

Сети ЭВМ и телекоммуникац ии

История компьютерных сетей

Подключение терминалов к центральному компьютеру:



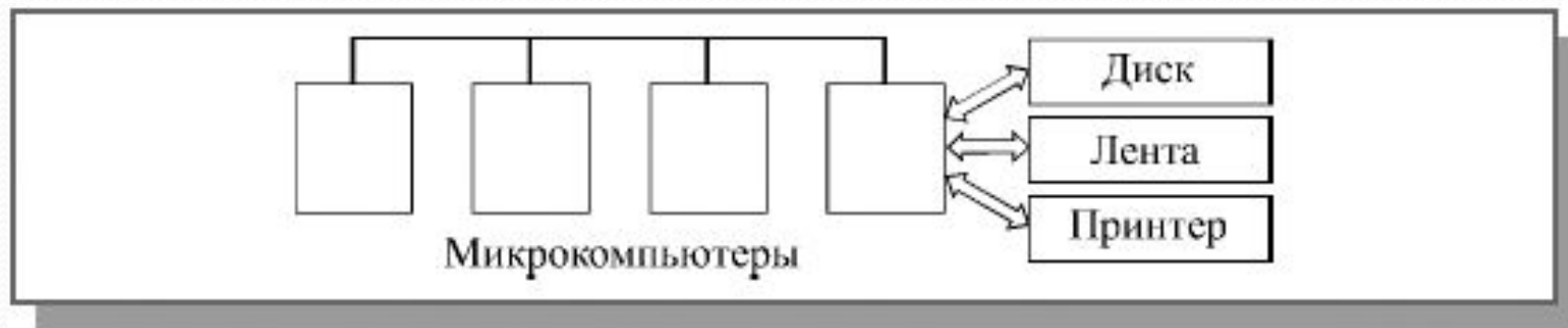
История компьютерных сетей

Подключение терминалов к центральному компьютеру:

основная цель организации связи состояла в том, чтобы разделить интеллект ("машинное время") большого мощного и дорогого компьютера между пользователями, работающими за этими терминалами. Это называлось режимом разделения времени, так как большой компьютер последовательно во времени решал задачи множества пользователей. В данном случае достигалось совместное использование самых дорогих в то время ресурсов – вычислительных.

История компьютерных сетей

Объединение нескольких микрокомпьютеров, позволило организовать совместное использование компьютерной периферии:



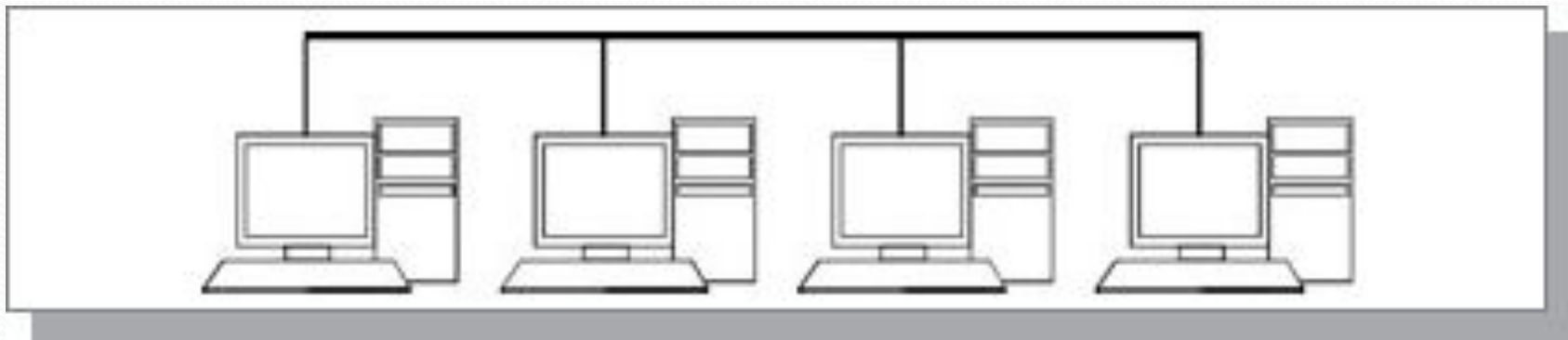
История компьютерных сетей

Объединив несколько микрокомпьютеров, можно было организовать совместное использование ими компьютерной периферии (магнитных дисков, магнитной ленты, принтеров). При этом вся обработка информации проводилась на месте, но ее результаты передавались на централизованные ресурсы. Здесь опять же совместно использовалось самое дорогое, что есть в системе, но уже совершенно по-новому. Такой режим получил название режима обратного разделения времени.

Как и в первом случае, средства связи снижали стоимость компьютерной системы в целом.

История компьютерных сетей

Объединение в сеть персональных компьютеров:



История компьютерных сетей

Персональные компьютеры отличались от первых микрокомпьютеров тем, что имели полный комплект достаточно развитой для полностью автономной работы периферии: магнитные диски, принтеры, не говоря уже о более совершенных средствах интерфейса пользователя (мониторы, клавиатуры, мыши и т.д.). Периферия подешевела и стала по цене вполне сравнимой с компьютером.

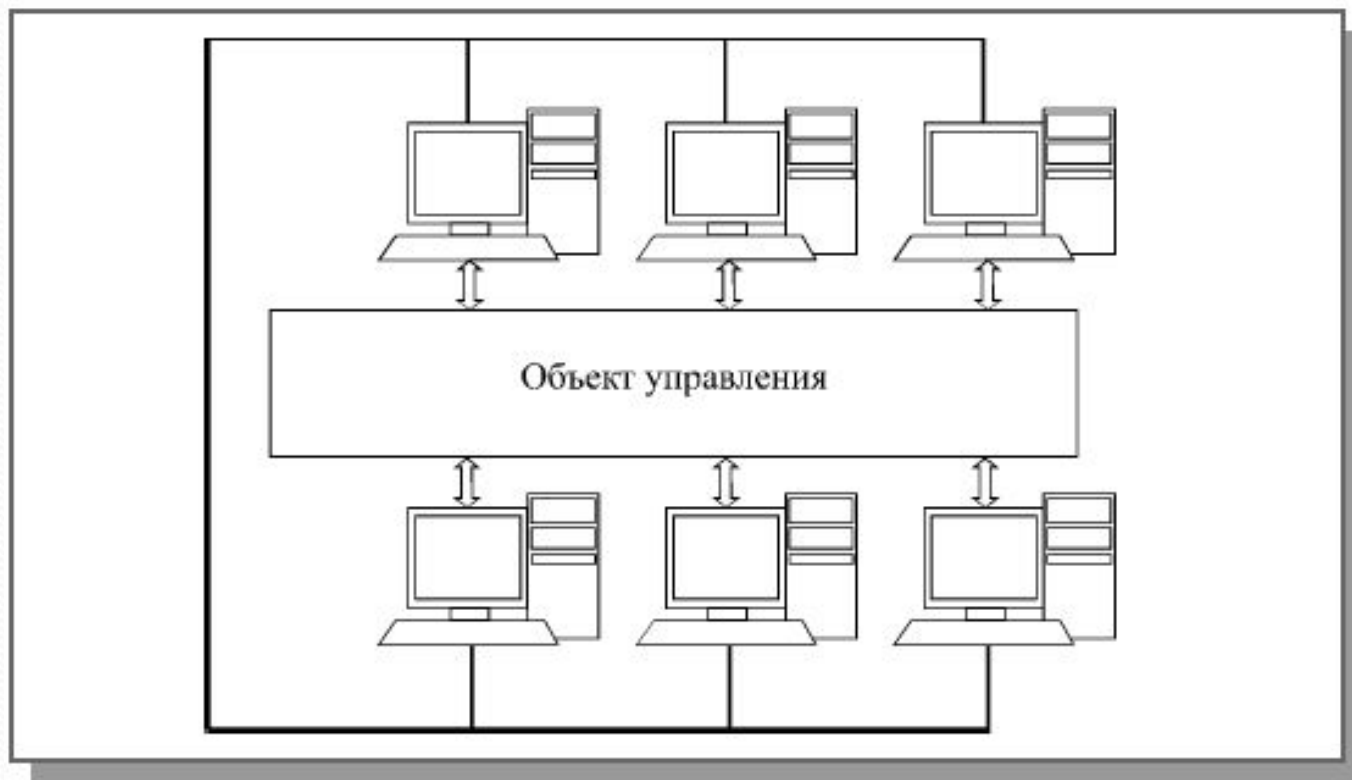
Сеть обеспечивает совместное использование ресурса. То самое обратное разделение времени, но уже на принципиально другом уровне. Здесь уже оно применяется не для снижения стоимости системы, а с целью более эффективного использования ресурсов, имеющих в распоряжении компьютеров. Например, сеть позволяет объединить объем дисков всех компьютеров, обеспечив доступ каждого из них к дискам всех остальных как к собственным.

