

Лекция № 12

Основы построения компьютерных сетей

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

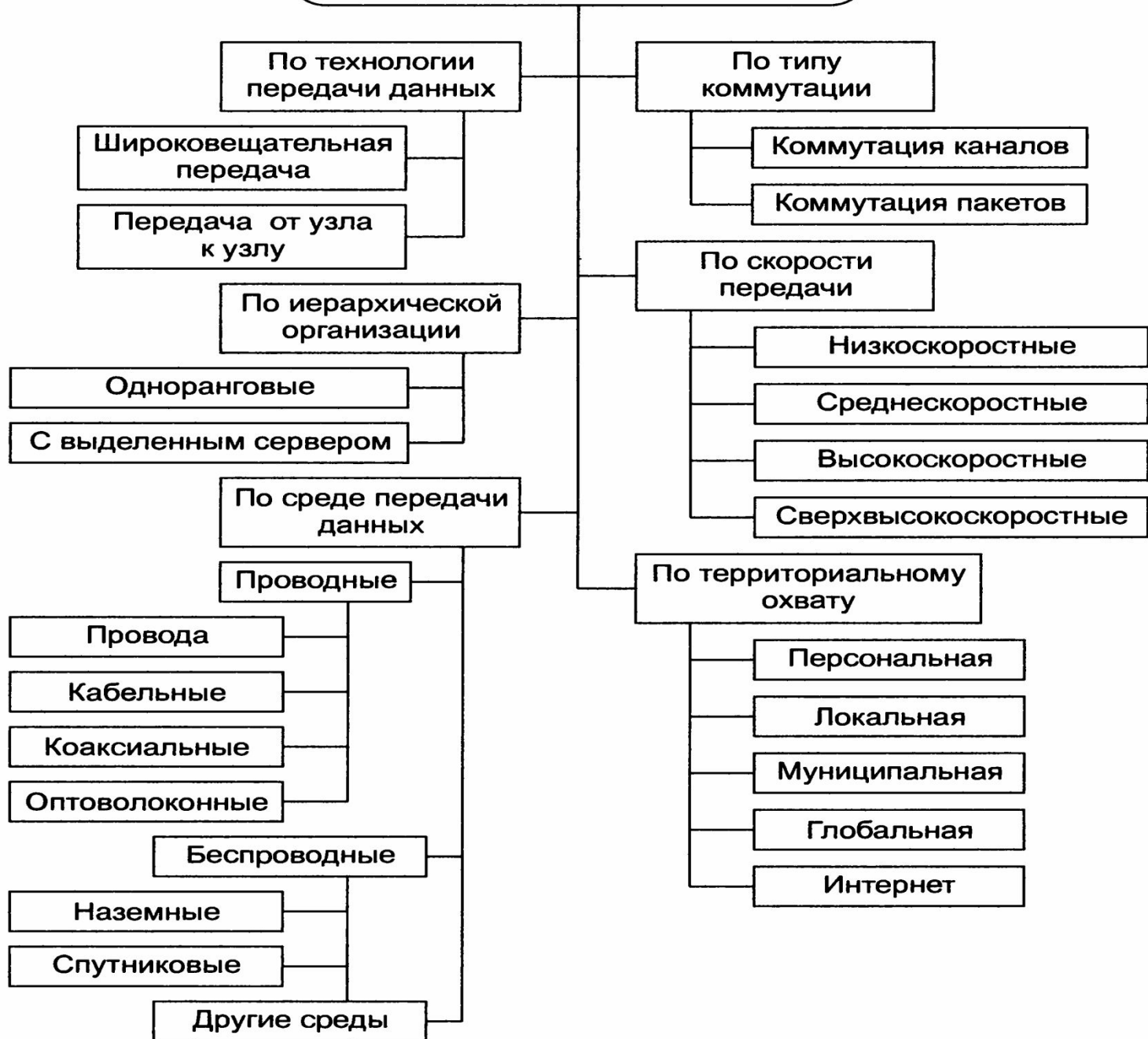
В истории развития компьютерных сетей можно выделить пять основных этапов:

1. **Начало 60-х годов.** Внедрение многотерминальных систем разделения времени. Многотерминальные системы считаются прообразом локальных сетей.
2. **Конец 60-х годов.** Соединение суперкомпьютеров через телефонные линии с помощью модемов - зарождение глобальных сетей.
3. **Начало 70-х годов.** Появление локальных сетей связывающих миникомпьютеры.
4. **80-е годы.** Широкое распространение локальных сетей персональных компьютеров . Разработка стандартов локальных сетей (Ethernet, Token Ring, Arcnet). Зарождение сети Интернет.
5. **90-годы – настоящее время.** Повсеместное внедрение сети Интернет. Значительное повышение скоростей передачи данных. Сближение различных типов сетей (локальных и глобальных компьютерных сетей, телефонных и теле-радио сетей). Широкое распространение беспроводных технологий передачи данных

Компьютерная сеть –
это совокупность
аппаратных средств,
программного
обеспечения и
физической среды,
обеспечивающая
передачу данных
между компьютерами.



Классификация компьютерных сетей



Классификация по технологии передачи данных

Широковещательная передача

В технологии *широковещательной передачи* сообщение, отправленное одним компьютером в сеть, «слышат» все остальные компьютеры. При этом, поскольку в сообщении указано, кто является адресатом, принимает его только компьютер, для которого оно предназначено, остальные же компьютеры игнорируют это сообщение.

