

Информационное общество и компьютерные сети

Эволюция компьютерных сетей

Первые компьютерные сети

- Требовался доступ к компьютеру с терминалов, удаленных на определенное расстояние:
 - Терминалы соединялись с компьютерами через телефонные сети с помощью модемов.
- Появились системы с удаленными соединениями типа:
 - Терминал - компьютер;
 - Компьютер - компьютер.

Первые глобальные сети

- Первыми появились глобальные сети (Wide Area network, WAN) - сети, объединяющие территориально рассредоточенные компьютеры.
- Введена передача информации по принципу коммутации пакетов.

Первые глобальные сети

- В 1969 году министерство обороны США инициировало работы по объединению в единую сеть суперкомпьютеров оборонных и научно-исследовательских центров - сеть ARPANET.
- Сеть ARPANET объединяла компьютеры разных типов, работающие под управлением различных операционных систем (ОС) с дополнительными модулями, реализующими коммуникационные протоколы, общие для всех компьютеров сети.
 - Первые сетевые операционные системы.

Первые локальные сети

- Создание больших интегральных схем (БИС).
- Производство миникомпьютеров.
 - Управление технологическим оборудованием;
 - Управление складом;
 - Другие задачи;
- Появление концепции распределения компьютерных ресурсов по всему предприятию.
- Все компьютеры одной организации по-прежнему продолжали работать автономно.

Первые локальные сети

- **Локальные сети (Local Area Network, LAN)** - это объединения компьютеров, сосредоточенных на небольшой территории, обычно в радиусе 1-2 км.
- **Сетевая технология** - это согласованный набор программных и аппаратных средств (например, драйверов, сетевых адаптеров и разъемов), а так же механизмов передачи данных по линиям связи, достаточный для построения вычислительной сети.
- С 80-х годов утверждаются стандартные сетевые технологии - Ethernet, Arcnet, Token Ring, Token Bus, FDDI.

Хронология событий компьютерных сетей

Этап	Время
Первые глобальные сети связи компьютеров, первые эксперименты с пакетными сетями	Конец 60-х
Начало передач по телефонным сетям голоса в цифровой форме	Конец 60-х
Появление больших интегральных схем, первые мини-компьютеры, первые нестандартные локальные сети	Начало 70-х
Создание сетевой архитектуры IBM SNA	1974
Стандартизация технологии X.25	1974
Появление персональных компьютеров, создание Интернета в современном виде, установка на всех узлах стека TCP/IP	Начало 80-х
Появление стандартных технологий локальных сетей	Середина 80-х
Начало коммерческого использования Интернета	Конец 80-х
Изобретение WEB	1991

Конвергенция сетей

сближение локальных и глобальных сетей

Отличие между локальными и глобальными сетями:

- Протяженность и качество линий связи;
- Сложность методов передачи данных;
- Скорость обмена данными;
- Разнообразие услуг.

Конвергенция сетей

сближение локальных и глобальных сетей

Интеграция локальных и глобальных сетей:

- Использование волоконно-оптических линий связи - сети SDH, DWDM;
- Повышение требования к протоколам глобальных компьютерных сетей - технологии Frame Relay, ATM;
- Доминирование протокола IP, объединяющего различные подсети в единую сеть;
- Расширение спектра услуг в глобальных сетях;
- Intranet - технологии;
- Развитие методов обеспечения защиты информации;
- Появление городских сетей (Metropolitan area network, MAN)

Конвергенция

компьютерных и телекоммуникационных сетей

- **Телекоммуникационные сети** - телефонные сети, радиосети и телевизионные сети.
- **Компьютерные сети** - предназначались для передачи алфавитно-цифровой информации (данных) - **сети передачи данных**.
- **Мультисервисные сети** - способные предоставлять услуги как компьютерных, так и телекоммуникационных сетей.

Конвергенция

компьютерных и телекоммуникационных сетей

Мультисервисные сети

- Цифровые сети с интегрированным обслуживанием (Integrated Services Digital Network, ISDN);
- Мультисервисная сеть нового поколения (Next Generation Network - NGN или New Public Network - NPN);

Технологическое сближение сетей происходит на основе цифровой передачи информации различного типа, метода коммутации пакетов и программирования услуг.

Общие принципы построения сетей



Простейшая сеть из двух компьютеров

- Исторически главной целью объединения компьютеров в сеть было **разделение ресурсов**:
 - Периферийные устройства (принтеры, диски, сканеры и др.);
 - Данные (запоминающие устройства);
 - Вычислительная мощность.
- Для совместного использования ресурсов сети, компьютеры необходимо оснастить некоторыми **дополнительными сетевыми средствами**.

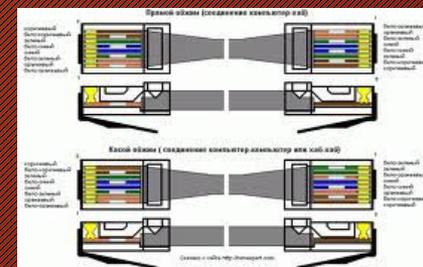


Сетевые интерфейсы

- **Интерфейс** – формально определенная логическая и/или физическая граница между взаимодействующими независимыми объектами. Интерфейс задает параметры, процедуры и характеристики взаимодействия объектов.