История компьютерных сетей

Нагляднее всего преимущества сети проявляются в том случае, когда все пользователи активно работают с единой базой данных, запрашивая информацию из нее и заносая в нее новую (например, в банке, в магазине, на складе). Никакими дискетами тут уже не обойдешься: пришлось бы целыми днями переносить данные с каждого компьютера на все остальные, содержать целый штат курьеров. А с сетью все очень просто: любые изменения данных, произведенные с любого компьютера, тут же становятся видными и доступными всем.

История компьютерных сетей

Использование локальной сети для организации совместной работы компьютеров:



История компьютерных сетей

Без сети также невозможно обойтись в том случае, когда необходимо обеспечить согласованную работу нескольких компьютеров. Эта ситуация чаще всего встречается, когда эти компьютеры используются не для вычислений и работы с базами данных, а в задачах управления, измерения, контроля, там, где компьютер сопрягается с теми или иными внешними устройствами (рис. на пред слайде). Примерами могут служить различные производственные технологические системы, а также системы управления научными установками и комплексами. Здесь сеть позволяет синхронизировать действия компьютеров, распараллелить и соответственно ускорить процесс обработки данных, то есть сложить уже не только периферийные ресурсы, но и интеллектуальную мощь.

Локальные и глобальные сети

Локальная сеть (LAN) – сеть, которая позволяет пользователям не замечать связи.

Глобальные сети (WAN) отличаются от локальных прежде всего тем, что они рассчитаны на неограниченное число абонентов.

Признаки локальной сети

- высокая скорость передачи информации по сети;
- низкий уровень ошибок передачи;
- высокая интенсивность обмена (*большой трафик*);
- эффективный, быстродействующий механизм управления обменом по сети;
- ограниченное количество компьютеров, подключаемых к сети.

Городские (региональные) сети

Городские или региональные сети (MAN, Metropolitan Area Network), по своим характеристикам ближе к глобальным сетям, хотя иногда все-таки имеют некоторые черты локальных сетей.

Компоненты сети

Абонент (узел, хост, станция) — это устройство, подключенное к сети и активно участвующее в информационном обмене.

Сервером называется абонент (узел) сети, который предоставляет свои ресурсы другим абонентам, но сам не использует их ресурсы.

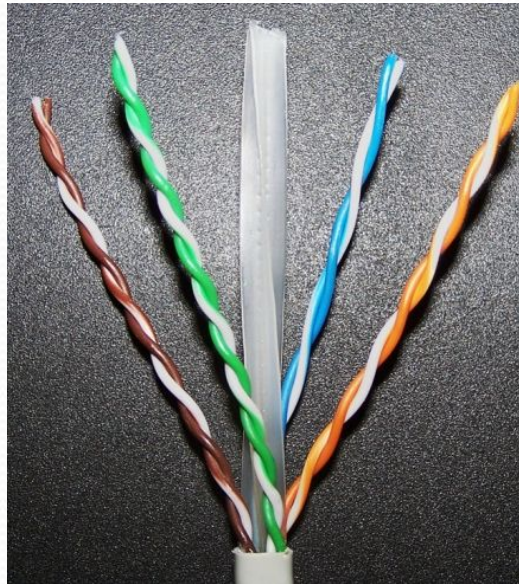
Клиентом называется абонент сети, который только использует сетевые ресурсы, но сам свои ресурсы в сеть не отдает

Среды передачи данных

- Металл (витая пара, коаксиальный кабель)
- Стекло (оптоволокно)
- Воздух (беспроводные системы связи)

Витая пара

Представляет собой одну или несколько пар изолированных проводников, скрученных между собой (с небольшим числом витков на единицу длины), покрытых пластиковой оболочкой:



Витая пара

- Витая пара состоит из двух медных изолированных проводов, один из которых обвит вокруг другого. Этот второй вьющийся провод предназначен для устранения взаимного влияния между соседними витыми парами.
- Витая пара широко используется в телефонии. Линии из витой пары могут иметь протяженность до нескольких километров без промежуточного усиления. Витые пары объединяются в кабели.
- Витая пара может быть использована для передачи как цифрового так и аналогового сигналов. Пропускная способность зависит от толщина линий и расстояния. Скорость в несколько мегабит в секунду вполне достижима. Учитывая это и низкую стоимость витой пары она широко используется и скорее всего будет продолжать использоваться.

Витая пара. Степень защиты.

В зависимости от наличия защиты :

- *незащищенная витая пара* (UTP — Unshielded twisted pair) — отсутствует защитный экран вокруг отдельной пары;
- *фольгированная витая пара* (FTP — Foiled twisted pair) — также известна как F/UTP (см.: Screened Shielded Twisted Pair (S/STP)), присутствует один общий внешний экран в виде фольги;
- *защищенная витая пара* (STP — Shielded twisted pair) — присутствует защита в виде экрана для каждой пары и общий внешний экран в виде сетки;
- *фольгированная экранированная витая пара* (S/FTP — Screened Foiled twisted pair) — внешний экран из медной оплетки и каждая пара в фольгированной оплетке;
- *незащищенная экранированная витая пара* (SF/UTP — Screened Foiled Unshielded twisted pair) — двойной внешний экран из медной оплетки и фольги, каждая витая пара без защиты.

Витая пара. Категории.

