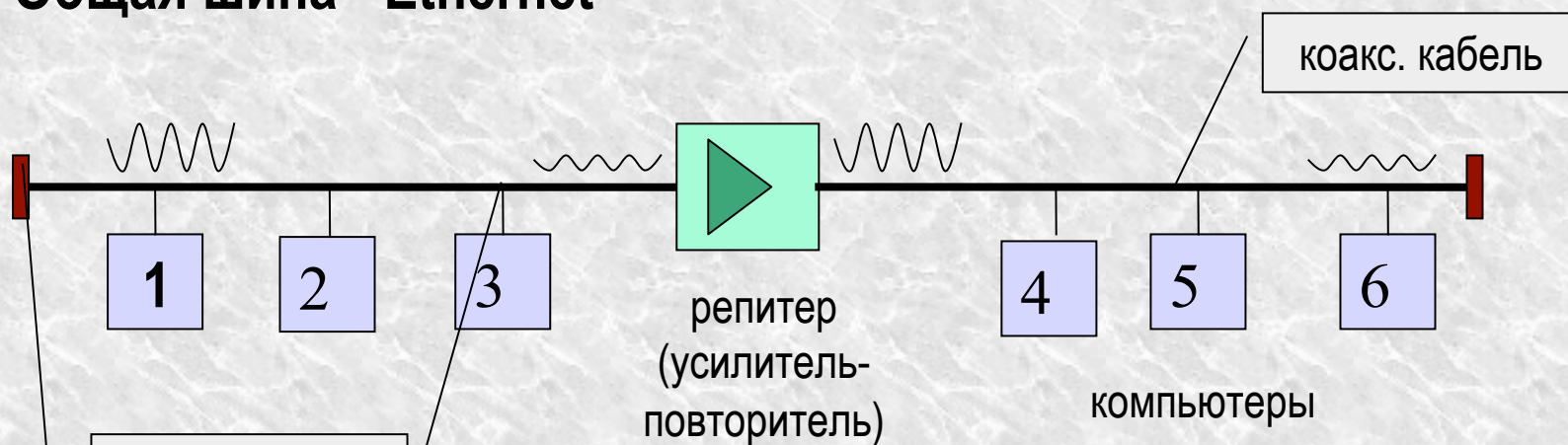
Пример:

Ethernet, построенный на коаксиальном кабеле (одновременно шинная топология и физически и логически).



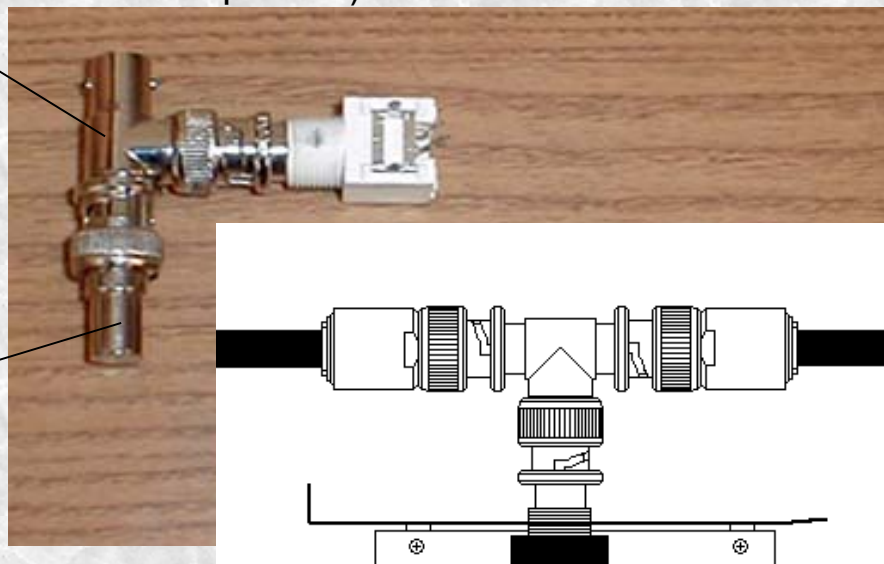
Топологии сетей

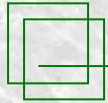
Общая шина - Ethernet



BNC коннектор

терминатор





Топологии сетей

Звезда (Star)

Физическая звезда вытеснила физическую топологию общая шина. Каждый узел подсоединяется кабелем к концентратору. Информация от передающей станции сети передаётся через хаб по всем линиям связи всем узлам, но принимается только теми станциями, которым она предназначена.

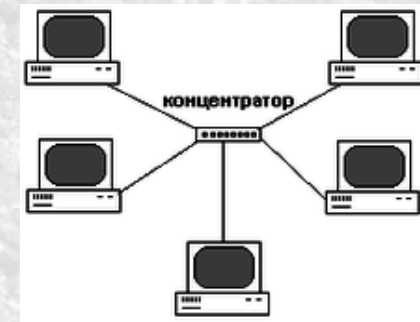
Преимущества:

- легко подключить новый узел за счет каскадирования;
- имеется возможность централизованного управления узлами;
- сеть устойчива к неисправностям отдельных узлов;
- сеть устойчива к разрывам соединения отдельных узлов;
- использование различных портов для подключения кабелей разных типов.

Недостатки:

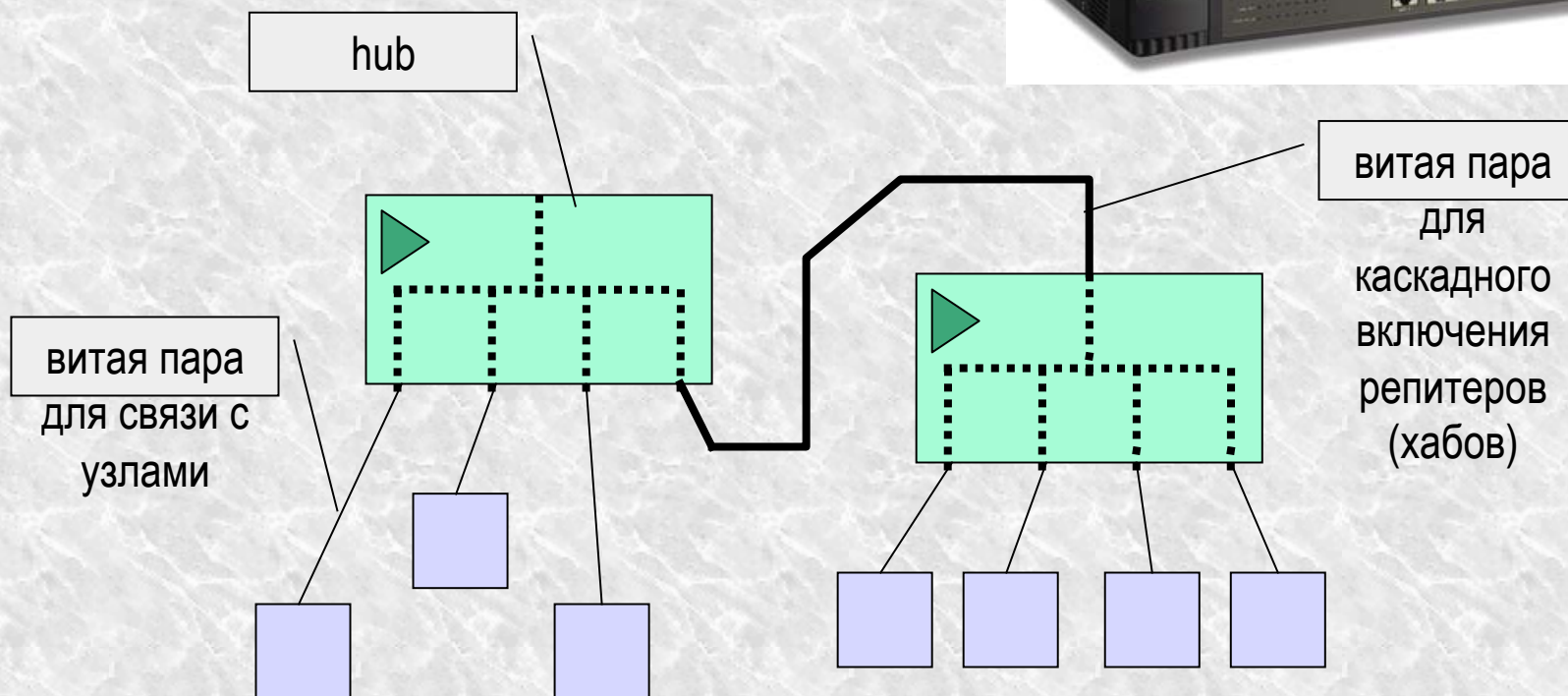
отказ хаба влияет на работу всей сети;
большой расход кабеля.

Пример: Ethernet на витой паре.

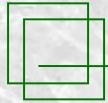


Топологии сетей

Звезда — витая пара



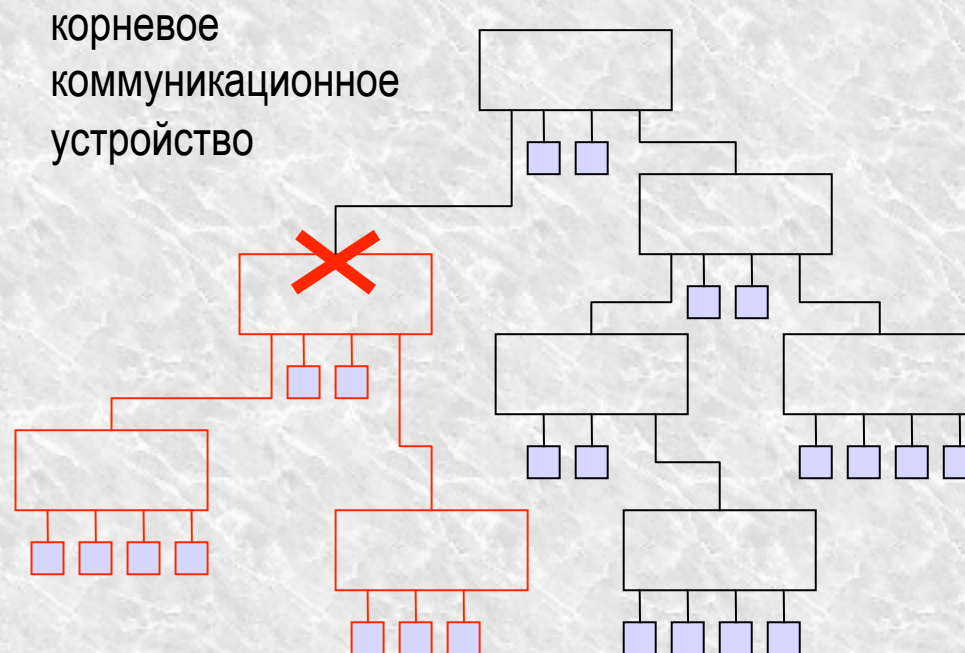
Так как передача сигналов в топологии физическая звезда является широковещательной, то логическая топология данной локальной сети является логической шиной.