Сетевые интерфейсы

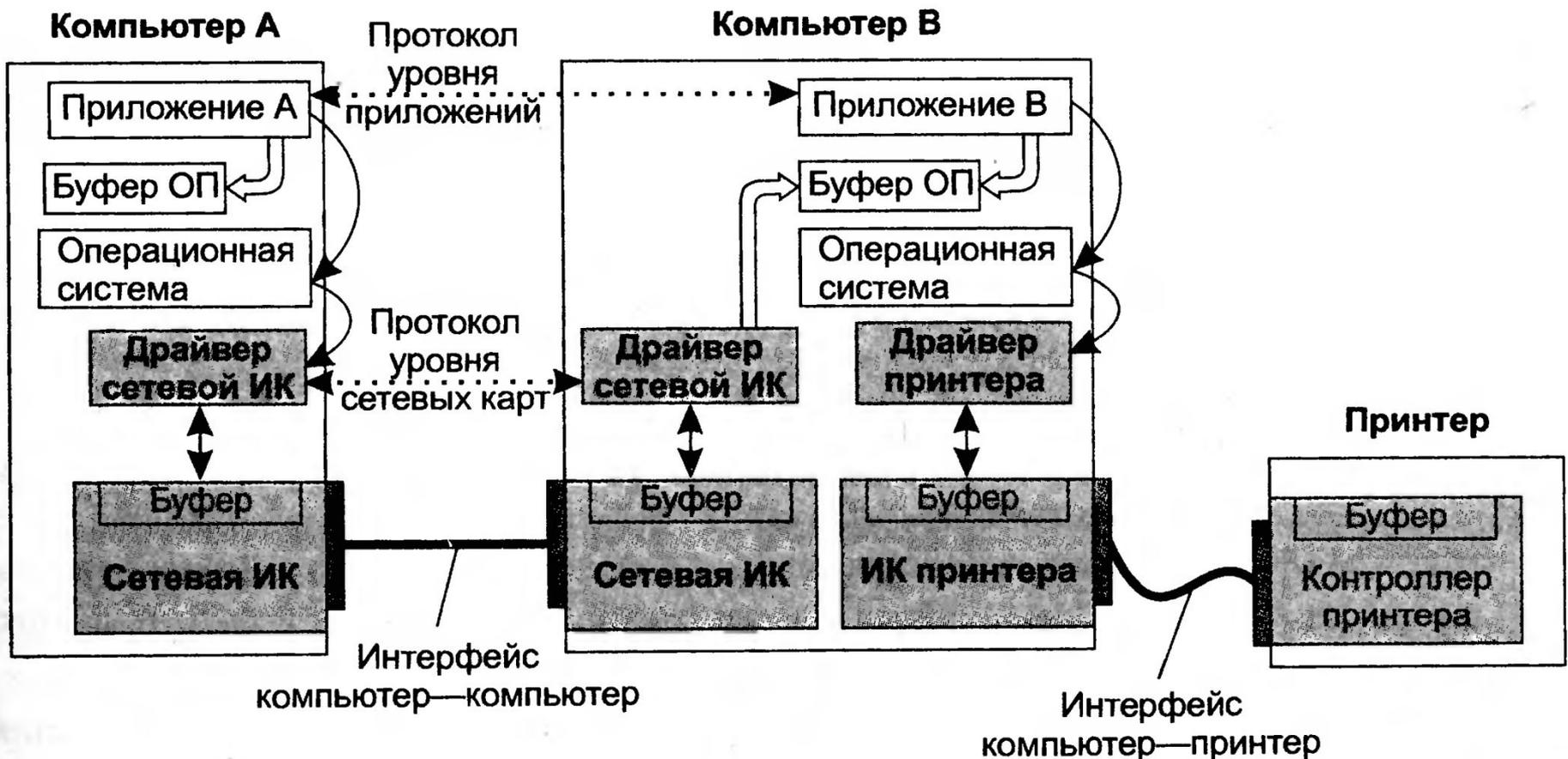
- **Физический интерфейс** - (наз. порт) определяется набором электрических связей и характеристиками сигналов.
 - Представляет собой разъем с набором контактов, каждый из которых имеет определенное значение, например, синхронная передача данных.
 - Пара разъемов соединяется кабелем, состоящим из набора проводов.
 - Линия или канал связи между устройствами.



Сетевые интерфейсы

- Логический интерфейс (наз. протокол) - это набор информационных сообщений определенного формата, которыми обмениваются два устройства или две программы, а также набор правил, определяющих логику обмена этими сообщениями.