Передача от узла к узлу

Передача от узла к узлу, или *двухточечная передача*, подразумевает наличие изолированного канала между двумя компьютерами. В этом случае отпадает необходимость в каждом сообщении оповещать, для какого именно компьютера оно предназначено. Сам канал является идентификатором адресата. Вполне естественно, что аналогом двухточечной связи в нашей жизни являются телефонные переговоры между двумя людьми.

Классификация по типу коммутации между узлами

Сеть с коммутацией каналов

При организации *сети с коммутацией каналов* на время передачи данных между двумя узлами образуется цепь взаимосвязанных последовательных отрезков пути передачи данных, которая образует канал. Этот канал представляет собой физическое соединение между взаимодействующей парой узлов, которое не может быть использовано в этот момент другими узлами для передачи своих данных. Естественным примером сети с коммутацией физических каналов является сеть, которая образуется при подключении к провайдеру Интернета по телефонной линии.

Сеть с коммутацией пакетов

В случае *сети с коммутацией пакетов* логическая единица данных (например, файл), пересылаемая между двумя компьютерами в сети, разделяется на небольшие фрагменты, получившие название пакетов. Между пунктом отправки пакета и пунктом его приема может быть расположено множество узлов. При этом пакеты могут передаваться от компьютера-отправителя к компьютеру-получателю разными путями. Пакеты, отправленные позже, могут быть приняты раньше. Пакеты, при пересылке которых произошла ошибка, могут быть посланы повторно. Передача заканчивается тем, что на компьютере-получателе накапливаются все пакеты и из них собирается передаваемая логическая единица данных

Классификация по среде передачи данных

Проводные сети

Проводные соединения компьютеров реализуются при помощи медного провода.

Кабельные соединения реализуются при помощи групп проводов, объединенных общей оболочкой.

Кабельные коаксиальные соединения реализуются при помощи одножильного кабеля с экранирующей оплеткой, предназначенного для передачи переменного электрического тока высокой (радио) частоты.

Оптоволоконные соединения реализуются при помощи кабеля, проводящего не электрический ток, а световой луч. В центре такого кабеля лежит специальный материал, называемый оптоволокном.

Беспроводные сети

Радиочастотные наземные каналы представлены каналами наземной мобильной связи, технологиями *Wi-Fi* и *Bluetooth*. Данные в этом случае передаются электромагнитными волнами очень высокой частоты (в миллиметровом диапазоне), и расстояние передачи данных весьма невелико, от десятков метров до расстояния прямой видимости.

В случае *радиочастотных спутниковых каналов* данные передаются через искусственные спутники земли. При этом расстояние, на которое могут передаваться данные, может быть очень большим (с континента на континент), но прием и передача данных требует специального, пока еще довольно громоздкого оборудования (направленные спутниковые антенны, так называемые «тарелки»).

Классификация по территориальному охвату

Порядок расстояния	Расположение	Класс
1 м	Территория возле одного человека	Персональная
10 м	Комната (квартира)	Локальная
100 м	Здание	Локальная
1 км	Район города	Локальная
10 км	Город	Муниципальная
100 км	Страна	Глобальная
1000 км	Континент	Глобальная
10 000 км и более	Планета	Интернет

- **Персональная сеть**
- **Локальная сеть**
- **Муниципальная сеть**
- **Глобальные сети**
- **Интернет**

Надо отметить, что данная классификация достаточно условна. В некоторых случаях принято делить сети всего на три: локальные, глобальные и Интернет.

Классификация по скорости передачи данных

- *низкоскоростные* (до 10 Мбит/с);
- *среднескоростные* (до 100 Мбит/с);
- *высокоскоростные* (до 1 Гбит/с);
- *сверхвысокоскоростные* (до 10 Гбит/с).

Классификация по иерархической организации

- *одноранговой сети*
- *сети с выделенным сервером*

Одноранговая локальная сеть

В одноранговой локальной сети все компьютеры равноправны. Общие устройства могут быть подключены к любому компьютеру в сети.

Сеть с выделенным сервером

Один или более компьютеров выполняют дополнительные функции по предоставлению услуг остальным компьютерам сети.

В сетях с выделенным сервером реализуется клиент-серверная технология.

На сервере устанавливается серверное ПО:

- серверная операционная система;
- WEB-сервер (организация Интранет);
- прокси-сервер (обеспечение работы с Интернет рабочих станций);
- файл-сервер (обеспечение совместного доступа к файлам) и т.п.

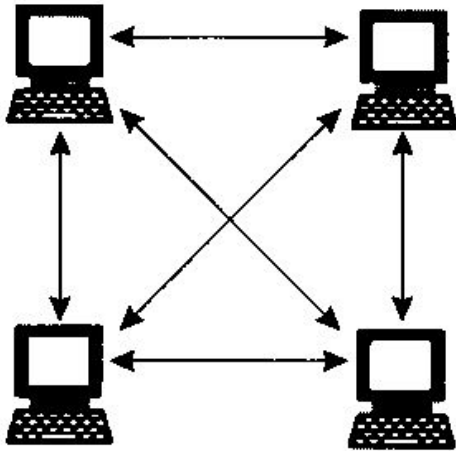
На рабочей станции устанавливается клиентское ПО:

- операционная система для рабочих станций;
- клиентская часть прикладного ПО и т.п.