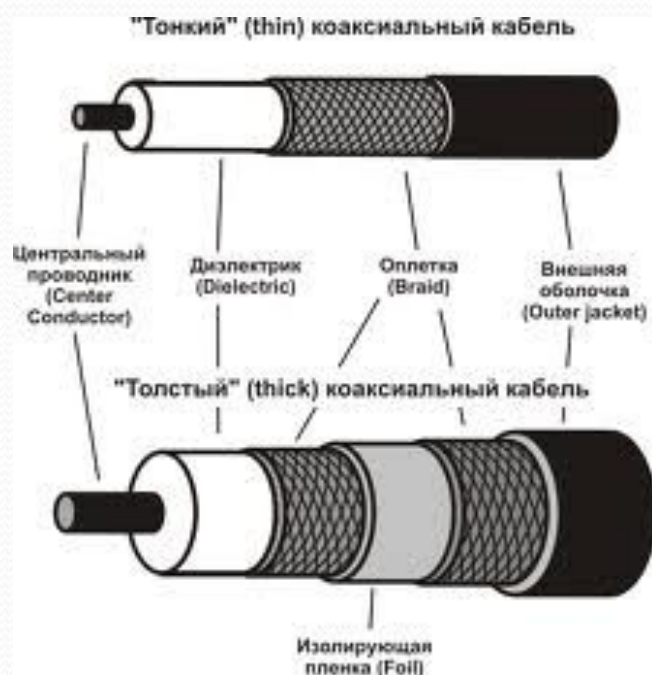
- CAT1 (полоса частот 0,1 МГц) — телефонный кабель, всего одна пара;
- CAT2 (полоса частот 1 МГц) — старый тип кабеля, 2 пары проводников, поддерживал передачу данных на скоростях до 4 Мбит/с;
- CAT3 (полоса частот 16 МГц) — 4-парный кабель, используется при построении телефонных и локальных сетей, поддерживает скорость передачи данных до 10 Мбит/с;

Витая пара. Категории.

- CAT4 (полоса частот 20 МГц) — состоит из 4 скрученных пар, скорость передачи данных не превышает 16 Мбит/с по одной паре;
- CAT5 (полоса частот 100 МГц) — 4-парный кабель, скорость передачи данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар;
- CAT6 (полоса частот 250 МГц) — состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 1000 Мбит/с;
- CAT7 — скорость передачи данных до 10 Гбит/с, частота пропускаемого сигнала до 600—700 МГц.

Коаксиальный кабель

Электрический кабель, состоящий из расположенных соосно центрального проводника и экрана и служащий для передачи высокочастотных сигналов:



«Тонкий» коаксиальный кабель

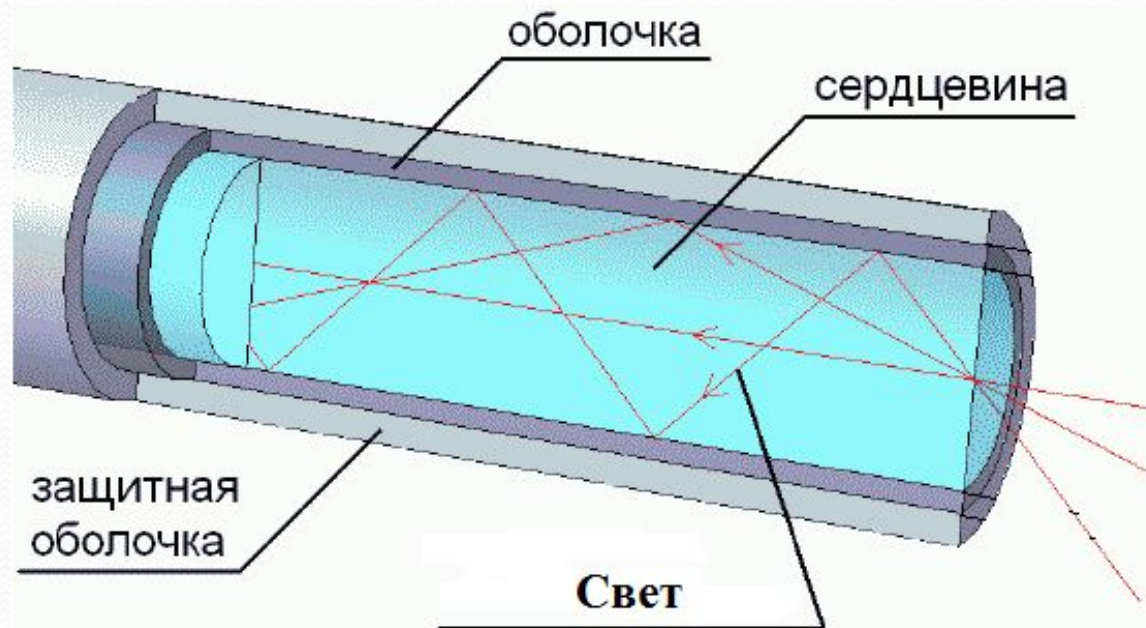
- Диаметр 6 мм.
- Кабели соединяются друг с другом и с сетевой платой в компьютере при помощи T-коннектора BNC (Bayonet Neill-Concelman).
- Между собой кабели могли соединяться с помощью I-коннектора BNC (прямое соединение).
- Поддерживает передачу данных до 10 Мбит/с на расстояние до 185 м.

«Толстый» коаксиальный кабель

- Диаметр 12 мм.
- Передачу данных можно осуществлять на расстояние до 500 м со скоростью 10 Мбит/с.
- Кабели соединяются друг с другом и с сетевой платой в компьютере при помощи трансивера AUI (Attachment Unit Interface).

Оптическое волокно

Оптическое волокно — нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), используемая для переноса света:



Оптическое волокно

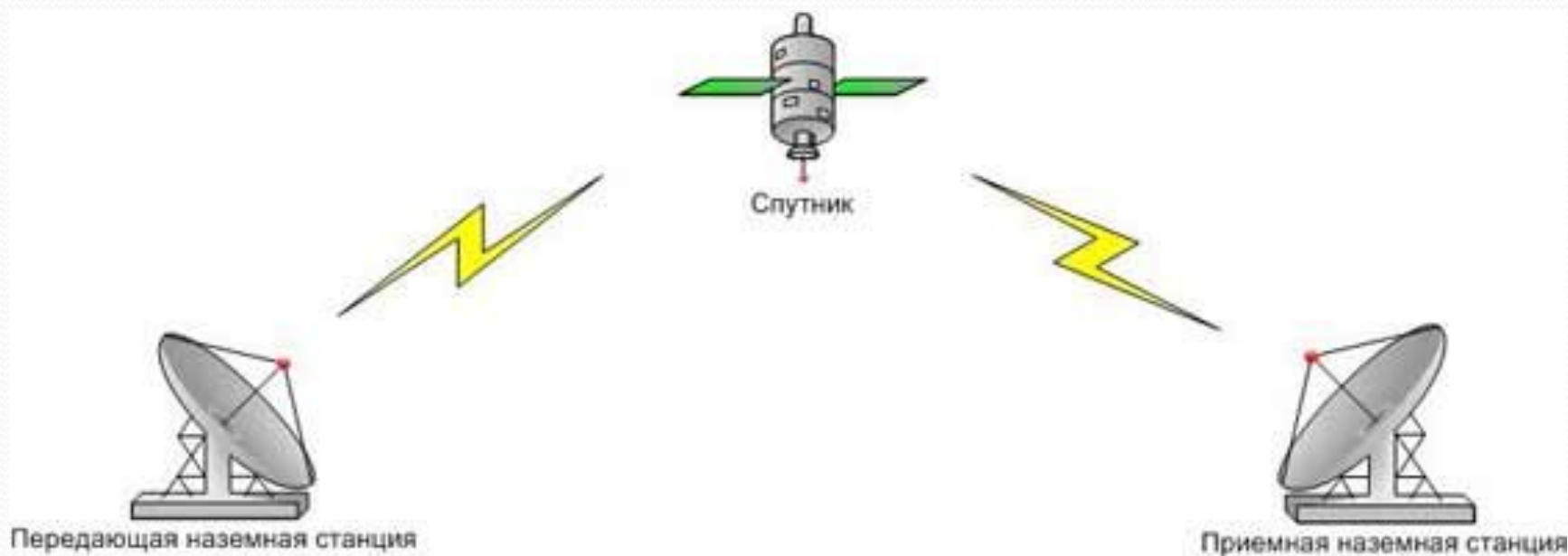
- Кабель состоит из сердечника, состоящего из сверхпрозрачного оптоволокна. В одноканальном кабеле сердечник имеет толщину 8-100 микрон, в многоканальном около 50 микрон. Сердечник окружен стекловолокном с низким коэффициентом рефракции, сокращающим потери света через границу сердечника. Сверху все покрыто защитным пластиком.
- Такой кабель прокладывают и под землей, и под водой. Соединяют его электрически с помощью специальных коннекторов, механически, прижимая один край к другому, сваривая оба конца.