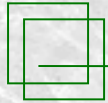


Топологии сетей

Древовидная топология (иерархическая)

Устройство на высшем уровне иерархии управляет распространением трафика между устройствами низшего уровня иерархии (наличие иерархии говорит о признаках логической топологии). Отказ одного из управляющих устройств влечет за собой отказ всей нижеследующей ветки. Возможны перегрузки сети. Проблема закольцовывания хабов. Правило 4-хаба для стандарта Ethernet 10.





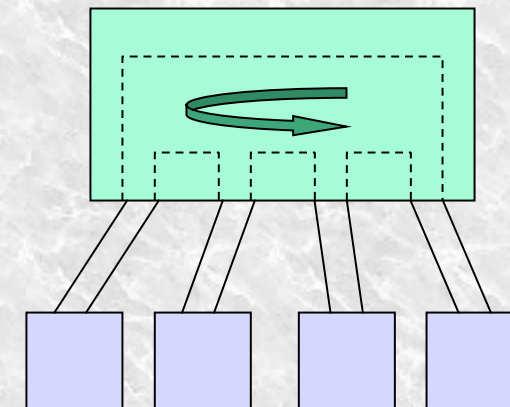
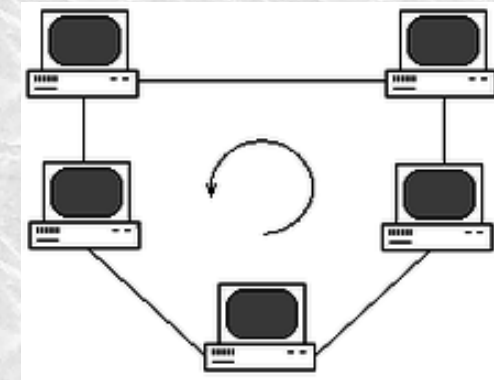
Топологии сетей

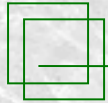
Топология кольцо (Ring)

Кольцо: каждый компьютер в роли репитера (необходима активность) ,одно направление передачи сигналов, продвижения маркера и информационных кадров.

Основной недостаток - повреждение линии связи в одном месте или отказ ПК приводит к неработоспособности всей сети.

Из-за ненадёжности чистое кольцо на практике заменяется различными модификациями кольцевой топологии, например, применяется физическая топология звезда на концентраторе или коммутаторе.





Топологии сетей

Другие физические топологии

Комбинированные технологии: звезда-шина, звезда-кольцо.

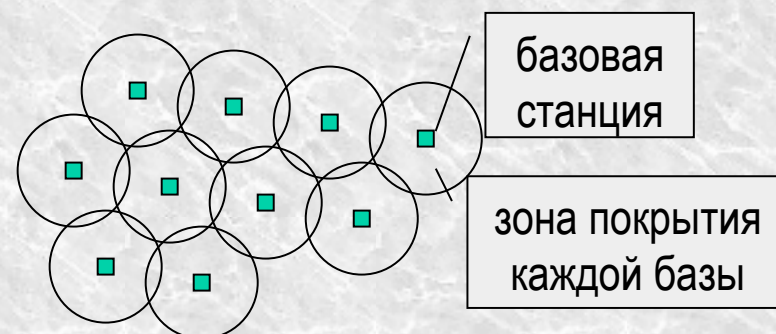
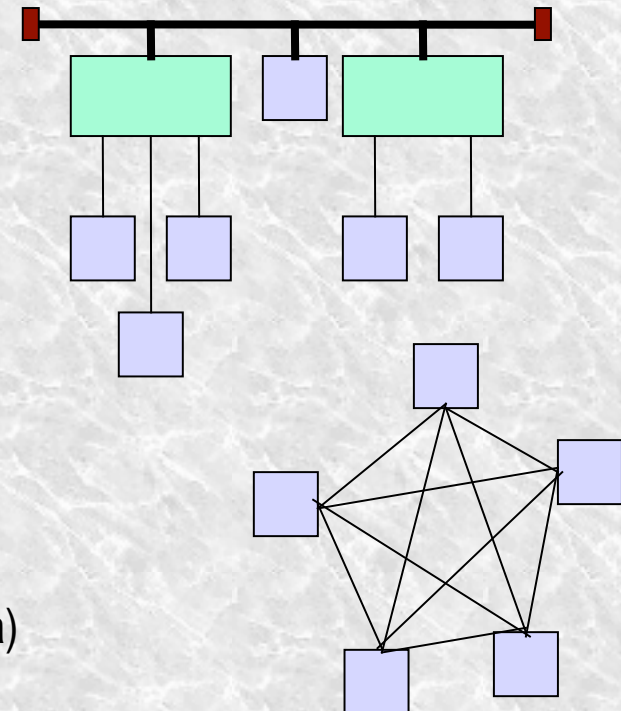
Концентраторы соединены магистральной линейной шиной или используют звезду на основе главного концентратора.

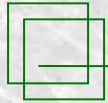
Сеть (mesh): все со всеми.

Спутниковая связь: один ко многим в 1 сторону (не звезда)

Точка-точка (point-to-point): один к одному

Соты (радиодоступ), мобильные сети: базовые станции часто связаны между собой обычными наземными каналами.





Методы доступа к среде

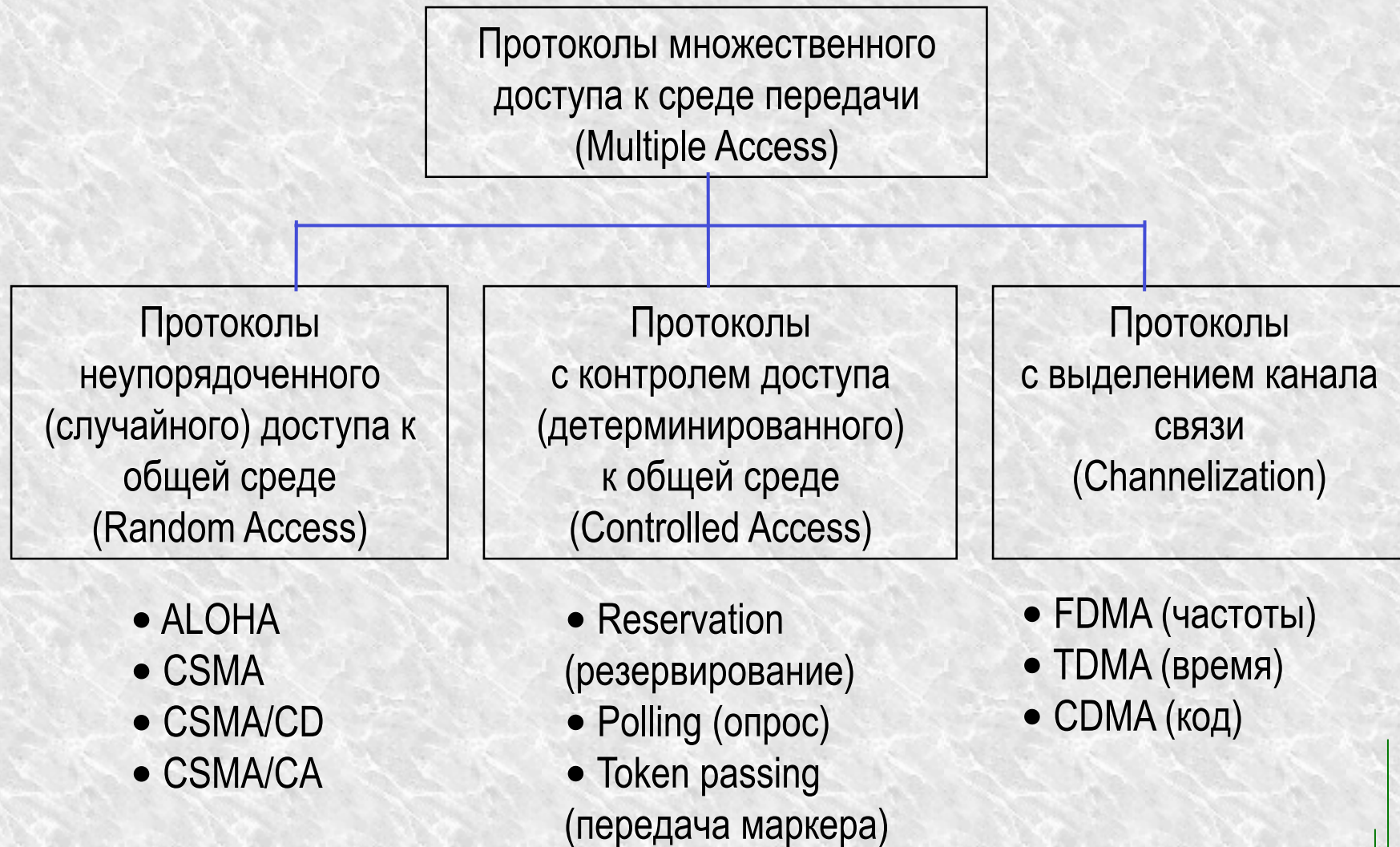
Преимущества и недостатки разделяемой среды

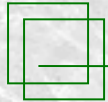
- Использование разделяемых сред позволяет *упростить* логику работы узлов сети - в каждый момент времени выполняется только одна передача - > нет необходимости в буферизации кадров в транзитных узлах.
- Основной недостаток разделяемой среды — плохая масштабируемость. Этот недостаток является принципиальным, так как независимо от метода доступа к среде ее пропускная способность делится между всеми узлами сети.
- Действует правило: *как только коэффициент использования общей среды превышает определенный порог, очереди к среде начинают расти нелинейно, и сеть становится практически неработоспособной.*

В сетях АЛОНА значение коэффициент использования общей среды является крайне низким — всего около 18%, в сетях Ethernet — около 30%, а в сетях Token Ring и FDDI он вырос до 60-70 %.