Топология компьютерных сетей

- 1. Полносвязная топология**
- 2. Общая шина**
- 3. Звезда**
- 4. Кольцо**
- 5. Дерево**
- 6. Смешанная топология**

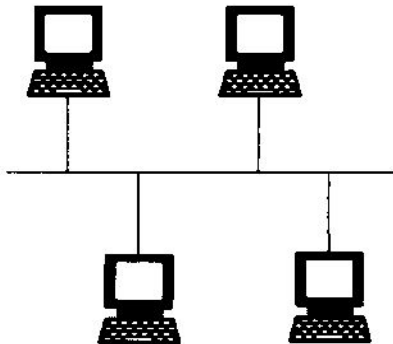
Полносвязная топология



В случае *полносвязной топологии* каждый компьютер сети связан с каждым компьютером отдельным дуплексным (двусторонним) физическим каналом связи

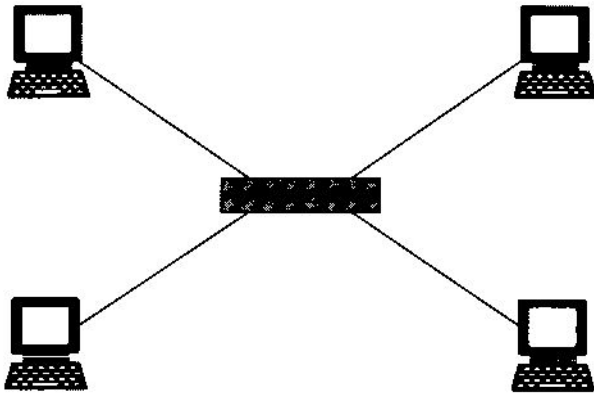
Общая шина

В топологии с *общей шиной* между компьютерами прокладывается кабель, который является общей для всех компьютеров шиной передачи данных. Все компьютеры сети подключаются к этой шине.



В качестве шины выступает обычно коаксиальный кабель, отрезками которого через специальные разъемы соединяются компьютеры

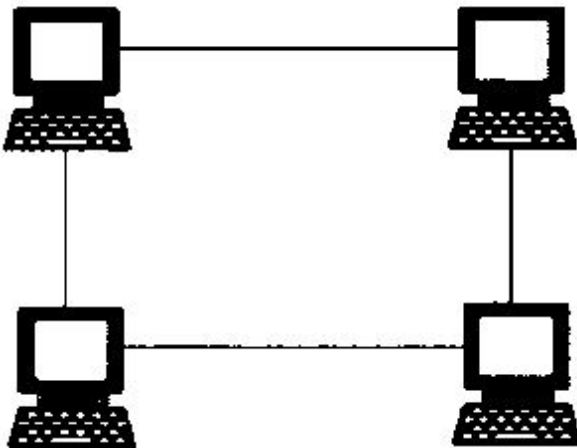
Звезда



В *звездообразной* топологии каждый компьютер подключается при помощи отдельного кабеля к общему устройству, называемому *концентратором*, или *хабом*. В качестве кабеля в этом случае может быть использована как витая пара, так и коаксиальный либо оптоволоконный кабель. В качестве концентратора может выступать как специальное устройство, так и еще один компьютер.

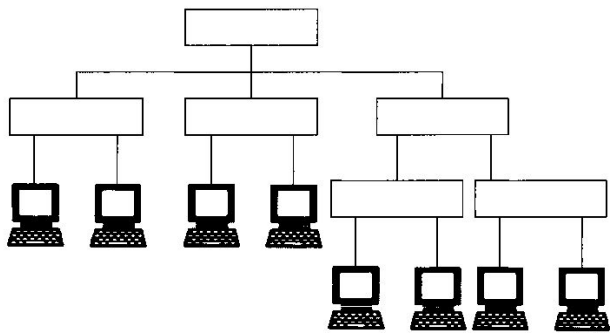
Преимуществом звездообразной топологии является то, что при выходе из строя одного из компьютеров или повреждении отдельного кабеля вся сеть продолжает функционировать, поскольку компьютеры полностью автономны друг от друга.

Кольцо



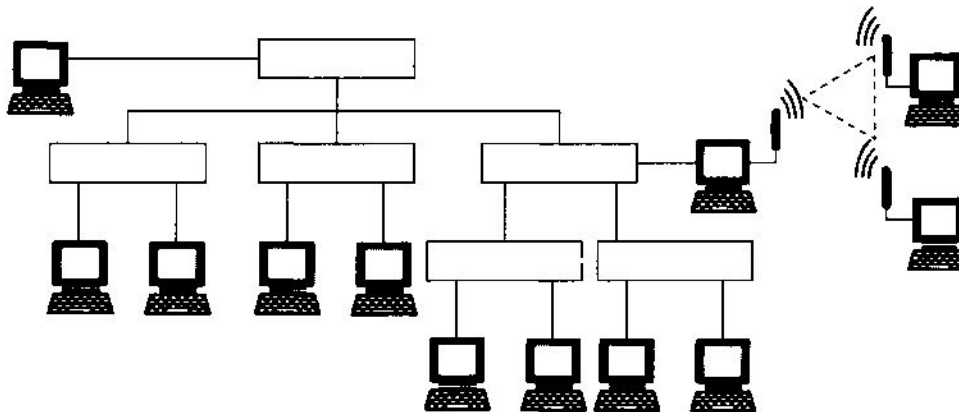
В *кольцевой* топологии компьютеры объединяются между собой круговой связью. При этом каждый компьютер связывается с последующим отдельным кабелем (нет общей шины). Это значит, что на каждом из компьютеров должно быть два сетевых устройства: для связи с предыдущим компьютером и с последующим.