Сетевые интерфейсы



Сетевые интерфейсы

Интерфейс компьютер - компьютер:

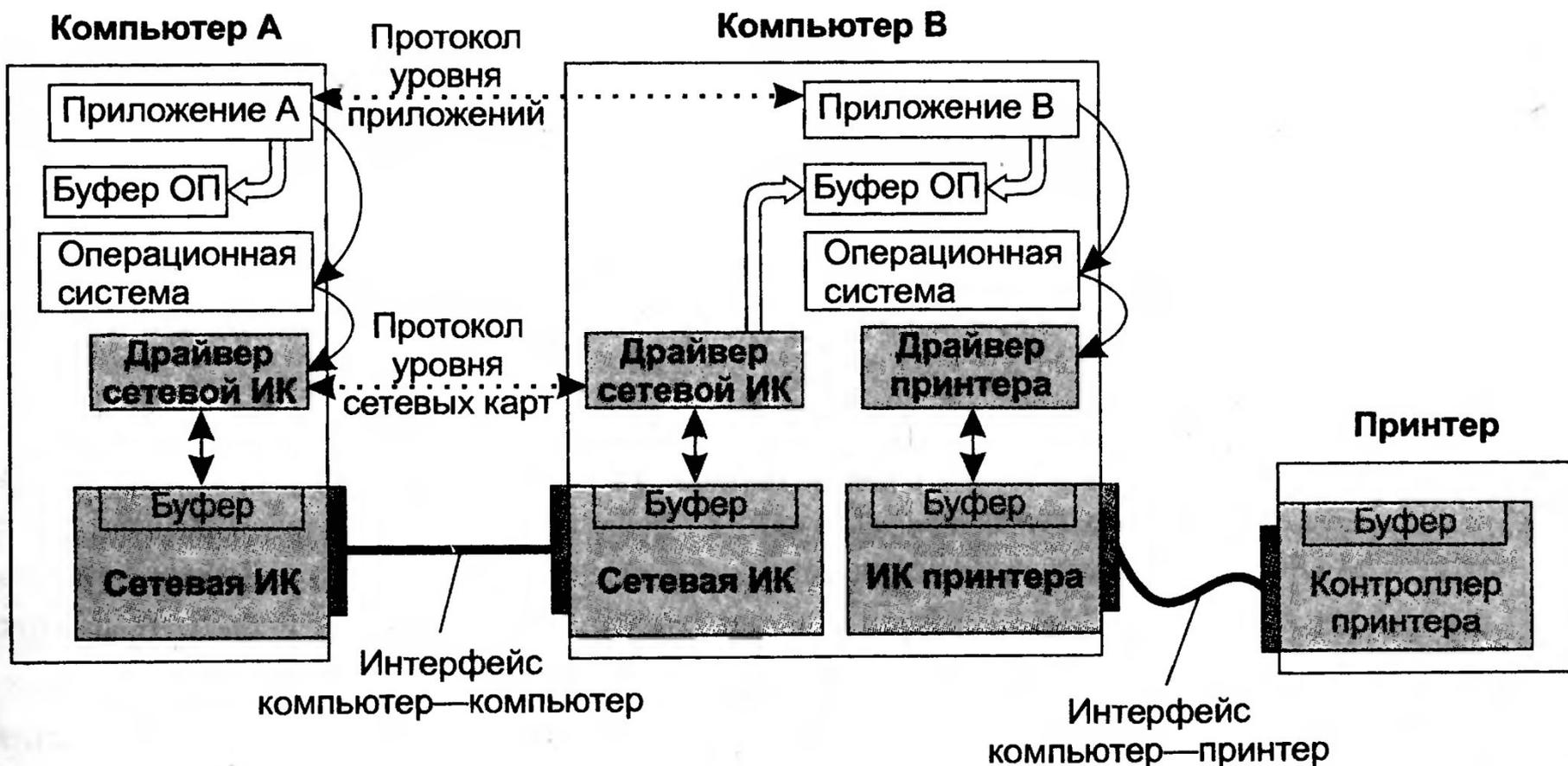
- Аппаратный модуль, наз. сетевой адаптер или сетевой интерфейсной картой (Network Interface Card, NIC);
- Драйвер сетевой интерфейсной карты - специальная программа, управляющая работой сетевой интерфейсной карты.

Сетевые интерфейсы

Интерфейс компьютер - периферийное устройство:

- со стороны компьютера - интерфейсная карта, драйвер периферийного устройства (ПУ) принтера,
- со стороны ПУ - контроллер ПУ.

Обмен данными между двумя компьютерами



Сетевые службы и сервисы

Клиент - это модуль, предназначенный для формирования и передачи сообщений - запросов к ресурсам удаленного компьютера от разных приложений с последующим приемом результатов из сети и передачи их соответствующим приложениям.

Сервер - это модуль, который постоянно ожидает прихода из сети запросов от клиентов, и приняв запрос, пытается его обслужить, как правило, с участием локальной ОС; один сервер может обслуживать запросы сразу нескольких клиентов (поочередно или одновременно).

Сетевые службы и сервисы

Пара клиент - сервер, предоставляющая доступ к конкретному типу ресурса компьютера через сеть, образует сетевую службу.

- Служба печати;
- Файловая служба;
- Веб - служба;

Сетевая операционная система

- Сетевая операционная система – это операционная система компьютера, которая помимо управления локальными ресурсами предоставляет пользователям и приложениям возможность эффективного и удобного доступа к информационным и аппаратным ресурсам других компьютеров сети.
- Сегодня практически все операционные системы являются сетевыми.