Методы доступа к среде



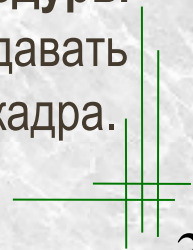


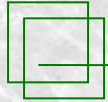
Методы доступа к среде

Методы случайного доступа

Метод случайного доступа – основан на том, что узел, у которого есть кадр для передачи, пытается его отправить без согласования времени использования среды с другими узлами.

- Метод случайного доступа является **децентрализованным**, он не требует наличия в сети специального узла, который играл бы роль арбитра, регулирующего доступ к среде.
- Результатом этого является высокая вероятность **коллизий**, то есть случаев одновременной передачи кадра несколькими станциями.
- Во время коллизии происходит наложение сигналов нескольких передатчиков, из-за чего информация всех передаваемых на периоде коллизии кадров **искажается**.
- Способом улучшения случайного доступа является введение **процедуры прослушивания среды** перед передачей. Узел не имеет права передавать кадр, если он обнаруживает, что среда уже занята передачей другого кадра.





Методы доступа к среде

Методы детерминированного доступа

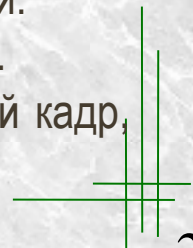
В методах детерминированного доступа определяется максимальное время ожидания доступа к среде передачи данных, используется два механизма - передача токена и опрос.

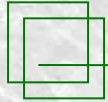
Передача токена обычно реализуется *децентрализованно*.

- Каждый компьютер, получивший токен, имеет право на использование разделяемой среды в течение фиксированного промежутка времени — *времени удержания токена*.
- После истечения этого промежутка компьютер передаёт токен другому компьютеру.
- Во время удержания токена компьютер передает свои кадры.

Алгоритмы опроса чаще всего основаны на *централизованной* схеме.

- В сети существует выделенный узел, играющий роль **арбитра** в споре узлов за среду.
- Арбитр периодически опрашивает узлы сети, есть ли у них кадры для передачи.
- Собрав заявки на передачу, арбитр решает, какому узлу он предоставит среду.
- Затем арбитр сообщает свое решение выбранному узлу, и тот передает свой кадр, захватывая разделяемую среду.
- После завершения передачи кадра фаза опроса повторяется.





Методы доступа к среде

Сравнение алгоритмов доступа

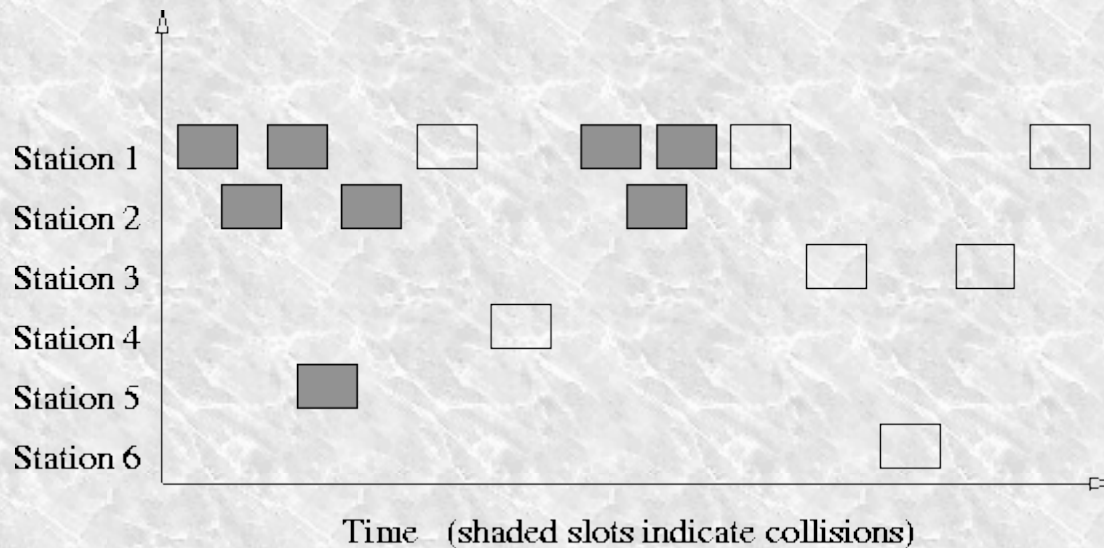
- При небольшой загрузке сети более эффективными являются алгоритмы случайного доступа, так как они позволяют передать кадр немедленно, не тратя время на процедуры определения права доступа к среде.
- Достоинство алгоритмов детерминированного доступа – более эффективная работа при большой загрузке сети, когда коэффициент использования приближается к единице.
- Достоинство детерминированных методов доступа также заключается в том, что они могут выставлять приоритеты трафика, а значит, поддерживать требования QoS.



Методы доступа к среде

Pure (чистая) ALOHA

- Отсутствует контроль состояния среды.
- Отсутствует проверка конфликта.
- Необходимо подтверждение правильного приема. Передатчик не получив подтверждение (например, ответного сигнала) осуществляет повторную передачу информации через случайный интервал времени $>t$.
- Пропускная способность среды передачи не превышает 18,4 %.



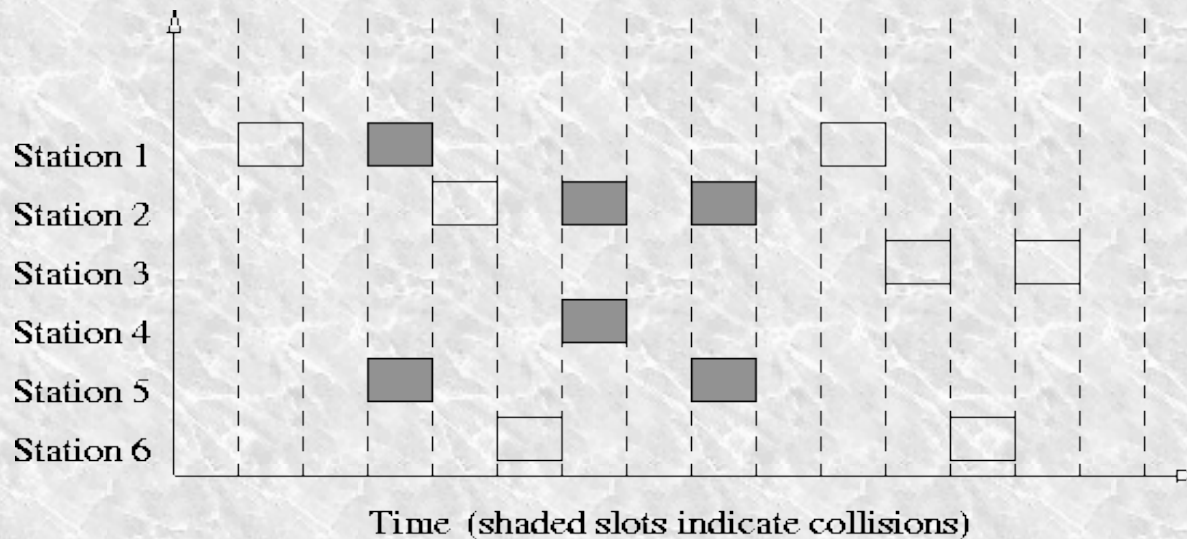
<http://ankitjainarain.blogspot.ru/2009/10/computer-networks-cs425-multiplexing.html>



Методы доступа к среде

Slotted ALOHA

- Время передачи разделяется на временные отрезки (слоты), и каждая станция может начать передачу только в начале слота.
- Станция, пропустившая этот момент, должна ждать следующий слот, а значит, станция, начавшая передачу в начале слота, закончит без конфликта свой кадр.
- Конфликт возникает, если две станции пытаются начать передачу в начале слота.
- Критическое время уменьшается в два раза, что повышает пропускную способность общего ресурса передающей среды до 36,5%.



<http://ankitjainarain.blogspot.ru/2009/10/computer-networks-cs425-multiplexing.html>



Методы доступа к среде

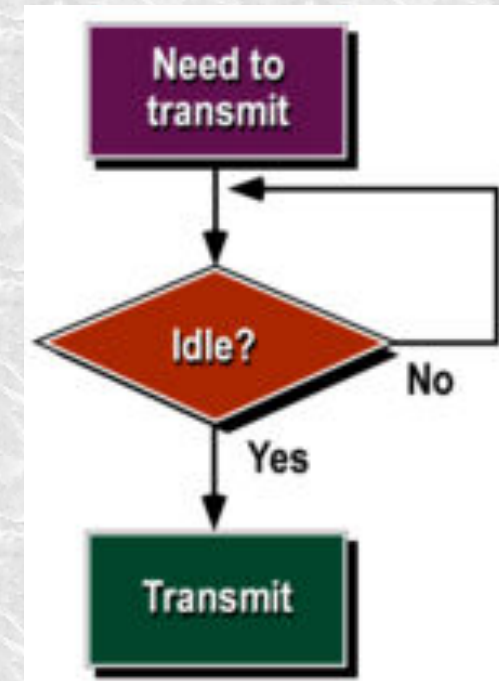
CSMA

Carrier Sense Multiple Access - множественный доступ с прослушиванием несущей.