Оптическое волокно

Для использования оптической связи нужен источник света, светопроводящая среда, детектор, преобразующий световой поток в электрический.

На одном передающем конце находится источник света, световой импульс проходит по тонкому светопроводящему волокну и попадает на детектор, который выдает электрический импульс.

Беспроводные каналы СВЯЗИ



Беспроводные каналы связи

Спутниковые каналы связи

В спутниковых системах используются антенны СВЧ-диапазона частот для приема радиосигналов от наземных станций и ретрансляции этих сигналов обратно на наземные станции. В спутниковых сетях используются три основных типа спутников, которые находятся на геостационарных орбитах, средних или низких орбитах. Спутники запускаются, как правило, группами. Разнесенные друг от друга они могут обеспечить охват почти всей поверхности Земли. Работа спутникового канала передачи данных представлена на рисунке (см. предыд. слайд)

Целесообразнее использовать спутниковую связь для организации канала связи между станциями, расположенными на очень больших расстояниях, и возможности обслуживания абонентов в самых труднодоступных точках. Пропускная способность высокая – несколько десятков Мбит/с.

Беспроводные каналы связи

Сотовые каналы связи

- Радиоканалы сотовой связи строятся по тем же принципам, что и сотовые телефонные сети. Сотовая связь - это беспроводная телекоммуникационная система, состоящая из сети наземных базовых приемо-передающих станций и сотового коммутатора (или центра коммутации мобильной связи).
- Базовые станции подключаются к центру коммутации, который обеспечивает связь, как между базовыми станциями, так и с другими телефонными сетями и с глобальной сетью Интернет. По выполняемым функциям центр коммутации аналогичен обычной АТС проводной связи.

Беспроводные каналы связи

Технология Wi-Fi

Радиоканалы для локальных сетей. Стандартом беспроводной связи для локальных сетей является технология Wi-Fi. Wi-Fi обеспечивает подключение в двух режимах: точка-точка (для подключения двух ПК) и инфраструктурное соединение (для подключения несколько ПК к одной точке доступа). Скорость обмена данными до 11 Мбит/с при подключении точка-точка и до 54 Мбит/с при инфраструктурном соединении.

Топология локальных сетей

Под *топологией* (компоновкой, конфигурацией, структурой) компьютерной сети обычно понимается физическое расположение компьютеров сети друг относительно друга и способ соединения их линиями связи.

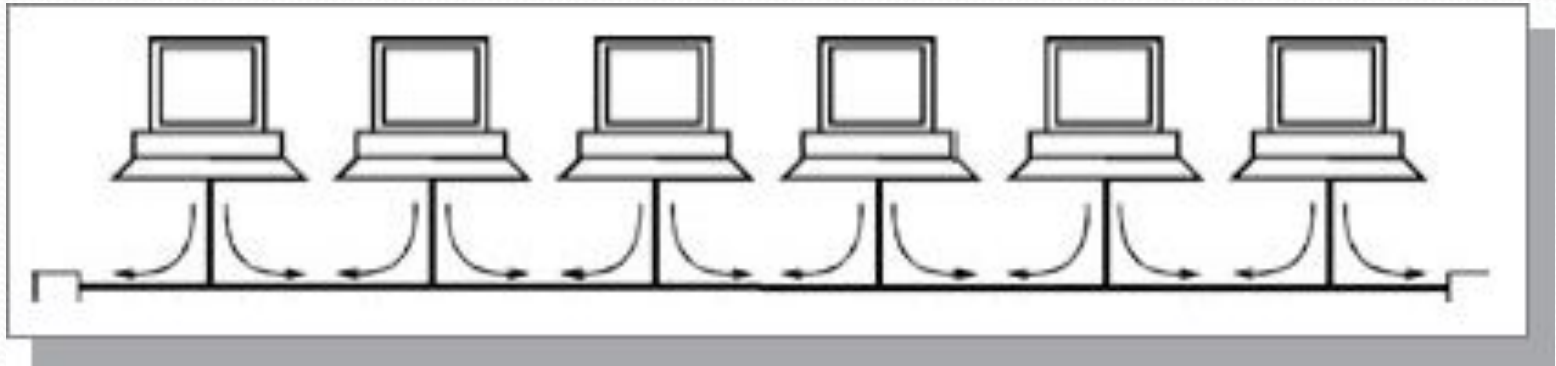
Топология локальных сетей

Топология определяет:

- требования к оборудованию,
- тип используемого кабеля,
- допустимые и наиболее удобные методы управления обменом,
- надежность работы,
- возможности расширения сети.

Топология «шина»

Все компьютеры параллельно подключаются к одной линии связи. Информация от каждого компьютера одновременно передается всем остальным компьютерам:



Топология «шина»

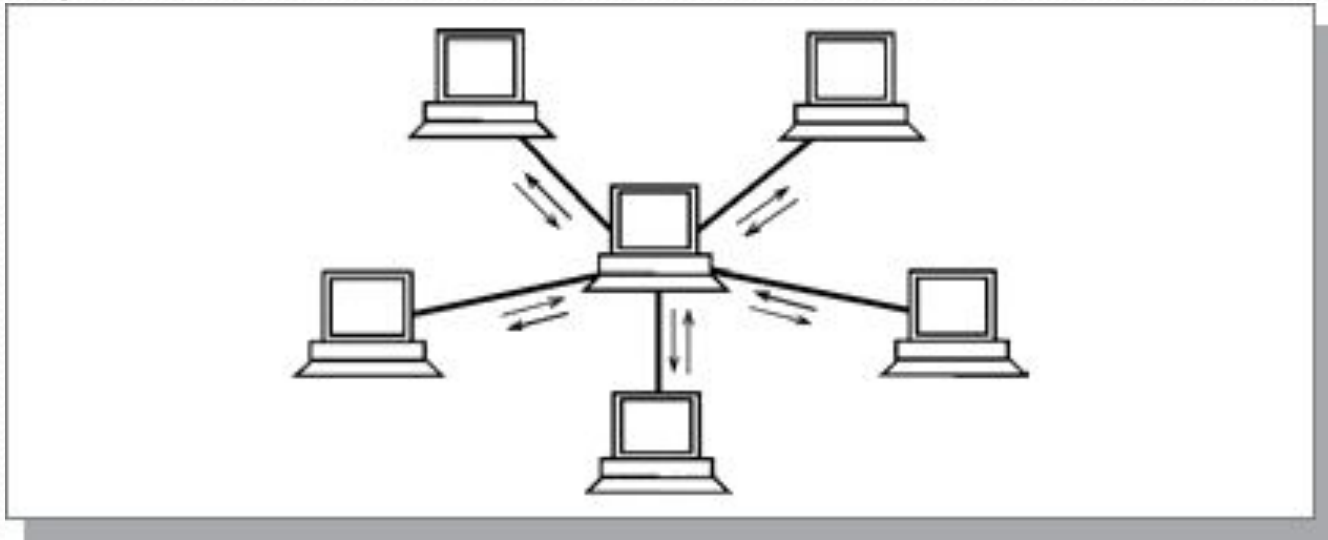
- режим полудуплексного (half duplex) обмена;
- отсутствует явно выраженный центральный абонент;
- добавление новых абонентов в шину довольно просто;
- разрешение возможных конфликтов ложится на сетевое оборудование каждого отдельного абонента;
- сложная сетевая аппаратура.