Сетевая операционная система

Доступ к сетевым ресурсам обеспечивается:

- Сетевыми службами;
- Средствами транспортировки сообщений по сети.

Сетевые приложения

Типы приложений:

- Локальные приложения;
- Централизованное сетевое приложение;
- Распределенное (сетевое) приложение.

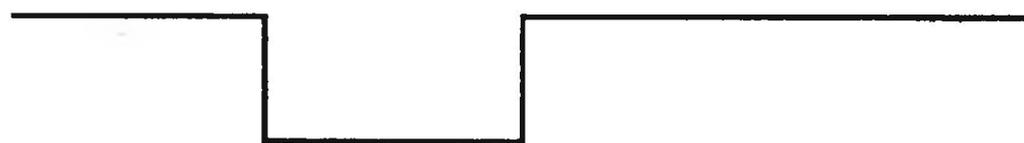
Физическая передача данных по ЛИНИЯМ СВЯЗИ



Кодирование

- В вычислительной технике для представления данных используется двоичный код.
- Представление данных в виде электрических или оптических сигналов наз. кодирование.
- Способы кодирования:
 - Потенциальный способ;
 - Импульсный способ;
 - Модулированный сигнал.

Кодирование



Потенциальное
кодирование

1

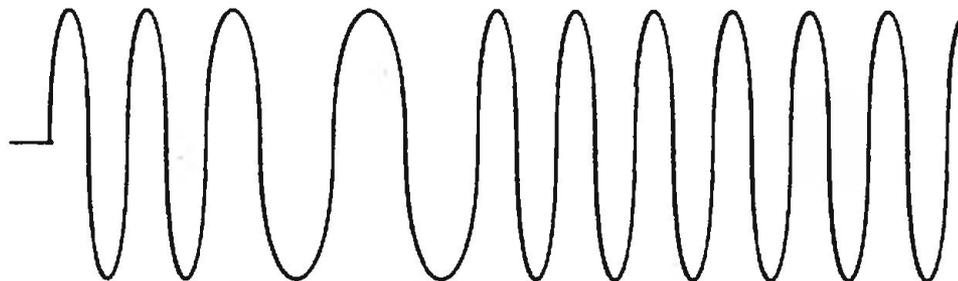
0

1

1



Импульсное
кодирование



Модуляция

Кодирование

Проблемы передачи данных:

- Качество линий связи;
- Количество проводов;
- Синхронизация передатчика и приемника.

Повышение надежности передачи данных:

- подсчет контрольной суммы;
- Сигнал-квитанция.

Характеристики физических каналов

- Предложенная нагрузка - это поток данных, поступающий от пользователя на вход сети (бит в секунду);
- Скорость передачи данных - это фактическая скорость потока данных, прошедшего через сеть;
- Емкость канала связи (пропускная способность) - максимально возможная скорость передачи информации по каналу.
- Параметры физической среды передачи;
- Полоса пропускания - ширина полосы частот, которую линия связи передает без существенных искажений.

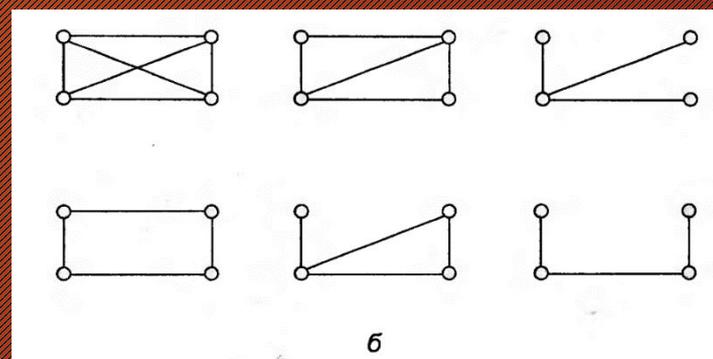
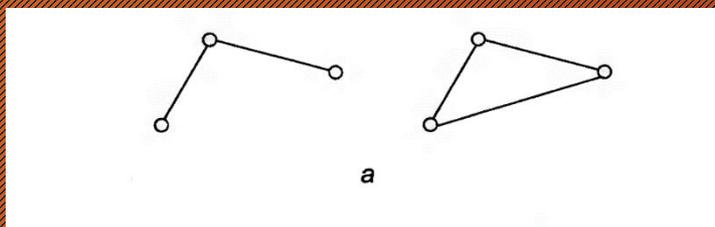
Характеристики физических каналов

Типы каналов связи:

- **Дуплексный канал** обеспечивает одновременную передачу информации в обоих направлениях;
- **Полудуплексный канал** обеспечивает передачу информации в обоих направлениях, но не одновременно, а по очереди;
- **Симплексный канал** позволяет передавать информацию только в одном направлении.

Топология физических связей

Топология сети - конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети и коммуникационное оборудование, а ребрам - физические или информационные связи между вершинами.



Топология физических связей

От выбора топологии связей существенно зависят характеристики сети:

- Надежность сети;
- Распределение загрузки между каналами связи;
- Расширяемость;
- Экономическая эффективность.