Передача начинается если среда свободна.

Между кадрами делается пауза, чтобы отдать среду другим.

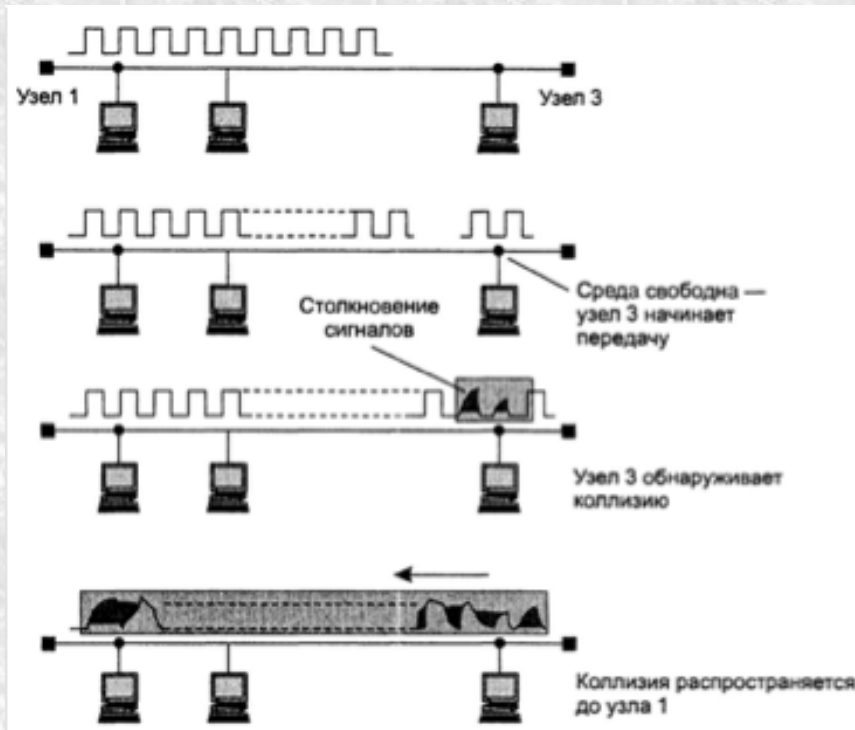
Недостаток. Механизм прослушивания среды и пауза между кадрами не гарантируют исключения такой ситуации, когда две или более станции одновременно решают, что среда свободна, и начинают передачу своих кадров, приводящую к возникновению коллизии.



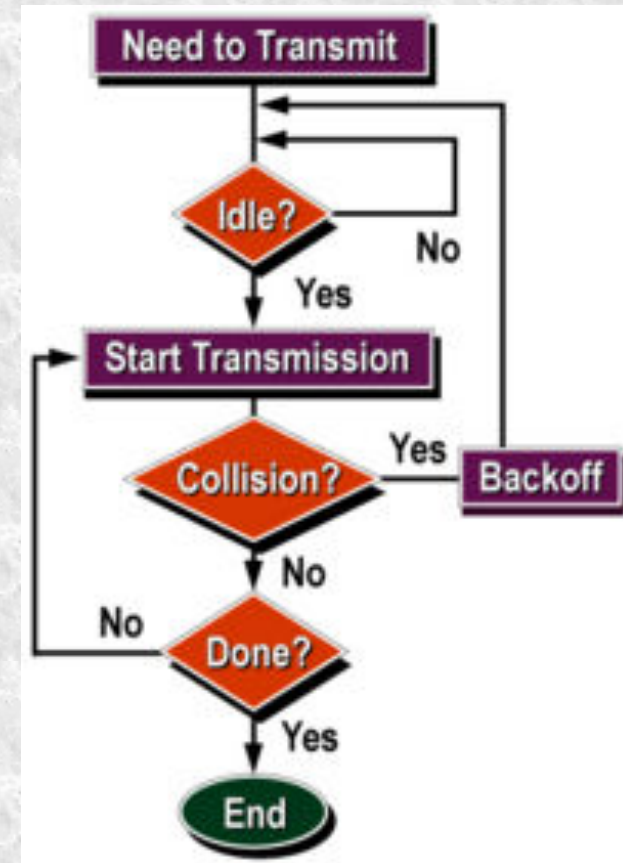
Методы доступа к среде

CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access Collision Detection

Множественный доступ с прослушиванием несущей и обнаружением коллизий. Эффективно работает при удельной нагрузке среды 0,3 (пропускной способности 30%). Используется в Ethernet и IEEE802.3



Возникновение коллизии

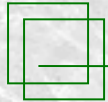


Методы доступа к среде

CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access Collision Detection

Станция проверяет, свободна ли среда передачи, после этого ждет технологическую паузу, если конфликт не возникнет, то станция захватывает среду. При обнаруженном конфликте пауза увеличивается в случайном интервале, что предотвращает возможность повторного одновременного занятия среды. После 15 попыток констатируется поломка сети.





Методы доступа к среде

CSMA/CA

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance) — множественный доступ с прослушиванием несущей и предотвращением коллизий.

1. Узел, готовый послать кадр, прослушивает линию. При отсутствии несущей он посылает короткий сигнал запроса на передачу (RTS) и определенное время ожидает ответа (CTS) от адресата назначения.
2. При отсутствии ответа (подразумевается возможность коллизии) попытка передачи откладывается, при получении ответа в линию посылается кадр.
3. При запросе на широковещательную передачу (RTS содержит адрес 255) CTS не ожидается.

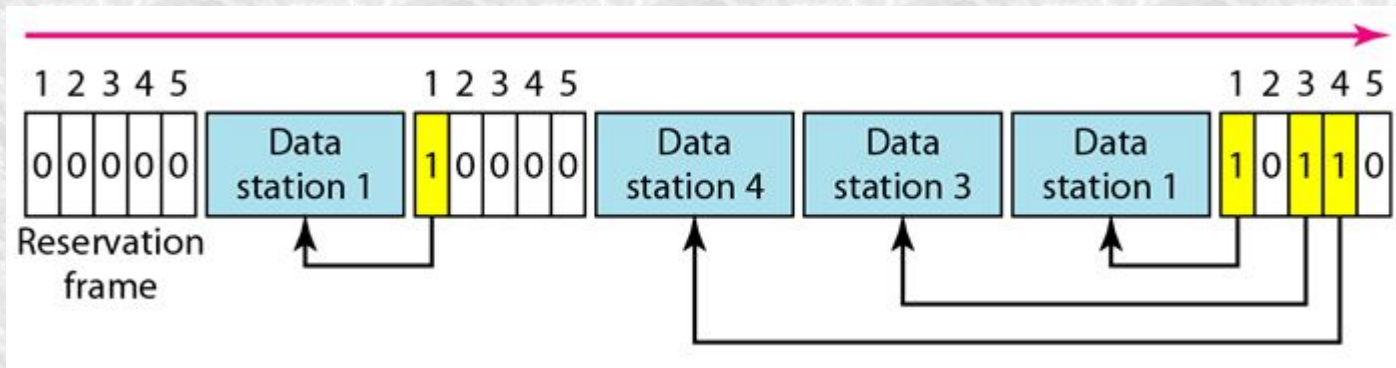
Избегание коллизий полезно на практике в тех ситуациях, когда своевременное обнаружение коллизии невозможно — например, при использовании радиопередатчиков или в WIFI сети (IEEE802.11).



Методы доступа к среде

Reservation

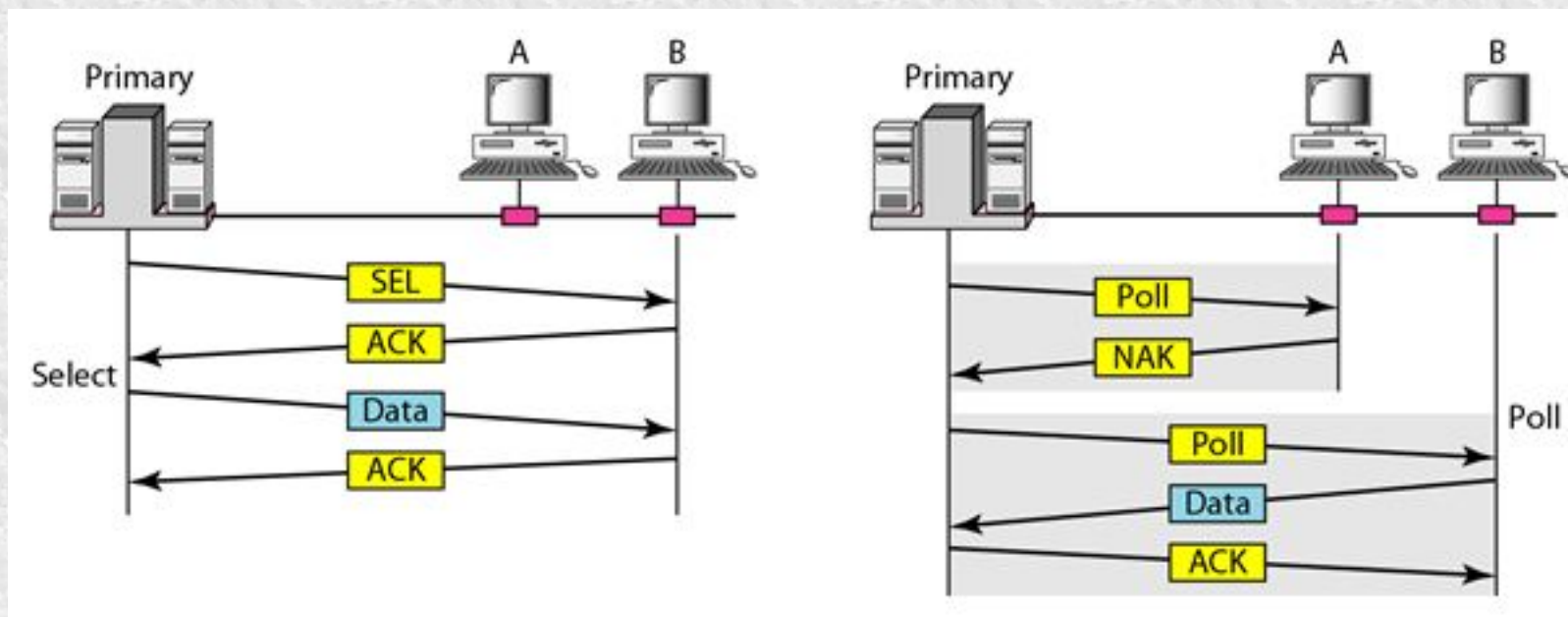
Когда станции необходимо передать данные в среду передачи, она выставляет бит в минислоте, а затем после кадра с резервированием имеет право отправить данные.