Недостатки топологии ШИНА

- Отказ сетевого оборудования любого абонента в шине может вывести из строя всю сеть. К тому же такой отказ довольно трудно локализовать, поскольку все абоненты включены параллельно, и понять, какой из них вышел из строя, невозможно.
- При прохождении по линии связи сети с топологией шина информационные сигналы ослабляются и никак не восстанавливаются, что накладывает жесткие ограничения на суммарную длину линий связи. Причем каждый абонент может получать из сети сигналы разного уровня в зависимости от расстояния до передающего абонента. Это предъявляет дополнительные требования к приемным узлам сетевого оборудования.

Топология «звезда»

К одному центральному компьютеру присоединяются остальные периферийные компьютеры, причем каждый из них использует отдельную линию связи:



Топология «звезда»

- явно выделенный центральный абонент;
- обмен информацией идет исключительно через центральный компьютер;
- сетевое оборудование центрального абонента должно быть существенно более сложным, чем оборудование периферийных абонентов;
- функции по управлению обменом ложатся на центрального абонента .

Преимущества топологии ЗВЕЗДА

- Устойчивость звезды к отказам компьютеров, то выход из строя периферийного компьютера или его сетевого оборудования никак не отражается на функционировании оставшейся части сети, зато любой отказ центрального компьютера делает сеть полностью неработоспособной. В связи с этим должны приниматься специальные меры по повышению надежности центрального компьютера и его сетевой аппаратуры.
- Обрыв кабеля или короткое замыкание в нем при топологии звезда нарушает обмен только с одним компьютером, а все остальные компьютеры могут нормально продолжать работу.

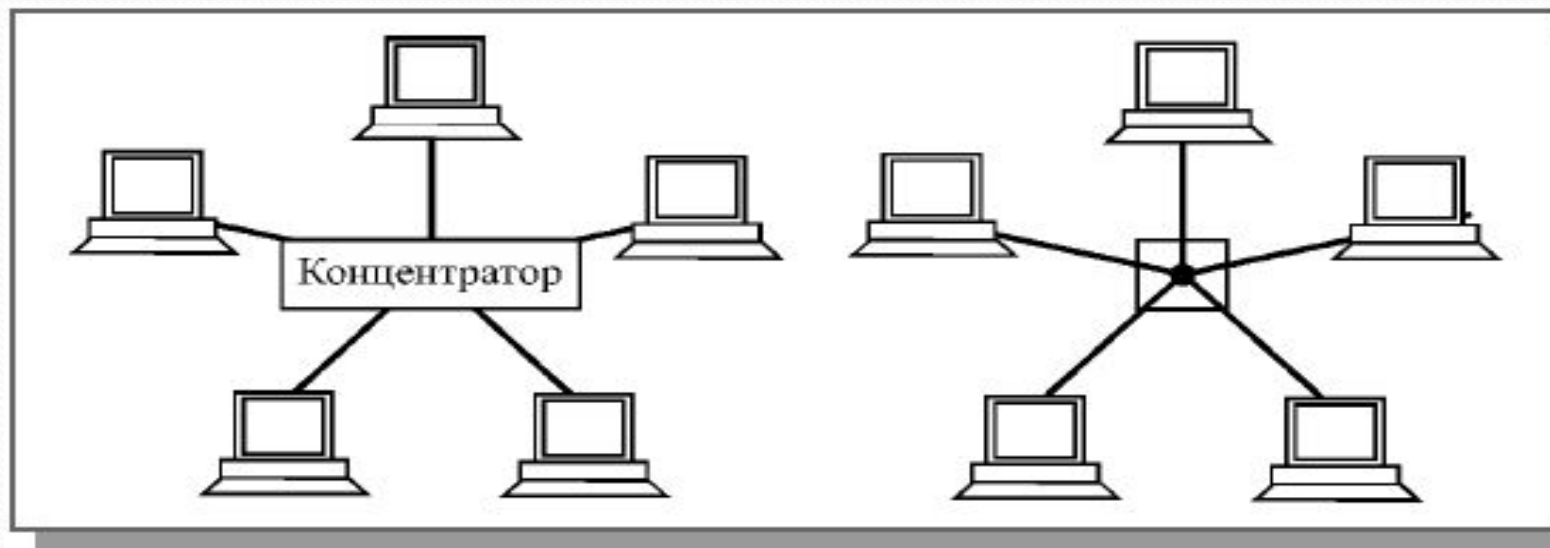
Недостатки топологии ЗВЕЗДА

- Серьезный недостаток топологии звезда состоит в жестком ограничении количества абонентов. Обычно центральный абонент может обслуживать не более 8—16 периферийных абонентов. В этих пределах подключение новых абонентов довольно просто, но за ними оно просто невозможно. В звезде допустимо подключение вместо периферийного еще одного центрального абонента (в результате получается топология из нескольких соединенных между собой звезд).

Топология «Пассивная звезда» и ее схема

В центре сети с данной топологией помещается не компьютер, а специальное устройство — концентратор или, как его еще называют, хаб (hub), которое восстанавливает приходящие сигналы и пересылает их во все другие линии связи.

Используется в наиболее популярной сегодня сети Ethernet.



Топология «Пассивная звезда»

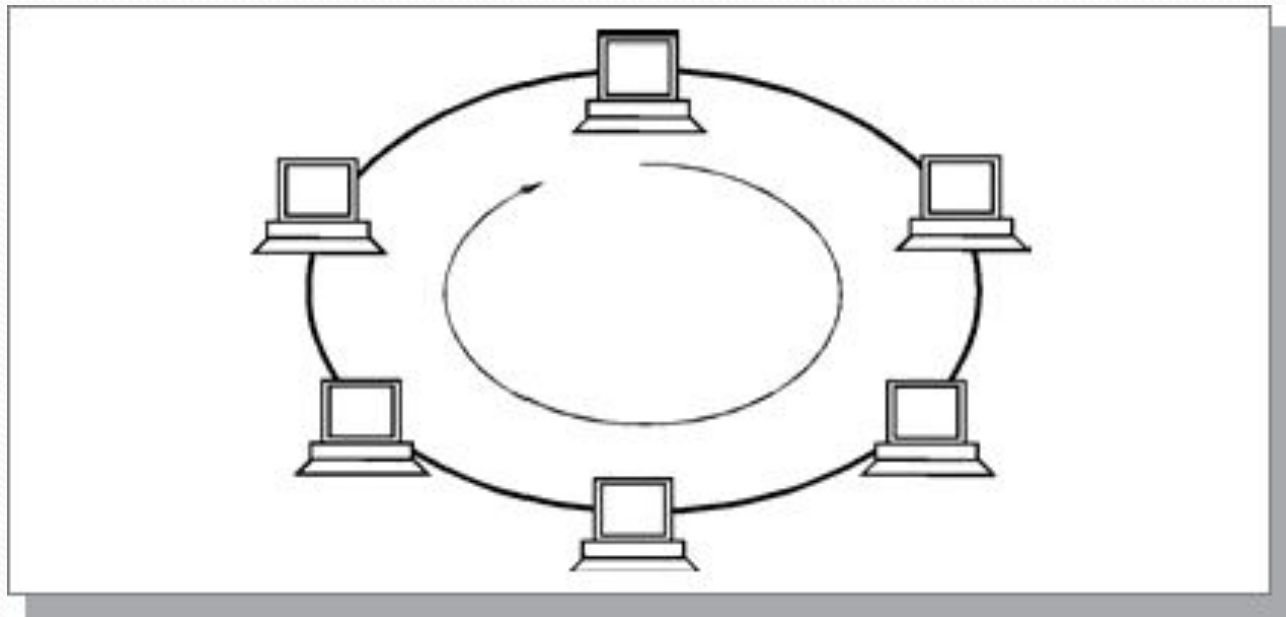
- Получается, что хотя схема прокладки кабелей подобна истинной или активной звезде, фактически речь идет о шинной топологии, так как информация от каждого компьютера одновременно передается ко всем остальным компьютерам, а никакого центрального абонента не существует. Безусловно, пассивная звезда дороже обычной шины, так как в этом случае требуется еще и концентратор. Однако она предоставляет целый ряд дополнительных возможностей, связанных с преимуществами звезды, в частности, упрощает обслуживание и ремонт сети. Именно поэтому в последнее время пассивная звезда все больше вытесняет истинную звезду, которая считается малоперспективной топологией.

