

Курс лекций: Компьютерные сети
Специальность: «1-28 01 02 "Электронный маркетинг"»

Лекция № 4. Классификация локальных сетей. Топологии локальных сетей: физическая и логическая. Достоинства и недостатки.

Локальные сети можно классифицировать по следующим параметрам:

1. **по классу** – локальные сети (LAN) делятся на одноранговые и клиент-серверные сети;
2. **по топологии сети** LAN делятся на шинные, кольцевые, звездообразные, гибридные;
3. **по типу физической среды передачи** - на витую пару, коаксиальный или оптоволоконный кабель, инфракрасный канал, радиоканал;
4. **по скорости доступа** - на низкоскоростные (до 10 Мбит/с), среднескоростные (до 100 Мбит/с), высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с);

4.1. ОДНОРАНГОВЫЕ И КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫЕ СЕТИ

Локальные вычислительные сети подразделяются на два кардинально различающихся класса: одноранговые (одноуровневые или Peer-to-Peer) сети и клиент-серверные (иерархические).

Клиентом называют тот компьютер (узел сети) и/или программное обеспечение, который использует ресурсы других компьютеров сети (серверов). При этом клиент посылает запрос к серверу на получение доступа к ресурсу сети (файлу, Web-узлу, принтеру, модему и пр.)

Сервером называют тот компьютер (узел сети) и/или программное обеспечение, который предоставляет свои ресурсы клиентам. При этом сервер обрабатывает запросы клиентов и используя сетевые протоколы посылает (передает) необходимую информацию клиенту или позволяет клиенту управлять ресурсом, например, принтером.

Одноранговая сеть - это сеть равноправных компьютеров, каждый из которых имеет уникальное имя (имя компьютера) и обычно пароль для входа в него во время загрузки ОС (Рисунок 4.1). Имя и пароль входа назначаются владельцем компьютера средствами ОС. Каждый компьютер такой сети может одновременно являться и сервером и клиентом сети, хотя вполне допустимо назначение одного компьютера только сервером, а другого только клиентом.

Такую сеть часто называют «**Рабочей Группой**» (**WORKGROUP**).

Одна из областей применения технологии одноранговых сетей — обмен файлами. Пользователи файлообменной сети выкладывают какие-либо файлы в папку общего доступа («расшаренную» от англ. share — делиться) на своём компьютере, содержимое которой доступно для скачивания другим

пользователям. Аналогично пользователь компьютера, к которому подключен принтер, может открыть доступ пользователям сети к «своему» принтеру.

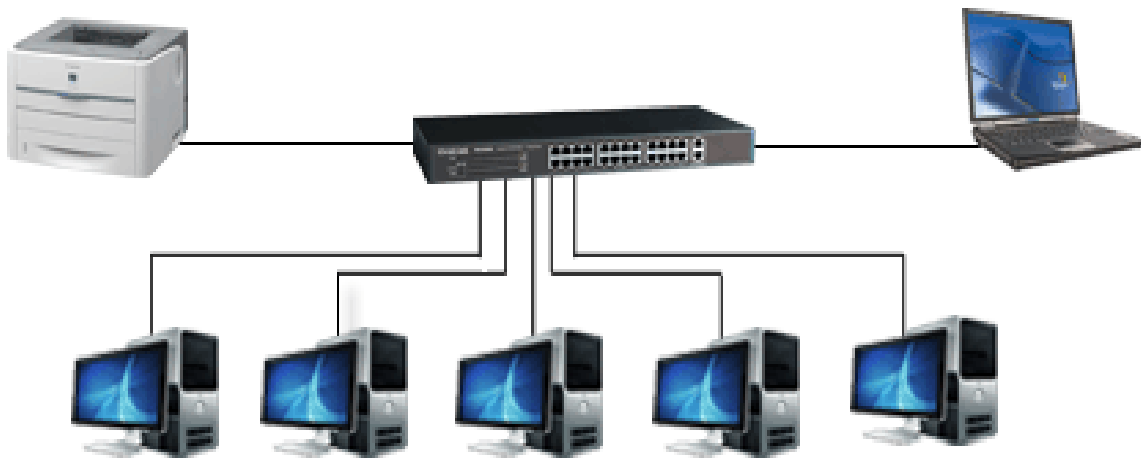


Рисунок 4.1. Пример одноранговой сети.