Топология физических связей

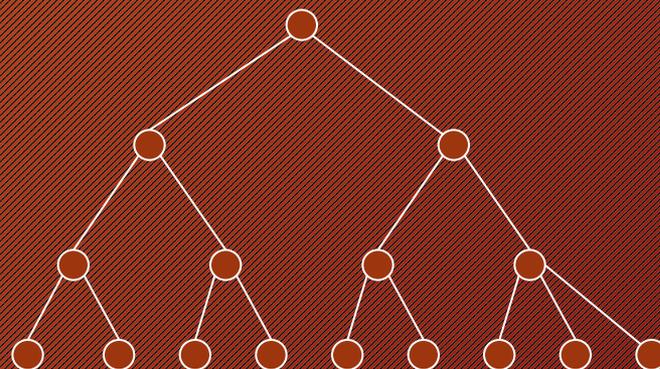
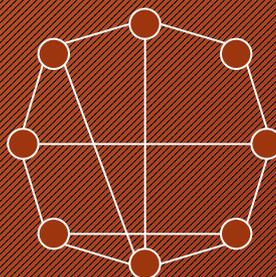
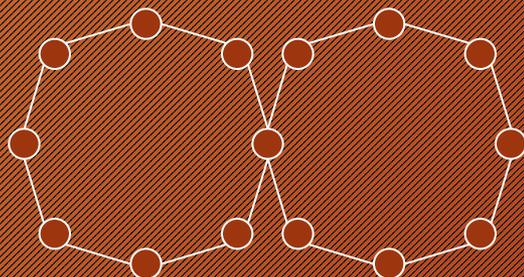
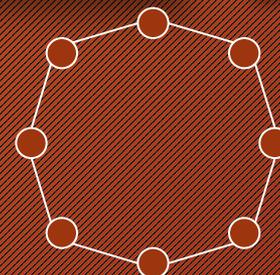
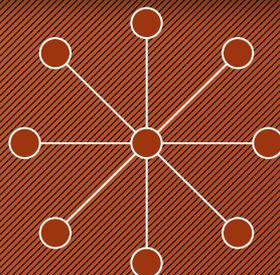
Звезда

Кольцо

Дерево

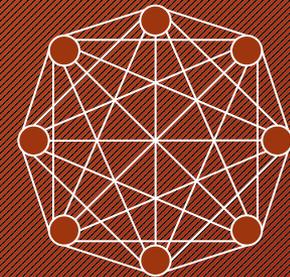
Пересекающиеся кольца

Нерегулярное соединение

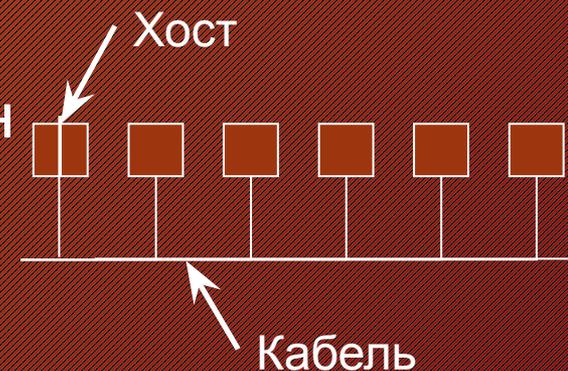


Топология физических связей

Полносвязная топология соответствует сети, в которой каждый компьютер непосредственно связан со всеми остальными.

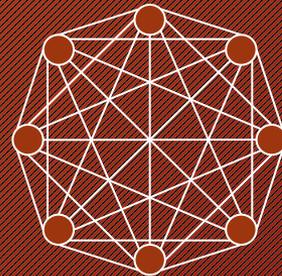


Общая шина соответствует сети, в которой каждый компьютер подключен единому кабелю.



Адресация узлов сети

Один компьютер может иметь несколько сетевых интерфейсов. Например, для создания полносвязной структуры из N компьютеров, требуется чтобы у каждого из них имелся $N-1$ интерфейс.



Адресация узлов сети

Классификация интерфейсов:

- **Уникальный адрес (unicast)** используется для идентификации отдельных интерфейсов;
- **Групповой адрес (multicast)** идентифицирует сразу несколько интерфейсов, данные доставляются каждому из узлов, входящих в группу;
- **Широковещательный адрес (broadcast)**. Данные, направленные по этому адресу должны быть доставлены всем узлам сети;
- **Адрес произвольной рассылки (anycast)**, задает группу адресов, однако данные, должны быть доставлены не всем адресам данной группы, а любому из них.

Адресация узлов сети

Типы адресов:

- Числовые (129.26.255.255);
- Символьные (www.kemsu.ru).

Множество всех адресов, которые являются допустимыми в рамках некоторой адресации, называется **адресным пространством**.

Адресное пространство может иметь:

Плоскую (линейную) организацию;

Иерархическую организацию.

Адресация узлов сети

Плоская организация множества адресов.