Топология «звезда»

- Большое достоинство звезды (как активной, так и пассивной) состоит в том, что все точки подключения собраны в одном месте. Это позволяет легко контролировать работу сети, локализовать неисправности путем простого отключения от центра тех или иных абонентов (что невозможно, например, в случае шинной топологии), а также ограничивать доступ посторонних лиц к жизненно важным для сети точкам подключения. К периферийному абоненту в случае звезды может подходить как один кабель (по которому идет передача в обоих направлениях), так и два (каждый кабель передает в одном из двух встречных направлений), причем последнее встречается гораздо чаще.
- Общим недостатком для всех топологий типа звезда (как активной, так и пассивной) является значительно больший, чем при других топологиях, расход кабеля. Например, если компьютеры расположены в одну линию (как в топологии шина), то при выборе топологии звезда понадобится в несколько раз больше кабеля, чем при топологии шина. Это существенно влияет на стоимость сети в целом и заметно усложняет прокладку кабеля.

Топология «КОЛЬЦО»

Компьютеры последовательно объединены в кольцо. Передача информации в кольце всегда производится только в одном направлении:



Топология «КОЛЬЦО»

- каждый компьютер ретранслирует (восстанавливает, усиливает) проходящий к нему сигнал;
- нет четко выделенного центра;
- просто подключить новых абонентов в кольцо;
- выход из строя хотя бы одного абонента нарушает работу сети в целом;
- довольно велико максимальное количество абонентов.

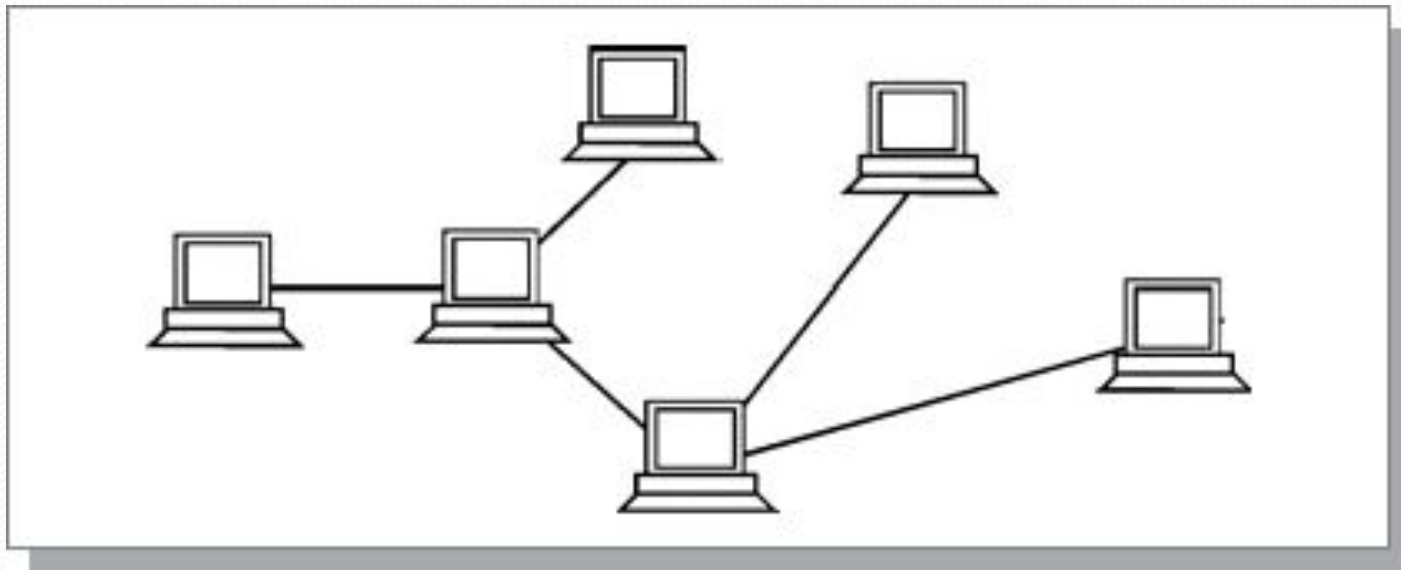
Топология КОЛЬЦО

- Кольцевая топология обычно обладает высокой устойчивостью к перегрузкам, обеспечивает уверенную работу с большими потоками передаваемой по сети информации, так как в ней, как правило, нет конфликтов (в отличие от шины), а также отсутствует центральный абонент (в отличие от звезды), который может быть перегружен большими потоками информации.
- Сигнал в кольце проходит последовательно через все компьютеры сети, поэтому выход из строя хотя бы одного из них (или же его сетевого оборудования) нарушает работу сети в целом. Это существенный недостаток кольца.
- Точно так же обрыв или короткое замыкание в любом из кабелей кольца делает работу всей сети невозможной. Из трех рассмотренных топологий кольцо наиболее уязвимо к повреждениям кабеля, поэтому в случае топологии кольца обычно предусматривают прокладку двух (или более) параллельных линий связи, одна из которых находится в резерве.

Другие топологии

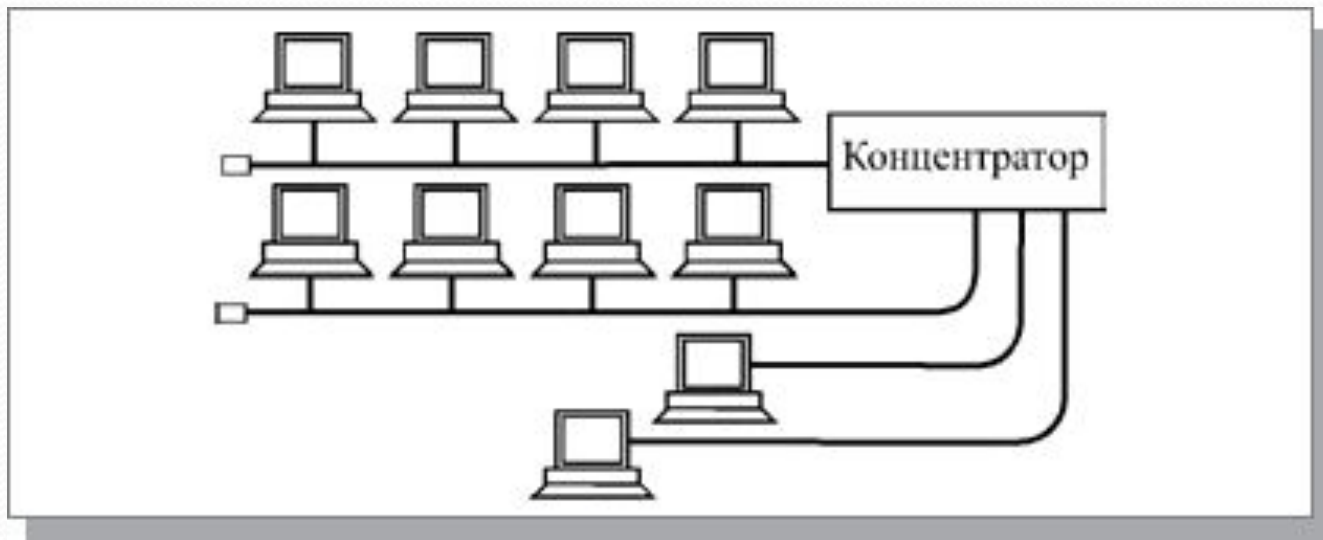
Сетевая топология дерево (tree), которую можно рассматривать как комбинацию нескольких звезд.