Дерево



Древовидная, или иерархическая, топология получается при объединении концентраторов нескольких звезд в иерархическом порядке. При этом возникает древовидная структура с одним путем передачи для каждого из компьютеров

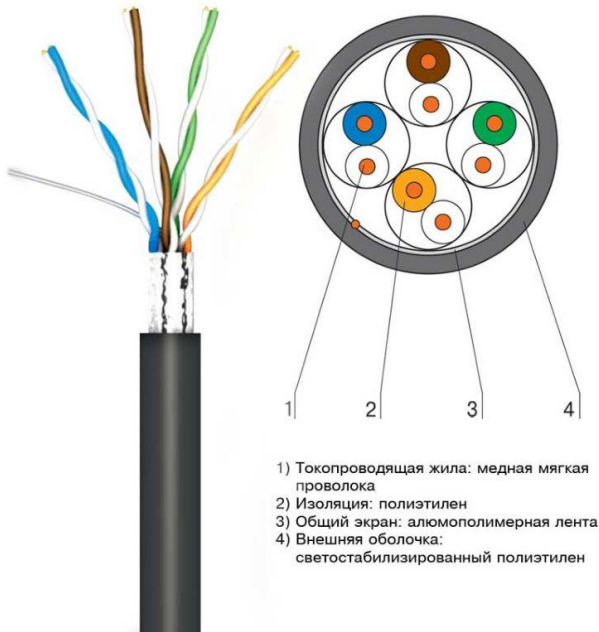
Смешанная топология



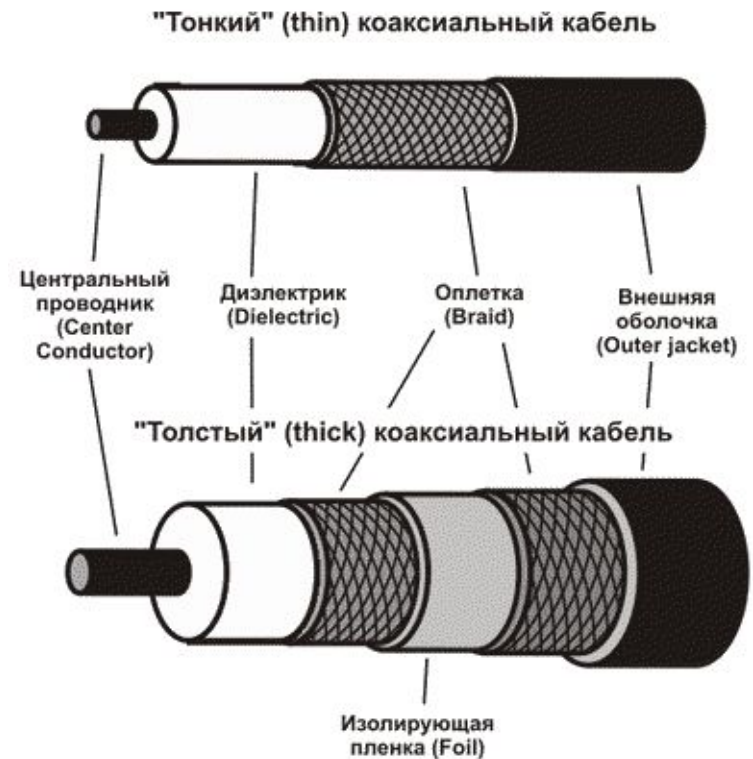
Смешанная топология обычно возникает при объединении различных топологий, поэтому большие сети обычно строятся на основе смешанной топологии