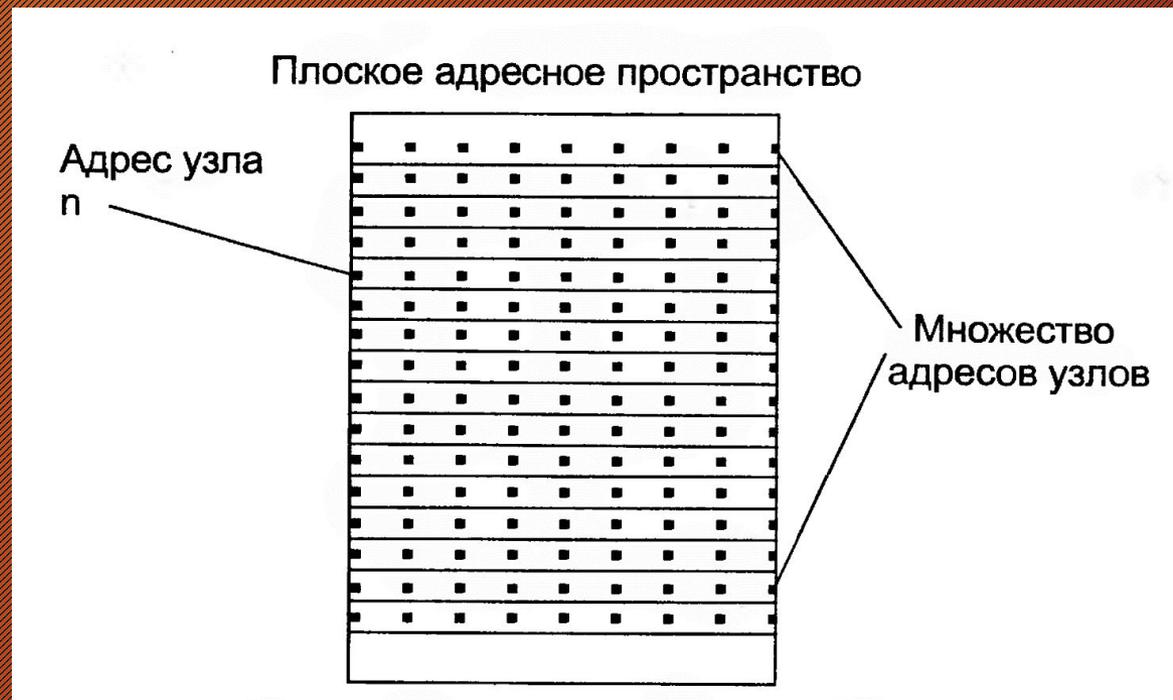
MAC-адрес, предназначен для однозначной идентификации сетевых интерфейсов в локальных сетях.

Пример: 00:81:00:5e:24:a8.

MAC-адрес встраивается в аппаратуру компанией-изготовителем – аппаратный адрес (hardware address).

Адресация узлов сети

Плоская организация множества адресов.
MAC-адрес



Адресация узлов сети

Иерархическая организация:

множество адресов структурируется в виде подгрупп, которые, последовательно сужая адресуемую область, определяют отдельный сетевой интерфейс.

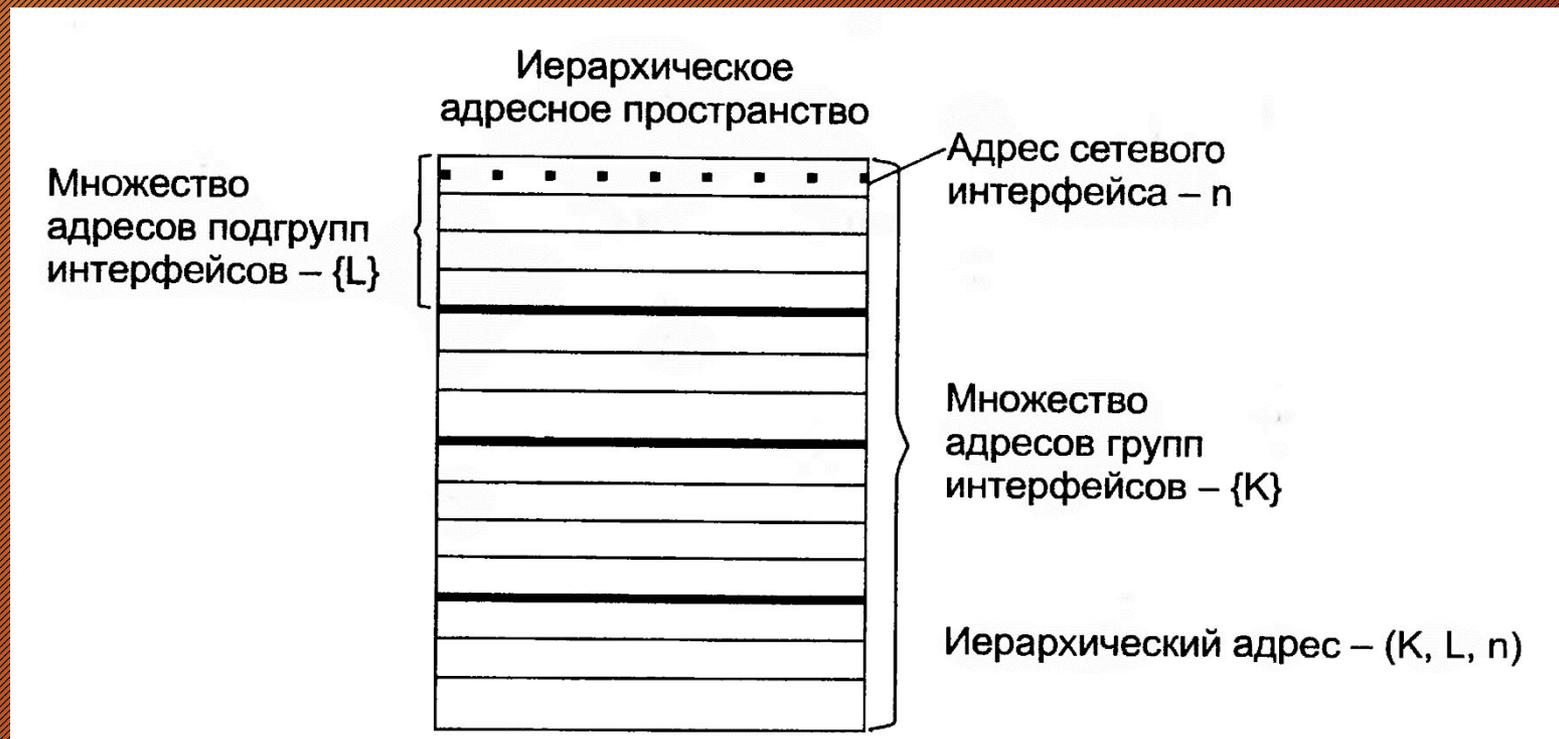
Пример: IPX и IP адреса.