Методы доступа к среде

Polling

Polling — голосование. При этом методе доступа одно устройство опрашивает и контролирует доступ остальных устройств сети (master, controller), обычно топологией сети является звезда или общая шина.

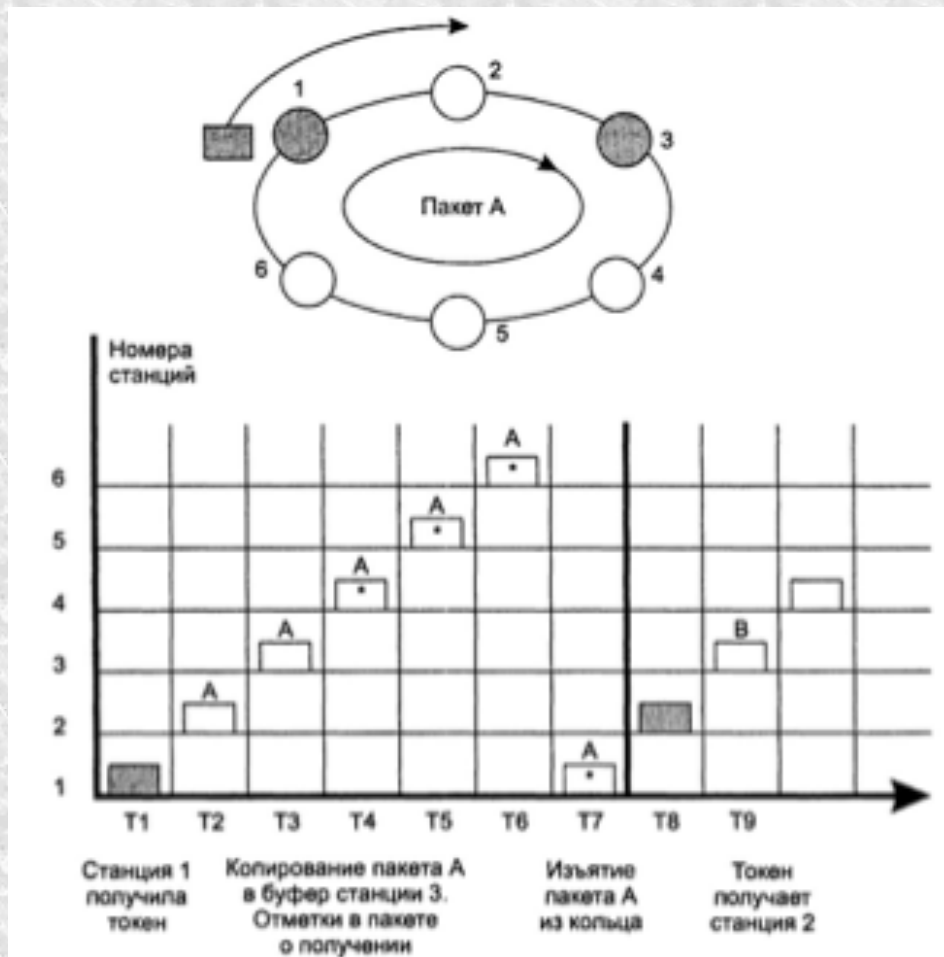


Передача конечному узлу

Запрос данных от узла

Методы доступа к среде

Token passing (логическая топология)



Станция, которая принимает маркер (токен), действует следующим образом:

Если у нее нет данных для передачи, она с мин. задержкой транслирует маркер следующей станции.

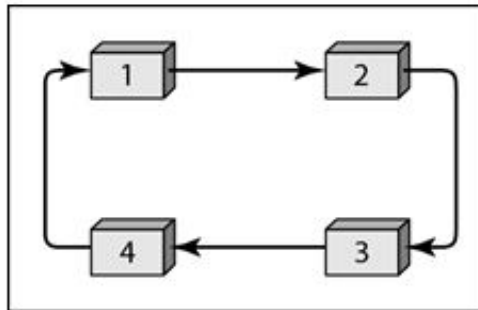
Если у станции есть данные, то она "захватывает" маркер и может удерживать его в течение одного круга (кадра), после чего передает его следующей станции.

Благодаря этому алгоритму в каждый момент времени передачу данных осуществляет одна станция, и в такой среде нет конфликтов.

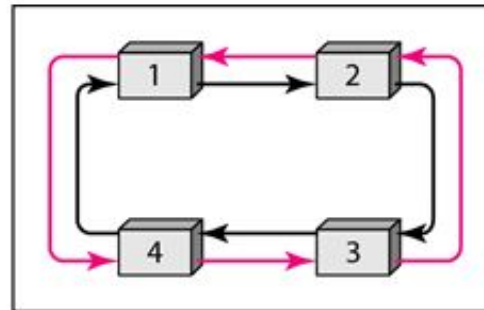
Сеть с маркерным доступом может успешно функционировать даже в условиях сильной нагрузки до 100%.

Методы доступа к среде

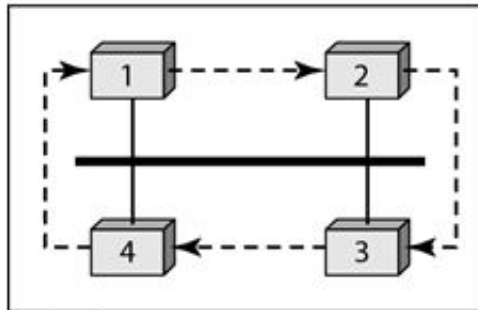
Token passing (физические топологии)



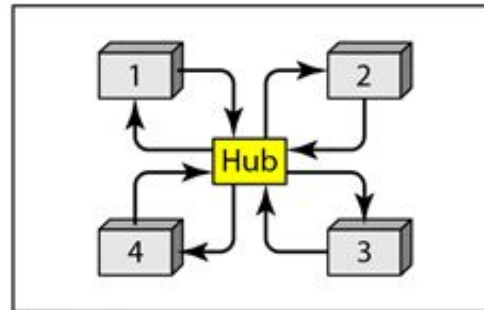
a. Physical ring



b. Dual ring



c. Bus ring



d. Star ring

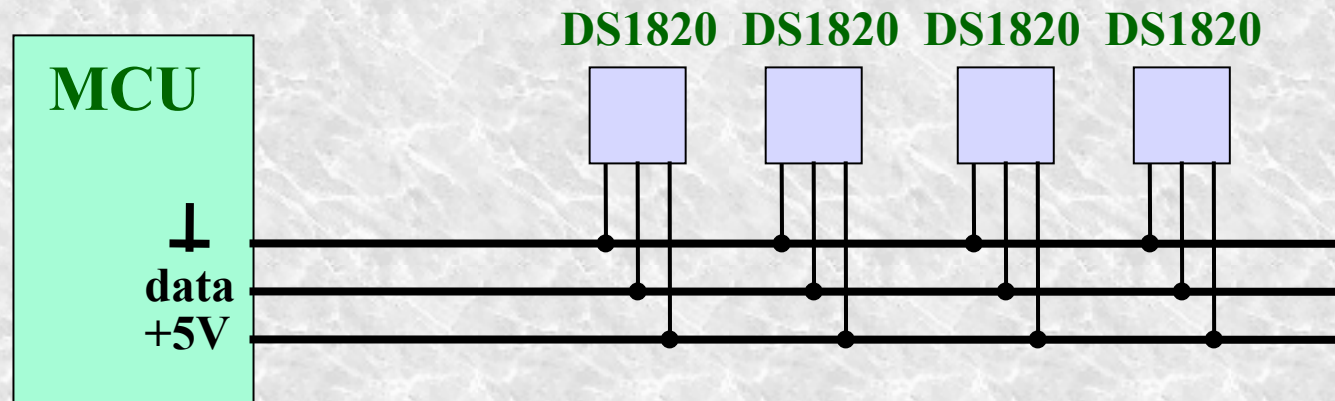
Метод доступа с передачей маркера используется в IEEE802.4 и IEEE802.5

Относится к сети в которой станции образуют физическое или логическое кольцо.

При физическом кольце каждая станция физически соединена с единственной предыдущей и с единственной последующей станциями.

При логическом кольце это делается с помощью соответствующей адресации, независимо от физической структуры.

Вопрос



Дано:

1. Все устройства (например, датчики DS1820) подключаются параллельно по одним и тем же трем проводам к микроконтроллеру MCU.
2. Каждый датчик имеет свой собственный уникальный 8-байтовый идентификационный номер.
3. Микроконтроллер последовательно опрашивает все датчики по возрастанию их номеров.