Физическая реализация среды передачи данных

Витая пара

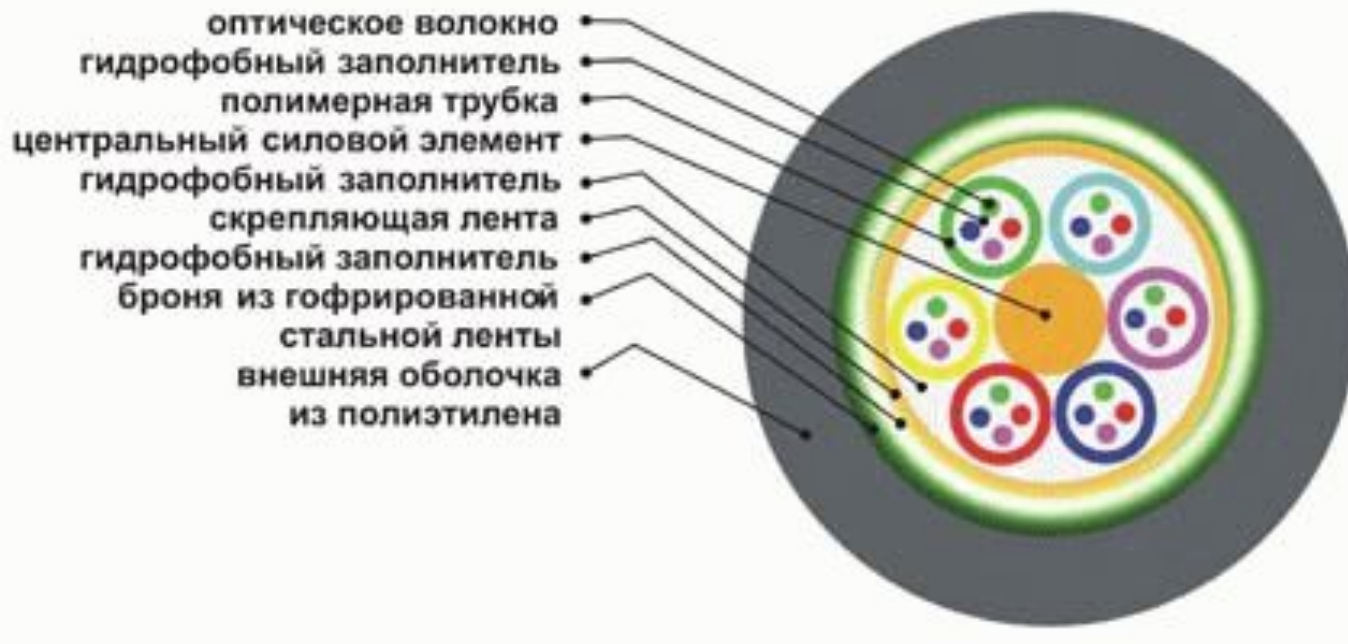


Коаксиальный кабель



Оптоволоконный кабель

с одномодовым или многомодовым волокном с броней из гофрированной стальной ленты, без промежуточной полиэтиленовой оболочки.



Сетевые адаптеры

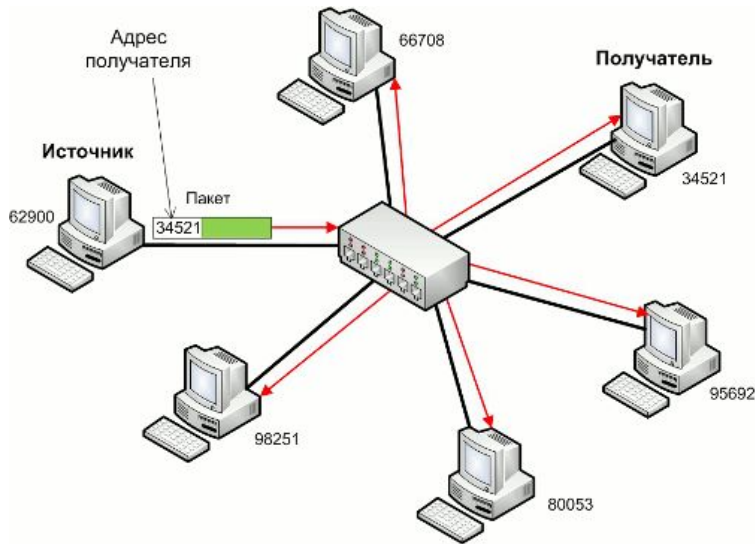


Сетевой адаптер – это связующее звено между компьютером и сетью. Это устройство может заменить сетевую карту, если ее нет в компьютере или если внутренняя карта не поддерживает требуемый стандарт.



Иногда необходимые для связи компьютеров компоненты уже установлены на системной плате и тогда отдельная сетевая плата не нужна. В этом случае гнездо для сетевого кабеля расположено на задней стенке системного блока.

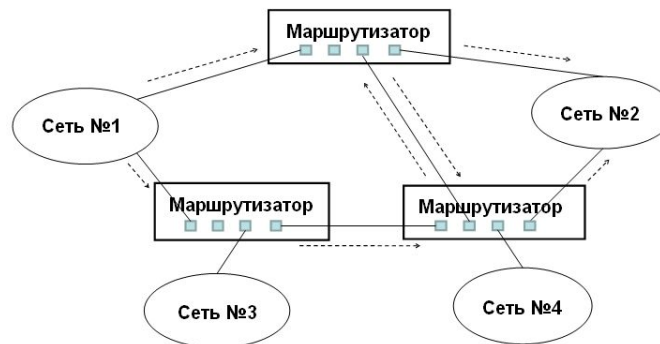
Концентраторы



Концентратор (hub) – это сетевое устройство, предназначенное для объединения устройств сети в сегменты. Основной принцип его работы заключается в трансляции пакетов, поступающих на один из его портов на все другие порты.

Маршрутизаторы

Роутер (от англ. route – маршрут) или, маршрутизатор – это устройство, обеспечивающее обмен информацией между различными сетями



Модели и протоколы компьютерных сетей

Протокол – набор правил и процедур, регулирующих порядок осуществления некоторой связи (например, дипломатический протокол).

Сетевой протокол – правила и технические процедуры, позволяющие компьютерам, объединенным в сеть, осуществлять соединение и обмен данными.

Сетевая модель – соглашение на концептуальном уровне о том, как принимать или передавать данные для всех этапов сетевого взаимодействия, начиная от передачи и приема битов до определения того, как интерпретировать принятые данные.

Стек протоколов – это иерархически организованная совокупность протоколов для обеспечения взаимодействия узлов компьютерной сети.

Семейство протоколов TCP/IP

TCP/IP – название семейства протоколов передачи данных в сети.

Протокол – набор правил и команд (язык) с помощью которых происходит передача данных в сети.