Дерево может быть активным (в центрах объединения нескольких линий связи находятся центральные компьютеры) или пассивным (в центрах — концентраторы)



Другие топологии

Звездно-шинная топология:

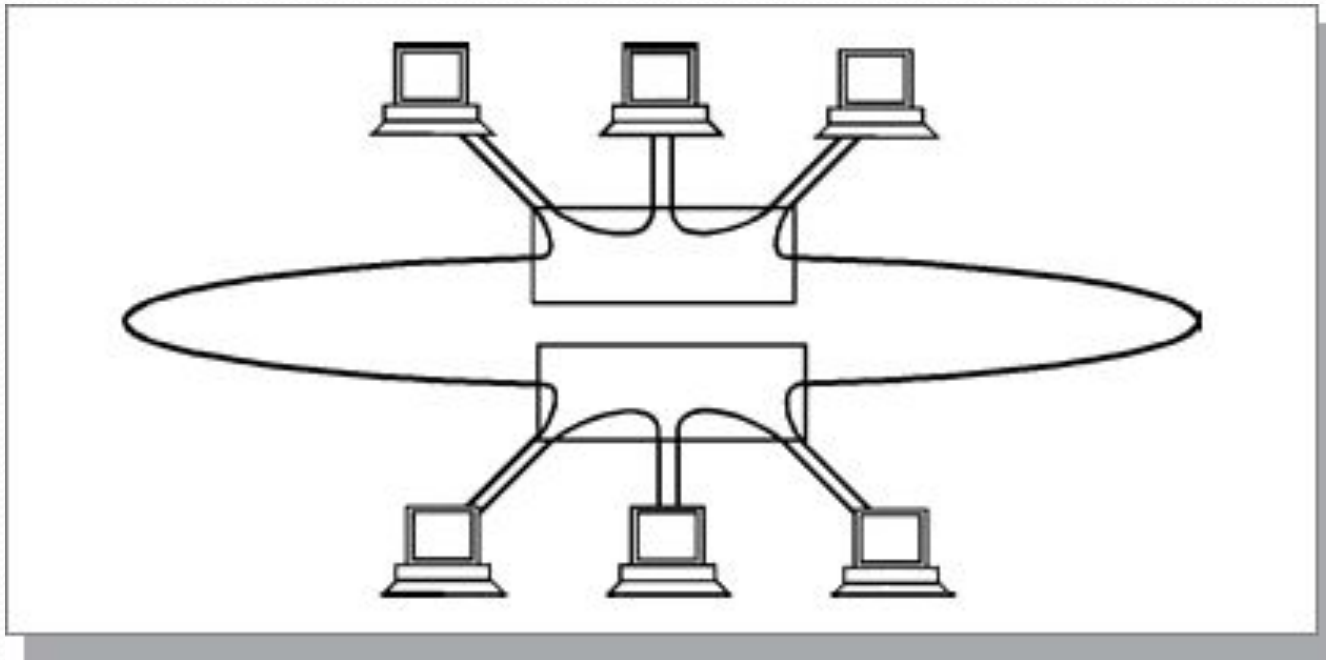


Звездно-шинная топология

В звездно-шинной (star-bus) топологии используется комбинация шины и пассивной звезды. К концентратору подключаются как отдельные компьютеры, так и целые шинные сегменты. На самом деле реализуется физическая топология шина, включающая все компьютеры сети. В данной топологии может использоваться и несколько концентраторов, соединенных между собой и образующих так называемую магистральную, опорную шину. К каждому из концентраторов при этом подключаются отдельные компьютеры или шинные сегменты. В результате получается звездно-шинное дерево. Таким образом, пользователь может гибко комбинировать преимущества шинной и звездной топологий, а также легко изменять количество компьютеров, подключенных к сети. С точки зрения распространения информации данная топология равноценна классической шине.

Другие топологии

Звездно-кольцевая топология:

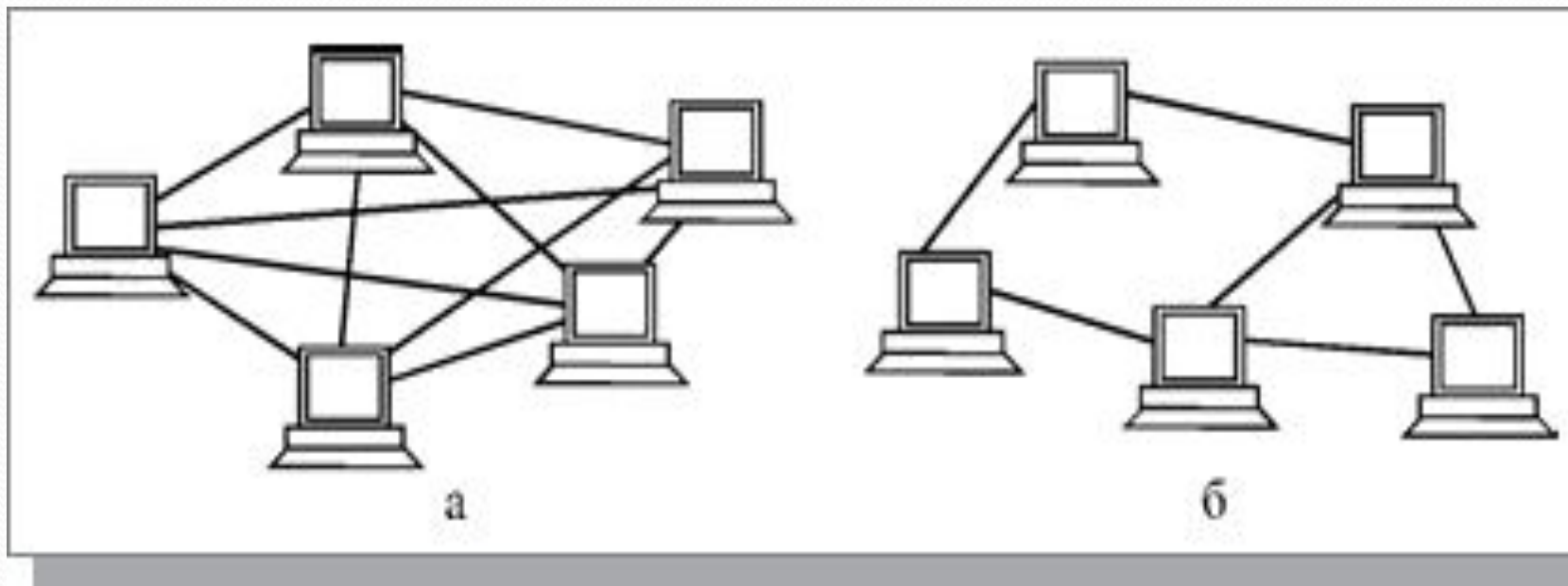


Звездно-кольцевая топология

В случае звездно-кольцевой (star-ring) топологии в кольцо объединяются не сами компьютеры, а специальные концентраторы (изображенные на рис. в виде прямоугольников), к которым в свою очередь подключаются компьютеры с помощью звездообразных двойных линий связи. В действительности все компьютеры сети включаются в замкнутое кольцо, так как внутри концентраторов линии связи образуют замкнутый контур. Данная топология дает возможность комбинировать преимущества звездной и кольцевой топологий. Например, концентраторы позволяют собрать в одно место все точки подключения кабелей сети. Если говорить о распространении информации, данная топология равноценна классическому кольцу.