Адресация узлов сети

Иерархическая
адресов.

организация

множества



Адресация узлов сети

Обычно применяют сразу несколько схем адресации, сетевой интерфейс компьютера может быть одновременно иметь несколько адресов имен.

Для преобразования адресов из одного вида в другой используются специальные вспомогательные протоколы - протоколы разрешения адресов.

Проблема установления соответствия между адресами различных типов решается как централизованными, так и распределенными средствами.

Адресация узлов сети

При централизованном подходе в сети выделяются один или несколько компьютеров, в которых хранится таблица соответствия имен различных типов, например, символьных имен и числовых адресов.

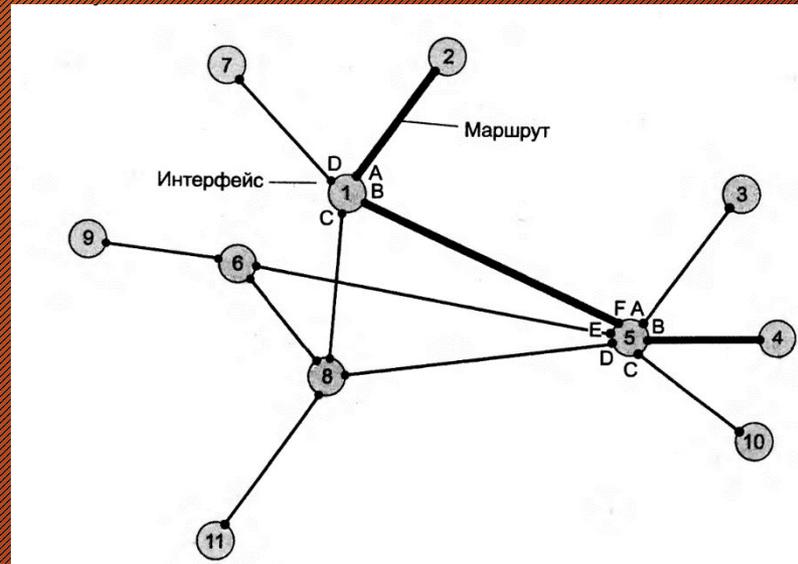
При распределенном подходе каждый компьютер сам хранит все назначенные адреса разного типа.

Протокол разрешения адресов (Address Resolution Protocol, ARP) стека TCP/IP.

Идентификация сетевого интерфейса -> идентификация процесса, которому предназначены данные (номер порта UDP, TCP).

Коммутация

- Коммутация - соединение конечных узлов через сеть транзитных узлов.
- Маршрут - последовательность узлов, лежащих на пути от отправителя к получателю.



Обобщенная задача коммутации

1. Определение информационных потоков, для которых требуется прокладывать маршруты;
2. Маршрутизация потоков;
3. Продвижение потоков, то есть распознавание потоков и их локальная коммутация на каждом транзитном узле.
4. Мультиплексирование и демultipлексирование потоков.

Определение информационных потоков

Информационным потоком (потоком данные) наз. непрерывную последовательность данных, объединенных общим признаком, выделяющих эти данные из общего сетевого трафика.

- `data stream` - равномерный информационный поток;
- `data flow` - неравномерный информационный поток.

Адрес источника и назначения определяют поток для пары соответствующих конечных узлов.

Определение информационных потоков

Признаки потока может иметь:

глобальные и локальные значения.

Метка потока - особый признак.