Протокол TCP/IP – сетевой протокол, обеспечивающий коммуникации по объединенным сетям, составленным из компьютеров с различной аппаратной архитектурой, работающих под управлением различных операционных систем. TCP/IP может использоваться для поддержки коммуникаций с системами Windows NT, с устройствами, использующими другие сетевые продукты Microsoft, а также с системами, отличными от Microsoft, например, UNIX-системами.

Семейство протоколов TCP/IP является стандартным набором сетевых протоколов или правил, управляющих способом передачи данных между компьютерами в сети. TCP/IP используется для соединения с Интернет, объединенной сетью в масштабах всего мира, охватывающей множество университетов, исследовательских лабораторий, организаций, корпораций, а также частные корпоративные сети, объединяющих несколько локальных сетей.

Microsoft TCP/IP обеспечивает все элементы, необходимые для реализации протоколов при организации сетевого взаимодействия.

В состав Microsoft TCP/IP входят:

- протокол управления передачей (Transmission Control Protocol, TCP);
- межсетевой протокол (Internet Protocol, IP);
- простой протокол передачи почты (Simple Mail Transfer Protocol, SMTP);
- протокол датаграмм пользователя (User Datagram Protocol, UDP);
- протокол разрешения адреса (Address Resolution Protocol, ARP), определяет уникальные числовые адреса машин в сети;
- межсетевой протокол управления сообщениями (Internet Control Messages Protocol, ICMP).

Межсетевой протокол IP

Модуль IP является базовым элементом технологии internet, а центральной частью IP является его таблица маршрутов. Протокол IP использует эту таблицу при принятии всех решений о маршрутизации IP-пакетов. Содержание таблицы маршрутов определяется администратором сети. Ошибки при установке маршрутов могут заблокировать передачи.

Чтобы понять технику межсетевого взаимодействия, нужно понять то, как используется таблица маршрутов. Это понимание необходимо для успешного администрирования и сопровождения IP-сетей.

Протокол UDP

Протокол UDP (User Datagram Protocol - протокол пользовательских датаграмм) является одним из двух основных протоколов, расположенных непосредственно над IP. Он предоставляет прикладным процессам транспортные услуги, которые не многим отличаются от услуг, предоставляемых протоколом IP. Протокол UDP обеспечивает ненадежную доставку датаграмм и не поддерживает соединений из конца в конец. К заголовку IP-пакета он добавляет два поля, одно из которых, поле "порт", обеспечивает мультиплексирование информации между разными прикладными процессами, а другое поле - "контрольная сумма" - позволяет поддерживать целостность данных. Примерами сетевых приложений, использующих UDP, являются NFS (Network File System - сетевая файловая система) и SNMP (Simple Network Management Protocol - простой протокол управления сетью).

Протокол TCP

Протокол TCP предоставляет транспортные услуги, отличающиеся от услуг UDP. Вместо ненадежной доставки датаграмм без установления соединений, он обеспечивает гарантированную доставку с установлением соединений в виде байтовых потоков. Протокол TCP используется в тех случаях, когда требуется надежная доставка сообщений. Он освобождает прикладные процессы от необходимости использовать таймауты и повторные передачи для обеспечения надежности. Наиболее типичными прикладными процессами, использующими TCP, являются FTP (File Transfer Protocol - протокол передачи файлов) и TELNET. Кроме того, TCP используют система X-Window, rcp (remote copy - удаленное копирование) и другие "r-команды". Большие возможности TCP даются не бесплатно. Реализация TCP требует большой производительности процессора и большой пропускной способности сети. Внутренняя структура модуля TCP гораздо сложнее структуры модуля UDP.

Протокол TELNET

Протокол TELNET позволяет обслуживающей машине рассматривать все удаленные терминалы как стандартные "сетевые виртуальные терминалы" строчного типа, работающие в коде ASCII, а также обеспечивает возможность согласования более сложных функций (например, локальный или удаленный эхо-контроль, страничный режим, высота и ширина экрана и т.д.) TELNET работает на базе протокола TCP. На прикладном уровне над TELNET находится либо программа поддержки реального терминала (на стороне пользователя), либо прикладной процесс в обслуживающей машине, к которому осуществляется доступ с терминала.

Протокол FTP

Протокол FTP (File Transfer Protocol - протокол передачи файлов) распространен также широко как TELNET. Он является одним из старейших протоколов семейства TCP/IP. Также как TELNET он пользуется транспортными услугами TCP. Существует множество реализаций для различных операционных систем, которые хорошо взаимодействуют между собой. Пользователь FTP может вызывать несколько команд, которые позволяют ему посмотреть каталог удаленной машины, перейти из одного каталога в другой, а также скопировать один или несколько файлов.

Протокол SMTP

Протокол SMTP (Simple Mail Transfer Protocol - простой протокол передачи почты) поддерживает передачу сообщений (электронной почты) между произвольными узлами сети internet. Имея механизмы промежуточного хранения почты и механизмы повышения надежности доставки, протокол SMTP допускает использование различных транспортных служб. Он может работать даже в сетях, не использующих протоколы семейства TCP/IP. Протокол SMTP обеспечивает как группирование сообщений в адрес одного получателя, так и размножение нескольких копий сообщения для передачи в разные адреса. Над модулем SMTP располагается почтовая служба конкретных вычислительных систем

Протокол SNMP

Протокол SNMP (Simple Network Management Protocol - простой протокол управления сетью) работает на базе UDP и предназначен для использования сетевыми управляющими станциями. Он позволяет управляющим станциям собирать информацию о положении дел в сети internet. Протокол определяет формат данных, их обработка и интерпретация остаются на усмотрение управляющих станций или менеджера сети

X-Window

Система X-Window использует протокол X-Window, который работает на базе TCP, для многооконного отображения графики и текста на растровых дисплеях рабочих станций.