сеточная топология

- при которой компьютеры связываются между собой не одной, а многими линиями связи, образующими сетку



Сеточная топология: полная (а) и частичная (б).

- В полной сеточной топологии каждый компьютер напрямую связан со всеми остальными компьютерами. В этом случае при увеличении числа компьютеров резко возрастает количество линий связи. Кроме того, любое изменение в конфигурации сети требует внесения изменений в сетевую аппаратуру всех компьютеров, поэтому полная сеточная топология не получила широкого распространения.
- Частичная сеточная топология предполагает прямые связи только для самых активных компьютеров, передающих максимальные объемы информации. Остальные компьютеры соединяются через промежуточные узлы. Сеточная топология позволяет выбирать маршрут для доставки информации от абонента к абоненту, обходя неисправные участки. С одной стороны, это увеличивает надежность сети, с другой же – требует существенного усложнения сетевой аппаратуры, которая должна выбирать маршрут.

Недостатки сетей

- Сеть требует дополнительных, иногда значительных материальных затрат на покупку сетевого оборудования, программного обеспечения, на прокладку соединительных кабелей и обучение персонала.
- Сеть требует приема на работу специалиста (администратора сети), который будет заниматься контролем работы сети, ее модернизацией, управлением доступом к ресурсам, устранением возможных неисправностей, защитой информации и резервным копированием. Для больших сетей может понадобиться целая бригада администраторов.
- Сеть ограничивает возможности перемещения компьютеров, подключенных к ней, так как при этом может понадобиться перекладка соединительных кабелей.
- Сети представляют собой прекрасную среду для распространения компьютерных вирусов, поэтому вопросам защиты от них придется уделять гораздо больше внимания, чем в случае автономного использования компьютеров. Ведь достаточно инфицировать один, и все компьютеры сети будут поражены.
- Сеть резко повышает опасность несанкционированного доступа к информации с целью ее кражи или уничтожения. Информационная защита требует проведения целого комплекса технических и организационных мероприятий.

Модель OSI

- Модель OSI (Open Systems Interconnection) — взаимодействие открытых систем — семиуровневая модель протоколов передачи данных, разработанная Международной организацией по стандартизации и ССИТТ (Consultative Committee for International Telephony and Telegraphy) для сопряжения различных видов вычислительного и коммуникационного оборудования различных производителей.
- Уровни OSI [OSI layers] — группы протоколов передачи данных, связанные между собой иерархическими отношениями. Каждый уровень обслуживает вышестоящий уровень и, в свою очередь, пользуется услугами нижестоящего. Наименование уровней OSI (от нижнего к верхнему):

Модель OSI

Модель OSI		
Тип данных	Уровень	Функции
Данные	7. Прикладной уровень	Доступ к сетевым службам
	6. Уровень представления	Представление и кодирование данных
	5. Сеансовый уровень	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты	3. Сетевой	Определение маршрута и логическая адресация
Кадры	2. Канальный	Физическая адресация
Биты	1. Физический уровень	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

Прикладной уровень

Обеспечивает взаимодействие пользовательских приложений с сетью:

- позволяет приложениям использовать сетевые службы;
- отвечает за передачу служебной информации, предоставляет приложениям информацию об ошибках.

(С помощью специальных приложений пользователь создает документ – письмо на бумаге)

Уровень представления

Отвечает за преобразование протоколов и кодирование/декодирование данных:

- преобразует запрос приложений в формат для передачи по сети, а полученные из сети данные преобразует в формат, понятный приложениям;
- осуществляет сжатие/распаковку или кодирование/декодирование данных, а также перенаправление запросов другому сетевому ресурсу.

(Письмо запечатано в конверт. Конверт подписан, наклеена марка.
– Соблюдены все требования протокола доставки)

Сеансовый уровень

Отвечает за поддержание сеанса связи, позволяя приложениям взаимодействовать между собой длительное время:

- управляет созданием/завершением сеанса, обменом информацией, синхронизацией задач,
- определяет права на передачу данных и поддерживает сеанс в периоды неактивности приложений.

(Письмо опущено в почтовый ящик. Выбрана служба доставки. Письмо можно было запечатать в бутылку и бросить в реку.)

Транспортный уровень

Предназначен для доставки данных без ошибок, потерь и дублирования.

Блоки данных разделяются на фрагменты (пакеты, UDP-датаграмма, ТСР-сегмент), размер которых зависит от протокола: короткие объединяются в один, а длинные разбиваются.

(Письмо доставлено на почтамт. Оно отделено от писем, которые местная служба может доставить самостоятельно.)

Сетевой уровень

Предназначен для определения пути передачи данных. Отвечает за:

- трансляцию логических адресов и имён в физические;
- определение кратчайших маршрутов;
- коммутацию и маршрутизацию;
- отслеживание неполадок и «заторов» в сети.

(После сортировки письмо уложено в мешок. Появилась новая единица доставки – мешок.)

Канальный уровень (соединения)

Предназначен для обеспечения взаимодействия сетей на физическом уровне и контроля за ошибками, которые могут возникнуть.

Полученные с физического уровня данные он упаковывает во фреймы, проверяет на целостность, если нужно, исправляет ошибки (посылает повторный запрос поврежденного кадра) и отправляет на сетевой уровень.

(Мешки писем уложены в вагон. Появилась новая единица доставки – вагон.)

Физический уровень

Предназначен непосредственно для передачи потока данных.

Осуществляет передачу электрических или оптических сигналов в кабель или в радиозэфир и, соответственно, их приём и преобразование в биты данных в соответствии с методами кодирования цифровых сигналов.

(Вагон прицеплен к локомотиву. Появилась новая единица доставки – состав. За доставку взялось другое ведомство, действующее по другим протоколам.)

Прикладные возможности сетей

- совместно использование ресурсов;
- совместная работа нескольких компьютеров;
- обмен информацией;
- предоставления ресурсов.

Основные понятия

Для связи между собой нескольких локальных сетей, работающих по разным протоколам, служат специальные средства, называемые *шлюзами*.

Шлюзы могут быть аппаратными (специальный компьютер – шлюзовый сервер) и программными (компьютерная программа).

При подключении локальной сети предприятия к глобальной сети важную роль играет понятие *сетевой безопасности*. (Должен быть ограничен доступ в локальную сеть посторонних лиц извне, а также ограничен выход за пределы локальной сети для сотрудников предприятия, не имеющих соответствующих прав)

Для обеспечения сетевой безопасности между локальной и глобальной сетью устанавливают *брандмауэры*.

Брандмауэром может быть специальный компьютер или программа, препятствующая несанкционированному перемещению данных между сетями.