Вопрос:

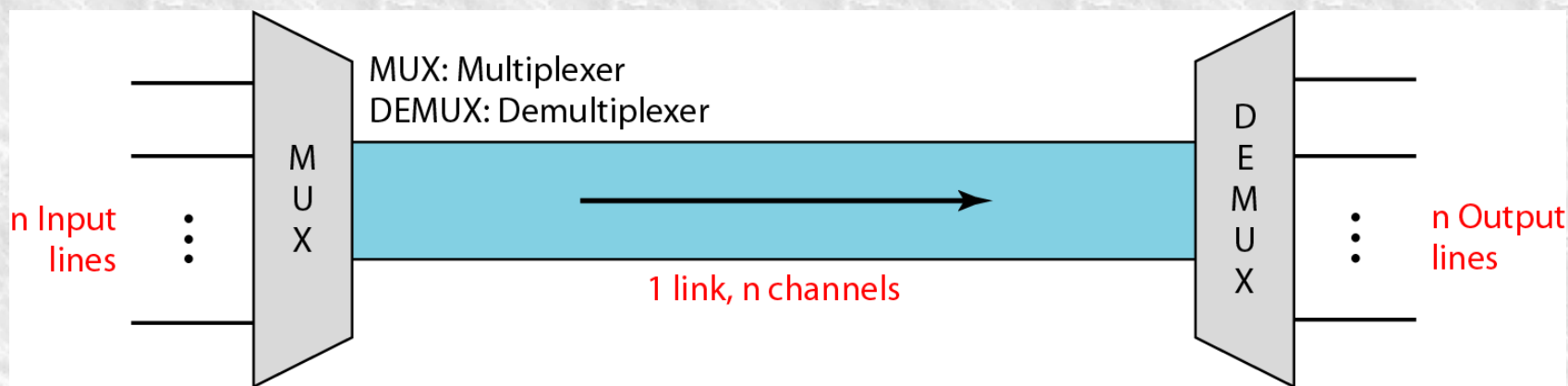
Какова физическая и логическая топология в этом случае?



Методы уплотнения линий связи

Методы уплотнения (разделения) линий связи между каналами

Линия связи дорогое удовольствие, но она может использоваться не только как один канал попеременно парами абонентов, но и вмещать несколько каналов связи одновременно (уплотнение или разделение линии связи).



Методы коллективного абонентского доступа позволяют более эффективно использовать широкополосные линии связи и обеспечивают доступ к магистральным линиям связи в местах концентрации абонентов.

Методы уплотнения линий связи

Протоколы уплотнения с выделением канала связи

DMA - Division Multiple Access (or Multiplexing Abonents)

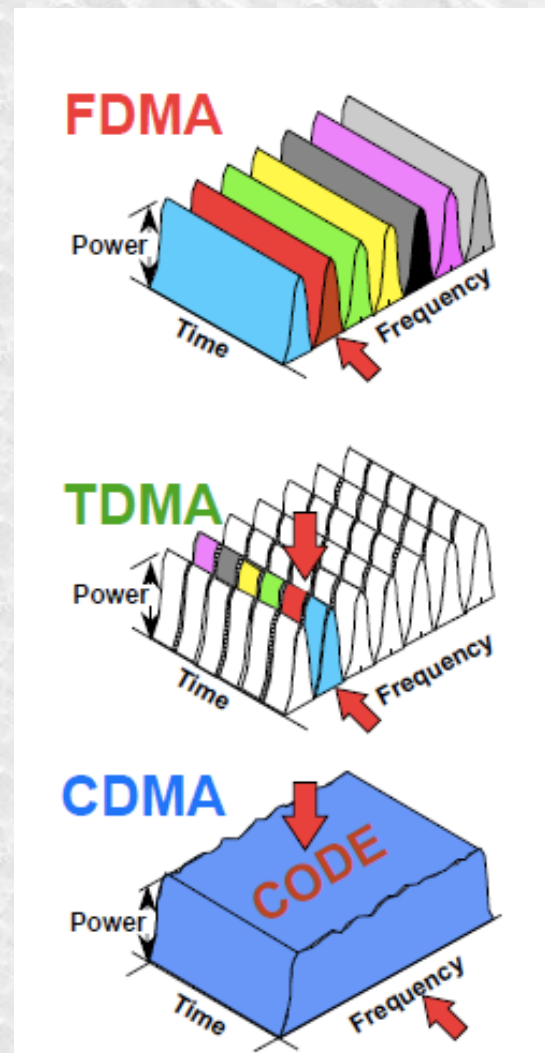
FDMA — частотные (frequency)

WDMA — волновые (wave)

TDMA — временные (time)

CDMA — кодовые (code)

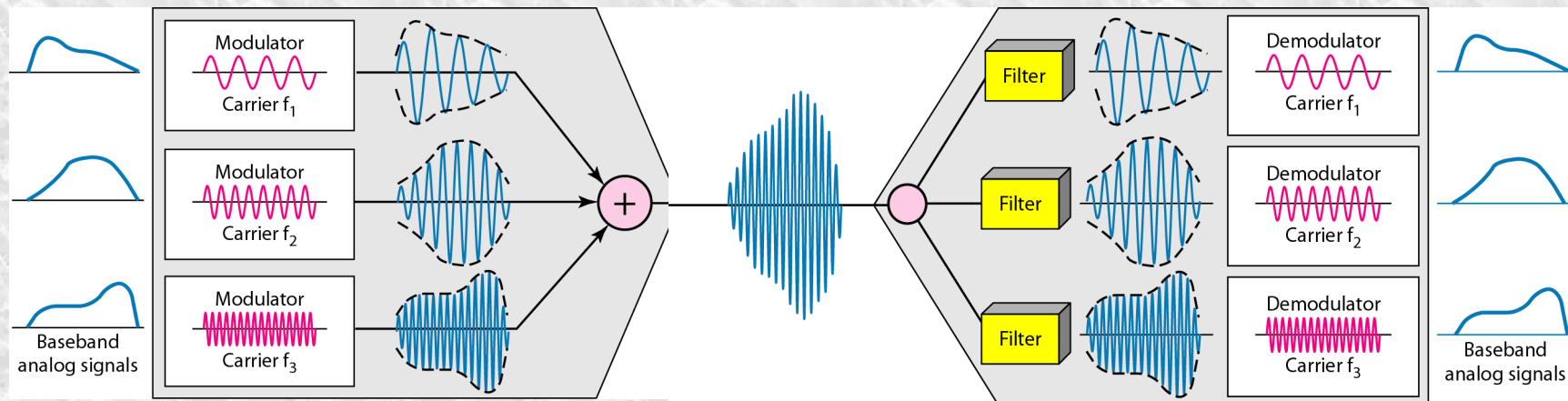
SDMA — пространственные (space)
сотовая и WiFi связь.



Методы уплотнения линий связи

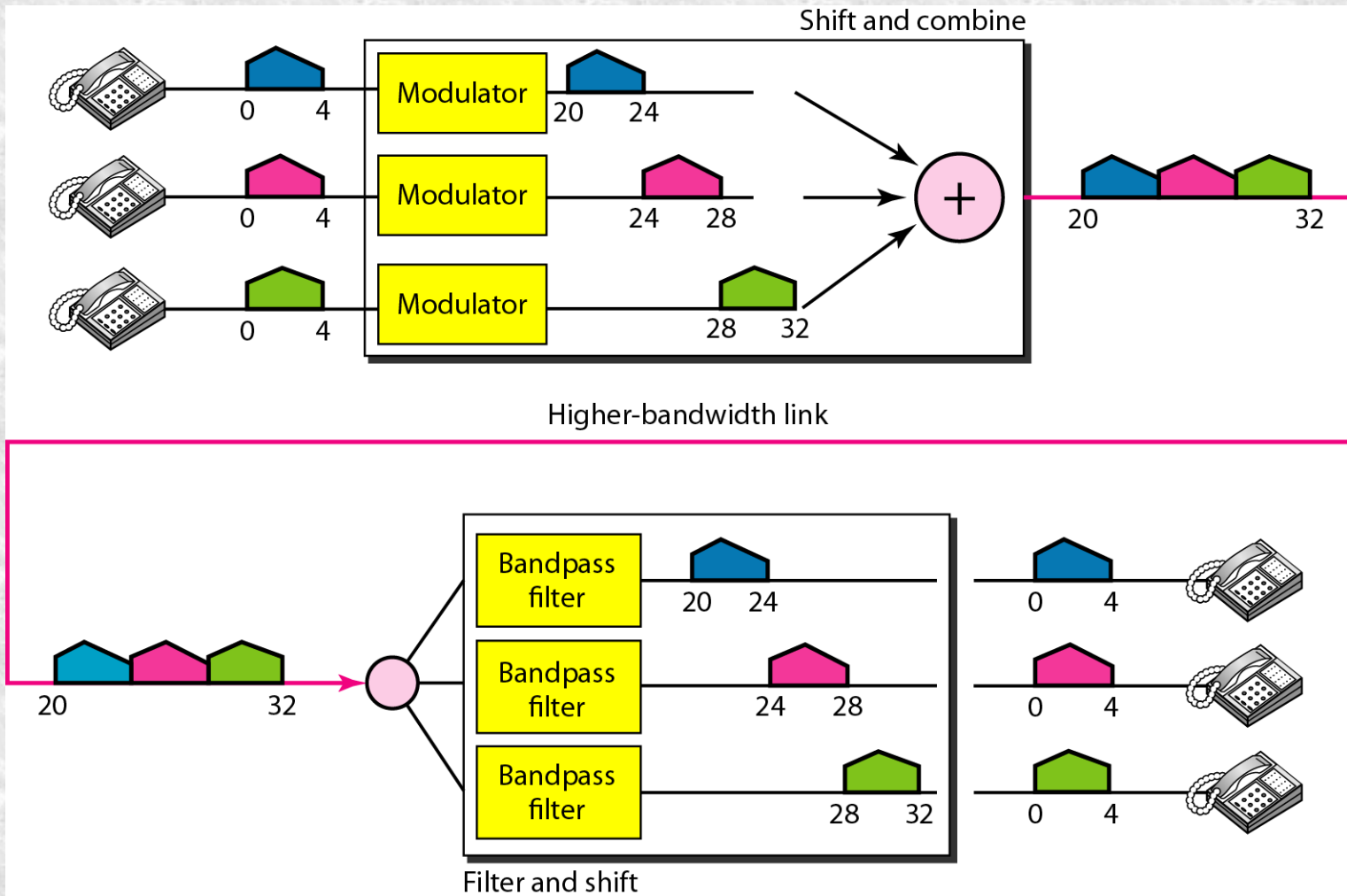
FDMA - Frequency Division Multiple Access.