К основным достоинствам одноранговых сетей можно отнести:

- простоту работы в них;
- низкую стоимость, поскольку все компьютеры являются рабочими станциями;
- отсутствие необходимости в постоянном присутствии администратора сети и относительную простоту администрирования;
- возможность для пользователя контролировать ресурсы своего собственного компьютера;
- независимость отдельных компьютеров и их ресурсов друг от друга;
- легкость в установке и настройке;
- отсутствие необходимости в дополнительном программном обеспечении (кроме операционной системы);

Недостатки одноранговой архитектуры таковы:

- необходимость помнить столько паролей, сколько имеется разделенных ресурсов, либо имен и паролей для входа (для сетей на основе Windows NT/2000/XP/7/8/10);
- необходимость производить резервное копирование отдельно на каждом компьютере, чтобы защитить все совместно используемые данные;
- отсутствие возможности централизованного управления сетью и доступом к данным; как результат — низкая общая защищенность сети и данных;
- защита информации и безопасность зависит от настроек каждого компьютера;
- эффективность работы зависит от количества компьютеров в сети;

Сейчас считается, что одноранговая сеть наиболее эффективна в небольших сетях (около 10 компьютеров). При значительном количестве компьютеров сетевые операции сильно замедляют работу компьютеров и создадут множество других проблем. Тем не менее, для небольшого офиса одноранговая сеть - оптимальное решение.

Клиент-серверные сети

Клиент-серверные (иерархические) локальные сети применяются в тех случаях, когда в сеть должно быть объединено много пользователей и возможностей одноранговой сети может не хватить. Тогда в сеть включается специализированный компьютер – сервер.

В клиент-серверных (иерархических) сетях выделяется один или несколько специальных **компьютеров – серверов**. Серверы обычно представляют собой высокопроизводительные компьютер с серверной операционной системой (например, Windows Server 2003 – Windows Server 2019), отказоустойчивыми дисковыми массивами и системой защиты от сбоев. Как правило, на этих компьютерах локальные пользователи не работают, поэтому принято говорить о выделенном сервере. Серверы управляют сетью и хранят информацию, которую совместно используют остальные компьютеры сети. А компьютеры, с которых осуществляется доступ к информации на сервере, называются клиентами.



Рисунок 4.2. Пример клиент-серверный (иерархической) сети

Если рассматривать сети Windows, то по-настоящему иерархической сеть становится тогда, когда в ней задействуются службы **Active Directory** и создается домен Windows. Остановиться на этом подробнее:

Дело в том, что на локальном компьютере – изолированном, или входящем в одноранговую сеть, все учетные записи пользователей и настройки доступа хранятся на самом компьютере. Конкретнее, учетные записи и параметры безопасности хранятся в реестре, а права доступа к файлам - в файловой системе NTFS. А в иерархической сети один из компьютеров назначается **сервером - контроллером домена**. На этом компьютере может работать только серверная ОС. Именно этот сервер хранит все учетные записи пользователей и групп и параметры безопасности. Все остальные компьютеры присоединяются к домену.

После присоединения изменяется сам принцип входа пользователей в систему. Теперь при входе пользователей в систему каждый компьютер должен запросить и получить разрешение у контроллера домена. Сеть становится доменом Windows. Ее можно присоединить к домену старшего уровня, и так далее - образуется иерархическая древовидная структура.

Иерархической сеть становится лишь тогда, когда разворачивается в ней домен и службы активного каталога (*Active Directory*).

Такую локальную сеть называют также доменной.

С точки зрения системного администрирования, сеть с выделенным сервером хотя и более сложная в создании и обслуживании, но в то же время наиболее управляемая и контролируемая.