Глобальная метка назначается данным потоком и не меняет своего значения на всем протяжении его пути следования от узла источника до узла назначения.

Локальная метка - динамически меняется свое значение при передаче данных от одного узла к другому.

Маршрутизация

Две подзадачи маршрутизации:

- Определение маршрута;
- Оповещение сети о выбранном маршруте.

Определить маршрут означает выбрать последовательность транзитных узлов и их интерфейсов, через которые надо передавать данные, чтобы доставить их адресату.

Маршрутизация

Абстрактный способ измерения близости между двумя объектами называется метрикой.

Типы метрики:

- Количество транзитных узлов;
- Линейная протяженность;
- Стоимость использования;
- Пропускная способность.

Маршрутизация

Оповещение о маршруте всем устройствам сети.

Сообщение о маршруте обрабатывается каждым устройством, создается новая запись - в таблице коммутации.

Признаки потока	Направление передачи данных (номер интерфейса и/или адрес следующего узла)
	...
n	F
...	...

Продвижение данных

Локальные операции коммутации.

Отправитель должен выставить данные на тот свой интерфейс, с которого начинается найденный маршрут.

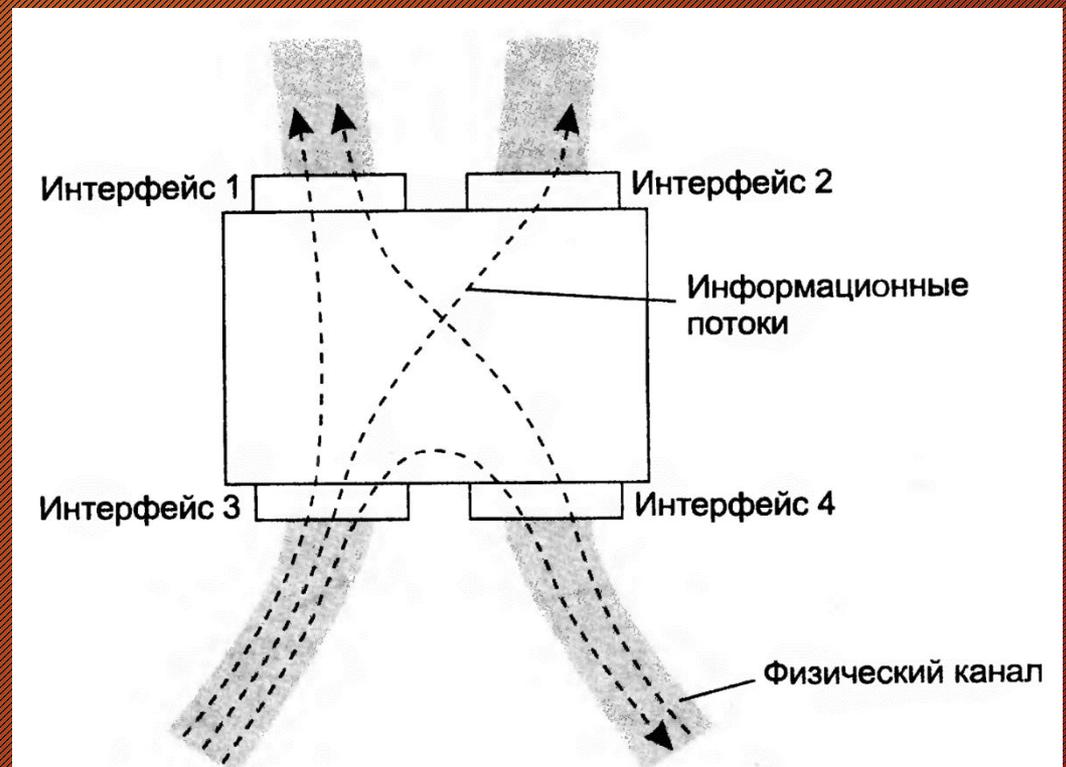
Транзитные узлы должны соответствующим образом выполнить «переброску» данных с одного своего интерфейса на другой - коммутацию интерфейсов.

Коммутатор - устройство, функциональным назначением которого является коммутация.

Продвижение данных

Коммутатор:

- Специализированное устройство;
- Универсальный компьютер со встроенным механизмом коммутации.



Тип коммутации

Задачи коммутации:

- Определение потоков и соответствующих маршрутов;
- Фиксация маршрутов в конфигурационных параметрах и таблицах сетевых устройств;
- Распределение потоков и передача данных между интерфейсами одного устройства;
- Мультиплексирование и демultipлексирование потоков;
- Разделение среды передачи.

Тип коммутации

- Коммутация каналов;
- Коммутация пакетов;

Типы коммутации: коммутация каналов

- Управление потоком в реальном времени, сохраняется порядок данных, огромный опыт создания и хорошо развитая инфраструктура.
- Очень неэффективное использование ресурсов, низкая надежность, медленное установление соединения.

Типы коммутации: коммутация пакетов

- Высокая скорость установления соединения (передатчик сразу начинает передачу)
- Низкий уровень ошибок в канале, надежность, рациональное использование ресурсов, сильная зависимость времени передачи от загрузки сети.