FDM is an analog multiplexing technique that combines analog signals.



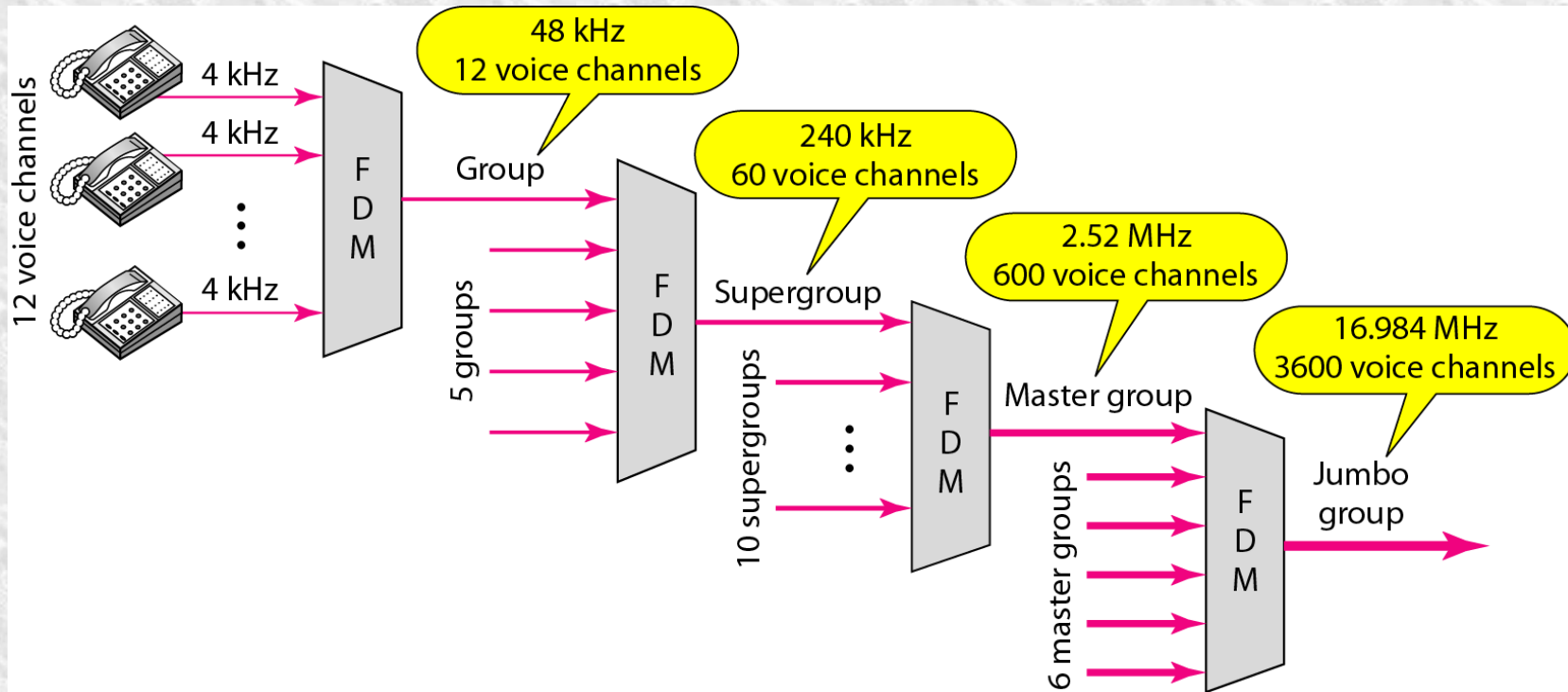
Методы уплотнения линий связи

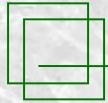
FDMA. Principe Shift and Combine.



Методы уплотнения линий связи

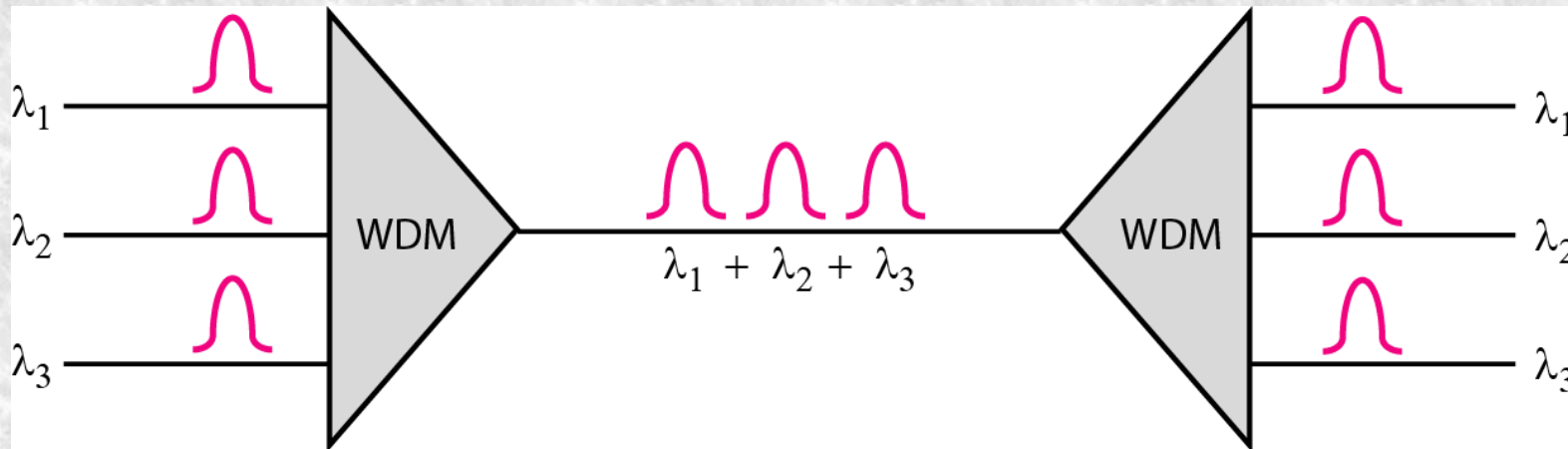
FDMA. Analog Hierarchy.



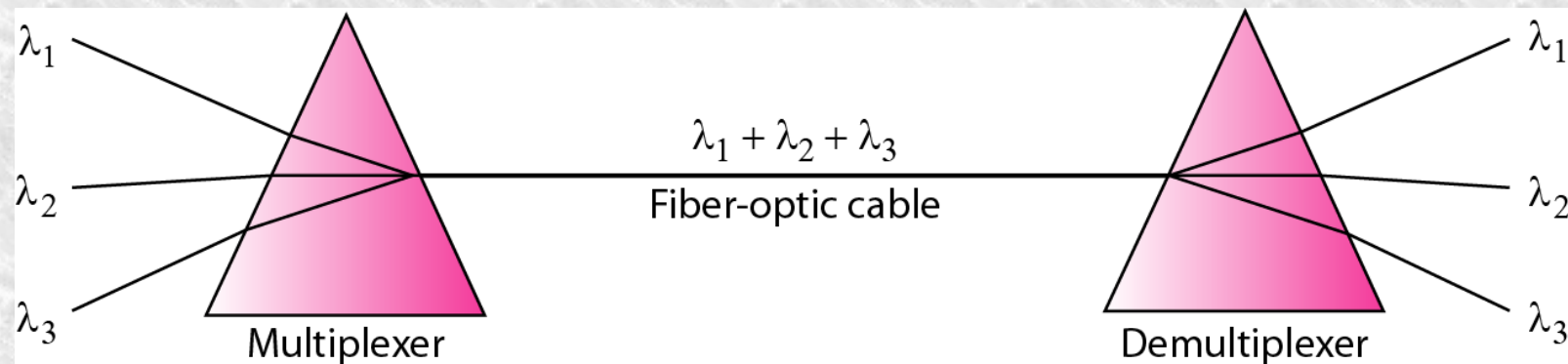


Методы уплотнения линий связи

WDM - Wavelength Division Multiple Access.



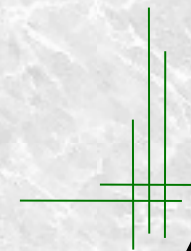
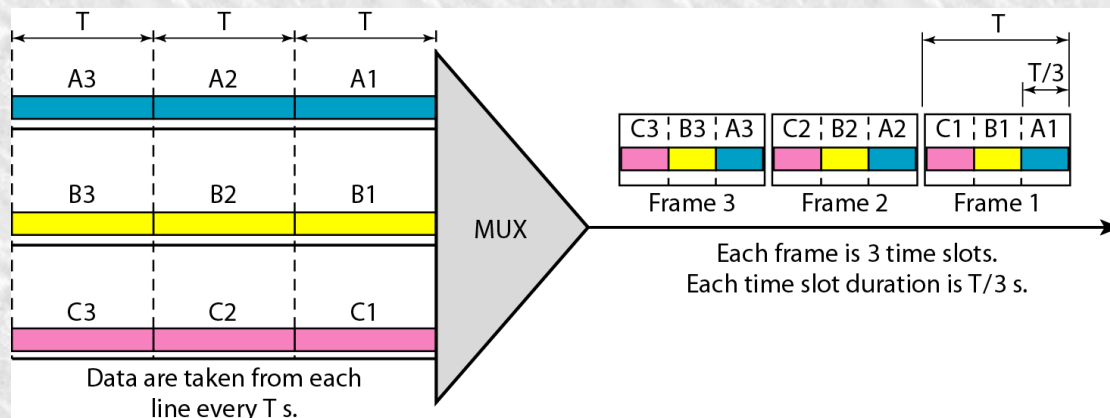
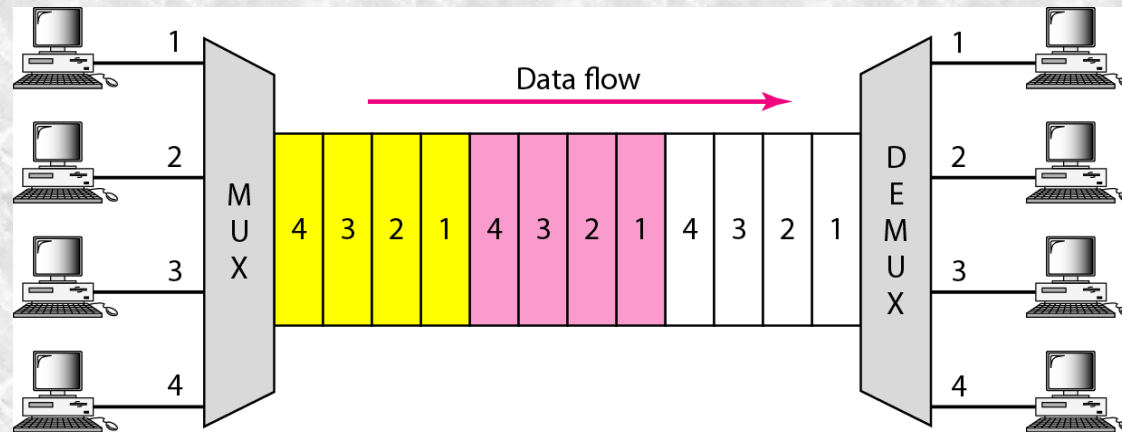
Prisms in wavelength-division multiplexing and demultiplexing



Методы уплотнения линий связи

TDMA - Time Division Multiple Access.