Преимущества и недостатки клиент-серверных сетей

К преимуществам Клиент-серверных сетей можно отнести:

- использование мощного серверного оборудования обеспечивает быстрый доступ к ресурсам и эффективную обработку запросов клиентов: один сервер может обслуживать тысячи пользователей;
- администрирование сети осуществляется централизованно — с сервера; централизация данных и ресурсов позволяет наладить четкое управление информацией и пользовательскими данными —;
- размещение данных на сервере существенно упрощает процедуры резервного копирования;
- повышается общая защищенность сети и сохранность данных;
- выход из строя рабочих станций никак не сказывается на работоспособности сети в целом;

Недостатки Клиент-серверных сетей

- неисправность или сбой единственного сервера может парализовать всю сеть, а ресурсы — недоступными;
- наличие выделенных серверов повышает общую стоимость сети;
- сложность развертывания ИТ поддержки требует наличия квалифицированного персонала; ИТ-персонал должен обладать достаточными знаниями и навыками администрирования домена, что увеличивает общую стоимость сопровождения сети;
- стоимость сопровождения сети также увеличивается из-за потребности в выделенном оборудовании и специализированном программном обеспечении;
- требуется один (а чаще всего — несколько) постоянно присутствующих на рабочем месте администраторов

4.2. ТОПОЛОГИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ: ФИЗИЧЕСКАЯ И ЛОГИЧЕСКАЯ

Сетевая топология (от *греч.* τόπος, - место) — способ описания конфигурации сети, схема расположения и соединения сетевых устройств, схема

прохождения электрических сигналов, описывающая направление потоков информации и принцип предоставления доступа к сети.

Сетевая топология может быть:

1. **физической** — описывает реальное расположение и связи между узлами сети - способ физического соединения компьютеров, узлов сети с помощью среды передачи, например, участками кабеля.
2. **логической** — описывает прохождение сигнала в рамках физической топологии. Таким образом, логическая топология описывает пути передачи потоков данных между сетевыми устройствами и определяет направление и способ передачи, а не схему соединения физических проводников.

Логическая топология в свою очередь подразделяется на:

- **информационную** — описывает направление потоков информации, передаваемых по сети;
- **и управления обменом** — это принцип передачи права на пользование сетью.

Существует множество способов соединения сетевых устройств.

Выделяют 3 базовых топологии:

- **Шина**
- **Звезда**
- **Кольцо**

И дополнительные (производные):

- *Дерево*
- *Двойное кольцо*
- *Решётка*
- *Полно связная*
- *Ячеистая топология*
- *Fat Tree*

Дополнительные способы являются комбинациями базовых. В общем случае такие топологии называются смешанными или гибридными, но некоторые из них имеют собственные названия, например «Дерево», «Двойное Кольцо», «Полно связная» и т.д.

4.2.1. Топология типа шина.

В этом случае подключение и обмен данными производится через общий канал связи, называемый общей шиной. Классической сетевой топологией шина является стандарт Ethernet-10Base-5 -толстый и 10Base-2-тонкий Ethernet. В качестве общего канала используется общий коаксиальный кабель, к которому по электрической схеме «ИЛИ» подключаются все компьютеры. На концах кабеля находятся терминаторы, для предотвращения отражения сигнала.