Модель OSI (ВОС)

Открытые стандарты - это опубликованные, общедоступные стандарты, принятые в результате достижения согласия заинтересованными сторонами.

Открытая система - система, построенная на основе открытых стандартов.

В 1979 г. международной организацией по стандартизации (ISO, International Standards Organization) была разработана модель Взаимодействия Открытых систем (OSI, Open System Interconnection).

Назначение модели: разработка обобщенного представления сетевого взаимодействия.

Модель пересмотрена в 1993 г.

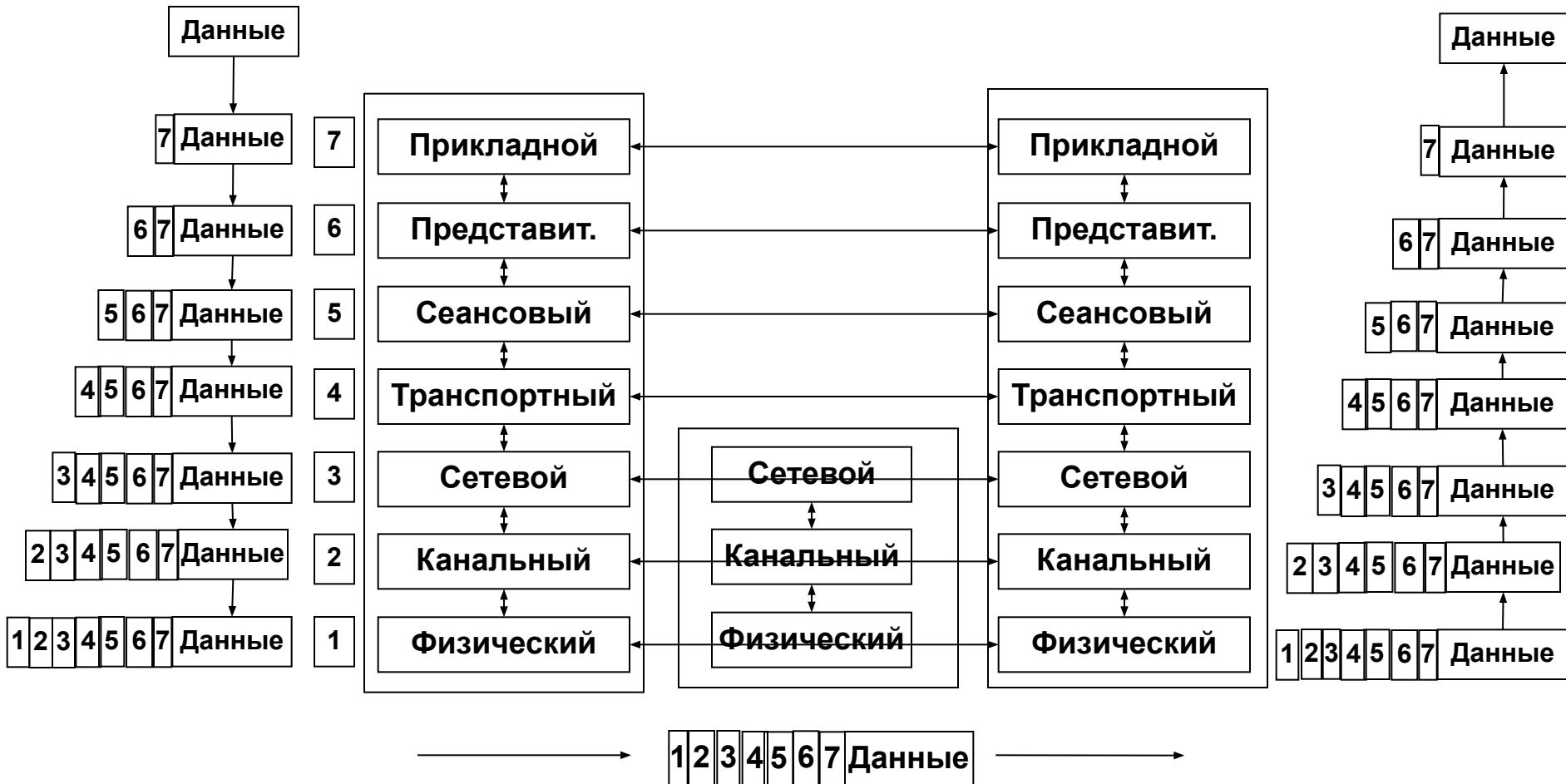
Модель OSI определяет уровни взаимодействия сетевых объектов, функции каждого уровня, вводит стандартную терминологию при описании сетевого взаимодействия.

Модель разработана по иерархической семиуровневой схеме.



Модель описывает только системные (реализуемые на уровне ОС и аппаратных платформ) средства взаимодействия систем

Модель взаимодействия открытых систем (ВОС, ISO)

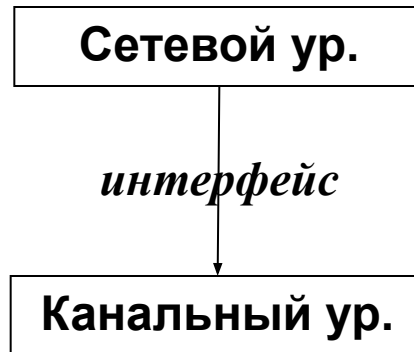


Наряду с терминами «сообщение», «пакет» используются термины «протокольный блок данных» (Protocol Data Unit, PDU), «кадр», «фрейм», «дейтаграмма», «сегмент».