TDM is a digital multiplexing technique for combining several low-rate digital channels into one high-rate one.

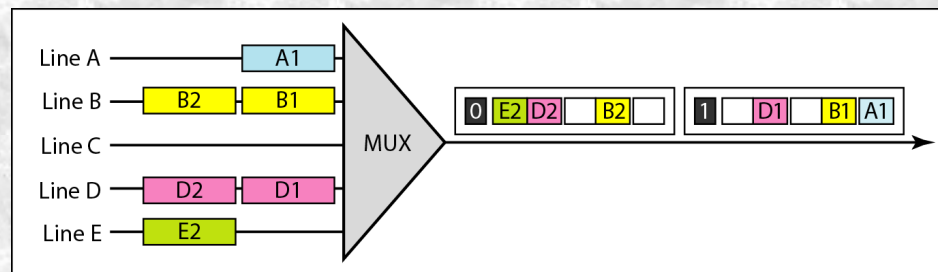


Методы уплотнения линий связи

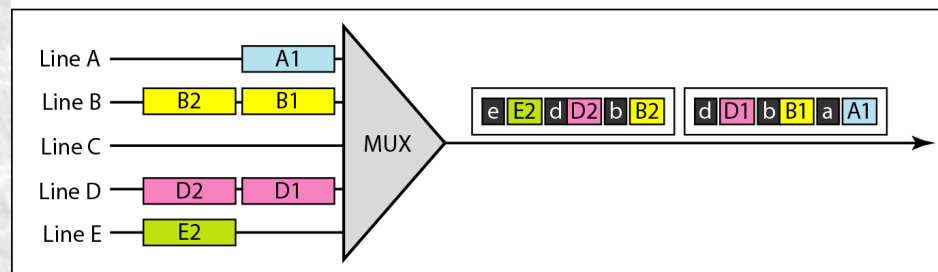
TDMA – Synchronous and Statistical slots.

Эффективность использования полосы пропускания линии связи в TDM.

- Sometimes an input link may have no data to transmit.
- When that happens, one or more slots on the output link will go unused.
- That is wasteful of bandwidth.



a. Synchronous TDM

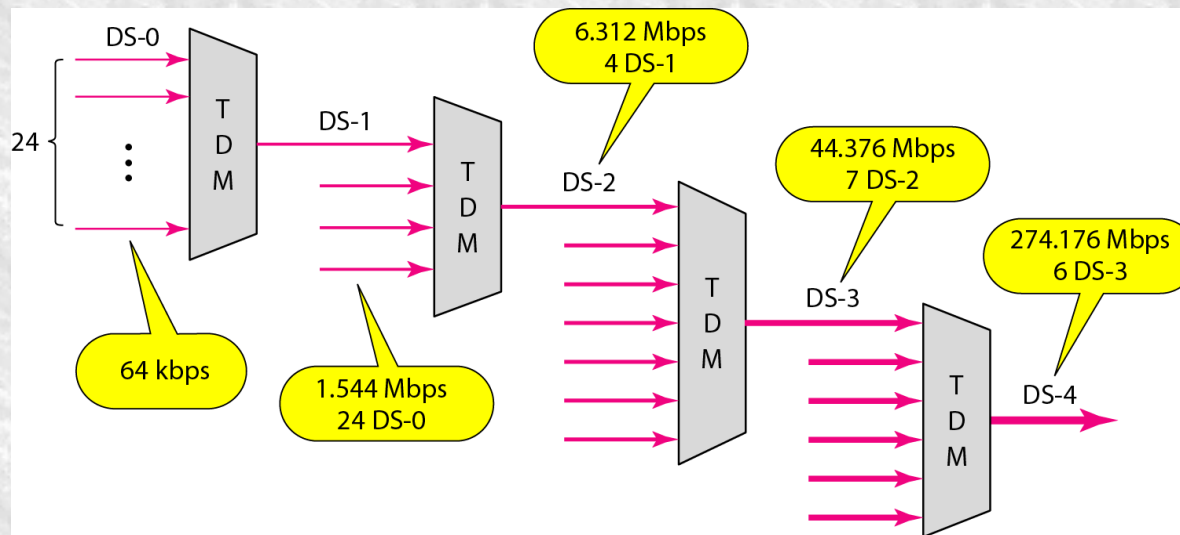


b. Statistical TDM



Методы уплотнения линий связи

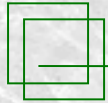
TDMA. Digital Hierarchy.



DS, T and E line rates

<i>Service</i>	<i>Line</i>	<i>Rate (Mbps)</i>	<i>Voice Channels</i>
DS-1	T-1	1.544	24
DS-2	T-2	6.312	96
DS-3	T-3	44.736	672
DS-4	T-4	274.176	4032





Методы уплотнения линий связи

CDMA – Code Division Multiple Access.

CDMA - множественный доступ с кодовым разделением каналов, используется в 3G мобильной связи, принцип впервые описан в 1935 году советским ученым Д. Агеевым.

Каждый передатчик модулирует сигнал с применением присвоенного в данный момент каждому пользователю отдельного числового кода, приёмник, настроенный на аналогичный код, может вычленять из общей какофонии радиосигналов ту часть сигнала, которая предназначена данному приёмнику.

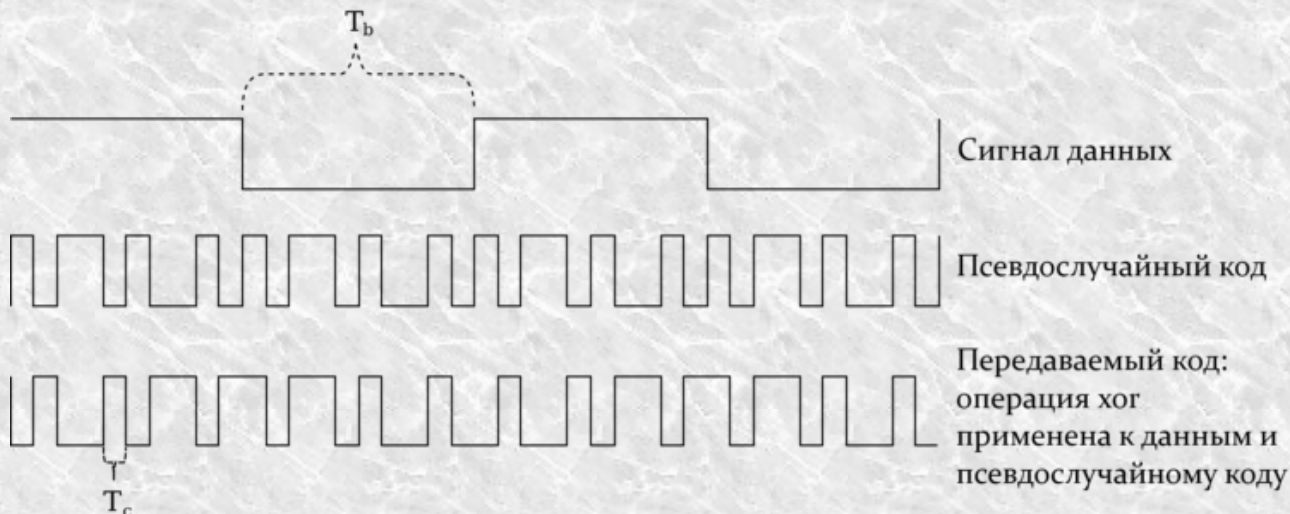
В явном виде отсутствует F или T разделение каналов, каждый абонент постоянно использует всю ширину канала. **Преимущества:**

- Гибкое распределение ресурсов. При кодовом разделении нет строгого ограничения на число каналов. С ростом числа абонентов возрастают ошибки декодирования ==> снижается качество канала, но нет отказа в обслуживании.
- Более высокая защищённость каналов. Выделить нужный канал без знания его кода трудно, т. к. вся полоса частот равномерно заполнена шумоподобным сигналом.
- **Телефоны CDMA** имеют меньшую пиковую мощность излучения и потому позволяют **более экономно расходовать батарею и более безопасны чем GSM.**

Методы уплотнения линий связи

CDMA – Principe.

Сигнал данных с длительностью импульса T_b комбинируется при помощи операции XOR с более быстрым шумоподобным псевдослучайным сигналом кодовым сигналом с длительностью импульса T_c . Так как $T_c \ll T_b$, то ширина полосы частот получаемого сигнала намного больше, чем у сигнала данных. Величина T_b/T_c называется базой сигнала и определяет верхний предел числа пользователей, поддерживаемых базовой станцией одновременно.



Плотность ЭМИ