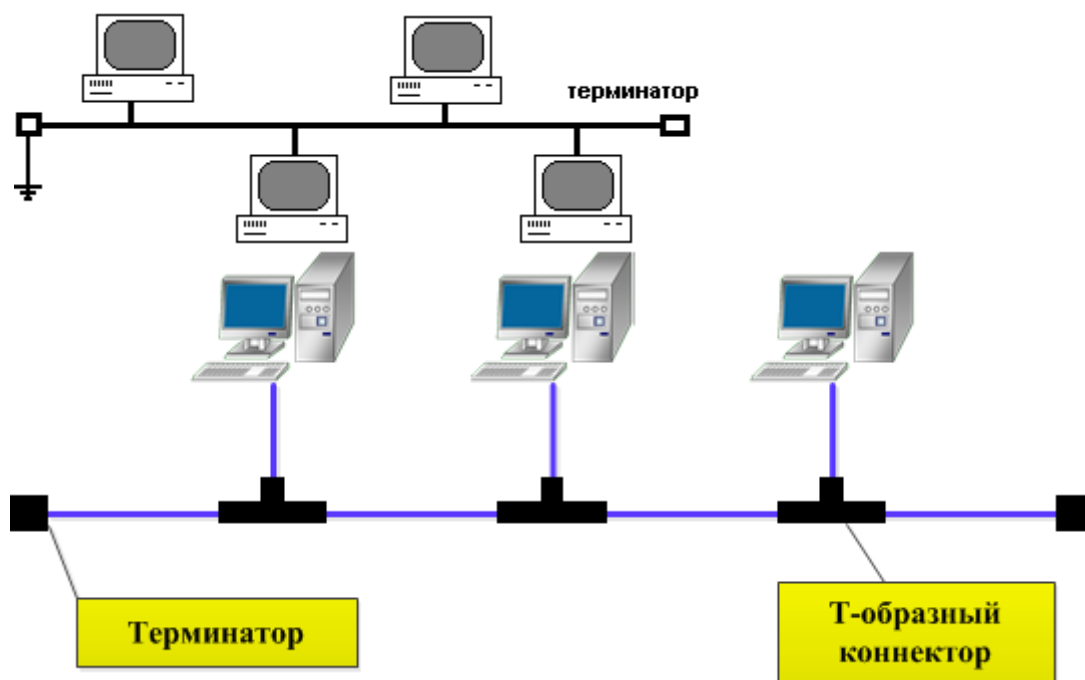


Рисунок 4.3. Топология типа шина.

В настоящее время топология шина считается устаревшей, но до сих пор используется.

В шине всегда реализуется режим так называемого полудуплексного (half duplex) обмена (в обоих направлениях, но по очереди, а не одновременно).

К первому компьютеру и к последнему, устанавливаются «Терминаторы»-согласующий резистор, который поглощает электрический сигнал, не давая ему отражаться и двигаться в обратном направлении по шине. Рисунок 2.7.

Работа в сети

Отправляемое рабочей станцией сообщение распространяется на все компьютеры сети. Каждая машина проверяет — кому адресовано сообщение и если ей, то обрабатывает. Существуют ограничения на длину кабеля, связанные с затуханием сигнала, в этом случае сеть разбивают на сегменты. Сегменты соединяются различными устройствами — повторителями, концентраторами или хабами. Например, технология Ethernet 10Base-2 позволяет использовать кабель длиной не более 185 метров. **Рисунок 2.8.**

Сравнение с другими топологиями

Достоинства

- Небольшое время установки сети;
- Дешевизна (требуется меньше кабеля и сетевых устройств);
- Простота настройки;
- Выход из строя рабочей станции не отражается на работе сети;