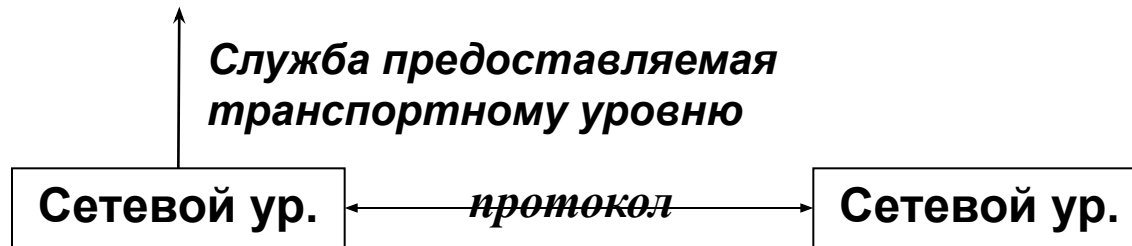


Служба – набор операций (примитивов) которые нижестоящий уровень предоставляет вышестоящему. Служба определяется набором операций, но при этом не оговаривается как реализуются операции.

Интерфейс - набор формальных правил, определяющих взаимодействие между модулями, находящимися на соседних уровнях одного узла.



Протокол - набор формальных правил, определяющих последовательность и формат сообщений, которыми обмениваются сетевые компоненты, лежащие на одном уровне иерархии модели, но в разных узлах.



Уровни используют протоколы для реализации их служб.

Модули каждого уровня должны обрабатывать свой собственный протокол и интерфейсы с соседними уровнями.

Физический уровень

Физический уровень обеспечивает кодирование битов данных в электромагнитные сигналы и их передачу по линиям связи.

Основная функция - передача последовательности битов по среде передачи (реализуется во всех подключенных к сети устройствах).

Примеры протоколов: 10Base-5, 10Base-T, 10Base-FB, 10Base-FL, 100Base-TX, 100Base-FX, 100Base-T4.

Канальный уровень (уровень передачи данных)

Канальный уровень обеспечивает управление потоком передаваемых данных, механизмы обнаружения и коррекции ошибок, организацию доступа к разделяемой среде передачи данных.

В локальных сетях канальный уровень обеспечивает передачу кадров между любыми узлами сети.

В глобальных сетях канальный уровень обеспечивает передачу кадров между соседними узлами, соединенными индивидуальной линией связи.

Примеры протоколов: Ethernet, Token Ring, FDDI, PPP, LAP-B.

Сетевой уровень

Сетевой уровень служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей. Такие сети могут быть построены на основе различных технологий, например использовать различные методы передачи сигналов и кадров между конечными узлами.

На сетевом уровне под понятием **сеть** подразумевают совокупность компьютеров, соединенных между собой в соответствии со стандартной технологией канального уровня (использующих для передачи данных один из стандартных протоколов канального уровня).

Объединенную сеть, состоящую из нескольких сетей, называю **интерсетью (интернет)**.

Основные функции сетевого уровня:

1. выбор оптимального маршрута для продвижения пакетов по сети со сложной топологией;
2. согласование используемых в интерсети технологий локальных сетей;
3. адресация узлов в крупных сетях;
4. создание барьеров на пути нежелательного трафика между сетями.

Примеры протоколов: IP, IPX

Согласование технологий локальных сетей с помощью сетевого уровня



Возможные различия в технологиях построения локальных сетей на физическом и канальном уровнях:

- Различные среды передачи сигнала
- Различные методы кодирования сигнала
- Различные форматы передаваемых кадров
- Различные методы доступа к среде
- Различные методы управления передачей

Транспортный уровень

Транспортный уровень обеспечивает передачу данных с требуемой степенью надежности и качества. В модели OSI определено пять классов сервиса, отличающихся качеством предоставления услуг.

Качество определяется такими характеристиками как максимальная задержка передачи, возможность восстановления прерванной связи, способность исправлять ошибки передачи данных (потеря и дублирование данных, изменение порядка доставки).

Примеры протоколов: TCP, UDP, SPX.

Сеансовый уровень

Сеансовый уровень обеспечивает управление диалогом между конечными системами.

Основные функции:

1. реализация процедур организации и завершения сеансов связи;
2. аутентификация взаимодействующих сетевых процессов;
3. синхронизация передачи сообщений;
4. передача сообщений об исключительных ситуациях.
5. установка контрольных точек в потоке передаваемых данных.

Представительский уровень

Представительский уровень предназначен для согласования формы представления передаваемой по сети информации (согласование синтаксиса и семантики) .

Основные функции: определение кодировок данных, сжатие и шифрование данных.

Прикладной уровень

Прикладной уровень определяет набор протоколов доступа к сетевым ресурсам пользовательских и системных приложений.

Примеры протоколов: FTP, HTTP, SMTP, SNMP.

Причины ограниченного практического применения модели OSI

- Несвоевременность
- Несовершенство технологии
- Неудачная реализация
- Широкое распространение стека протоколов TCP/IP