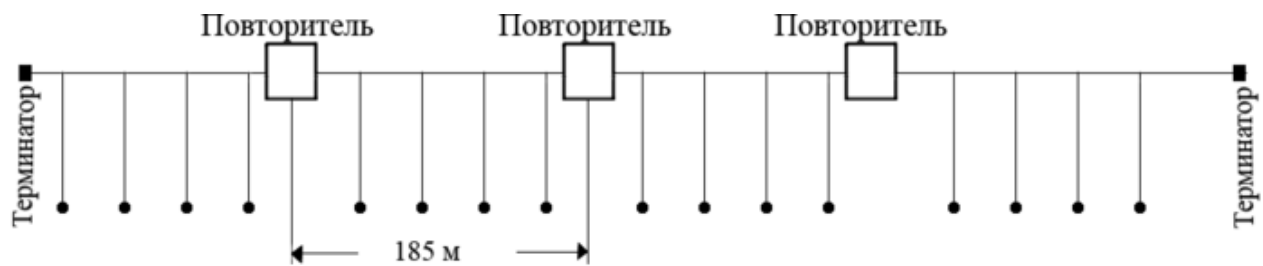


Рисунок 4.4 Топология шина –«Тонкий Ethernet» 10Base-2

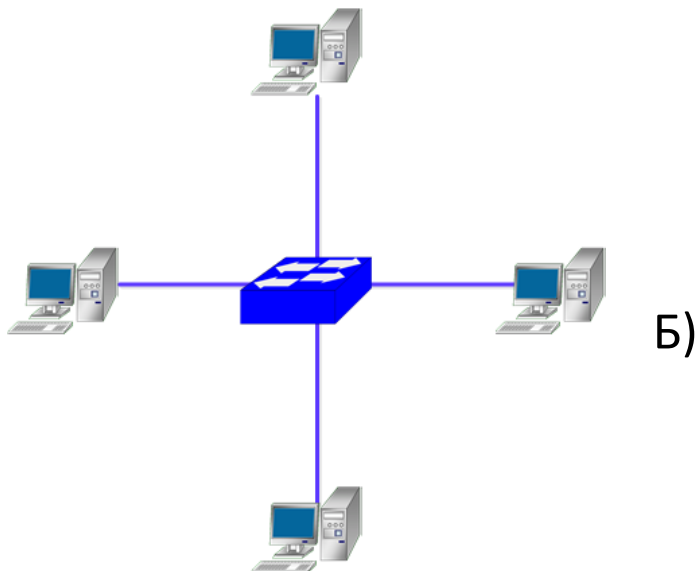
Недостатки

- Любые неполадки в сети, как обрыв кабеля, выход из строя терминатора полностью уничтожают работу всей сети;
- Сложная локализация неисправностей;
- С добавлением новых рабочих станций падает производительность сети.

Часто используется топология, где каждый компьютер включается физически в концентратор (Hub) по схеме «Звезда». Концентратор, принимая сигнал от одного ПК тут же, по битно и одновременно направляет его на остальные порты, т.е. среда передачи данных единая для всей сети. **Такая сеть относится к топологии логическая шина.**

4.2.2. ТОПОЛОГИЯ ТИПА ЗВЕЗДА.

Звезда — базовая топология компьютерной сети, в которой все компьютеры сети присоединены к центральному узлу (обычно сетевой концентратор, коммутатор), образуя **физический сегмент сети**. Подобный сегмент сети может функционировать как отдельно, так и в составе сложной сетевой топологии (как правило "дерево"). Топология звезда с концентратором в качестве центрального узла носит название пассивной звезды.



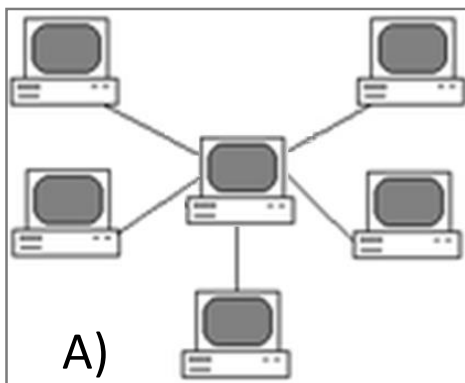
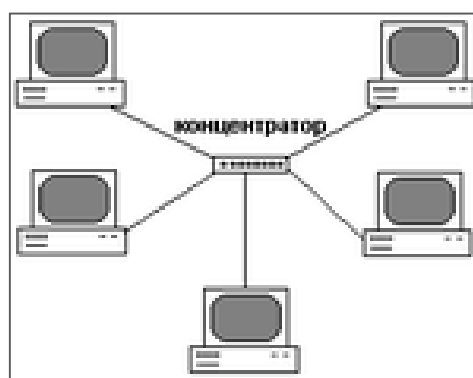


Рисунок 4.5. Топология звезда. А) «Активная звезда», Б) «Пассивная звезда»

Работа в сети

Различают топологии звезда А) «Активная звезда» и Б) «Пассивная звезда». В топологии активная звезда движением кадров (пакетов, сообщений) управляет центральный узел- это может компьютер, а чаще коммутатор (switch). **Одновременно может быть передаваться несколько пакетов.** В пассивной звезды, используются концентратор (hub). Задача hub транслировать каждый бит от входящего порта на все имеющиеся, т.е. передача происходит по битно. **Логически – это Шина.**



Б)
)
быть
случае

Сравнение с другими типами сетей

Достоинства

- выход из строя одной рабочей станции не отражается на работе всей сети в целом;
- хорошая масштабируемость сети;
- лёгкий поиск неисправностей и обрывов в сети;
- высокая производительность сети (при условии правильного проектирования);
- гибкие возможности администрирования.

Недостатки

- выход из строя центрального концентратора/коммутатора обернётся неработоспособностью сети (или сегмента сети) в целом;
- для прокладки сети зачастую требуется больше кабеля, чем для большинства других топологий;
- конечное число рабочих станций в сети (или сегменте сети) ограничено количеством портов в центральном концентраторе.

Применение

Одна из наиболее распространённых топологий, поскольку проста в обслуживании. В основном используется в сетях, где носителем выступает кабель витая пара - UTP кат 3 или 5.

Конфликты в сети с топологией звезда в принципе невозможны, так как управление полностью централизовано.

Сетевое оборудование по сравнению с шиной проще, так как имеется возможность использовать в одном кабеле две линии связи, а значит разделить приемник и передатчик сетевой карты.

Предельная длина сети с топологией звезда может быть вдвое больше, чем в шине (то есть $2L_{пр}$), так как каждый периферийный абонент может иметь длину кабельной линии до центрального компьютера, равную $L_{пр}$. (обычно 100м.)

4.2.3. Топология типа «Кольцо» (RING).

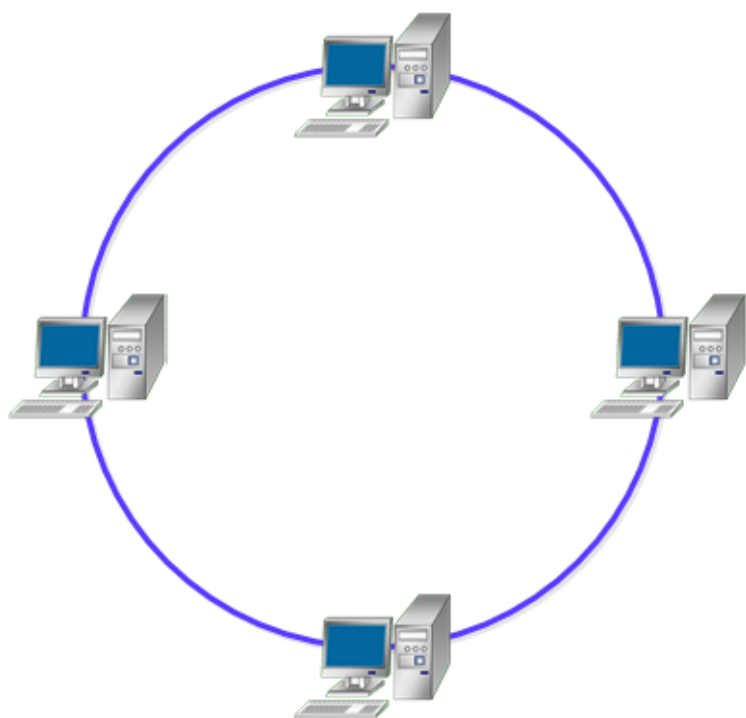
Кольцо — базовая топология компьютерной сети, в которой каждый компьютер соединен линиями связи с двумя другими: от одного он получает информацию, а другому передает. Последний компьютер подключается к первому, и получается замкнутое кольцо.

Важная особенность кольца состоит в том, что каждый компьютер ретранслирует (восстанавливает, усиливает) проходящий к нему сигнал, то есть выступает в роли репитера. Поэтому, предельная длина кольца может достигать $N \cdot L_{пр}$, где N — количество компьютеров в кольце, а $L_{пр}$ предельная длина кабеля, ограниченная затуханием. Полный размер сети в пределе будет $N \cdot L_{пр} / 2$, так как кольцо придется сложить вдвое. На практике размеры кольцевых сетей

достигают десятков километров (например, в сети FDDI). Кольцо в этом отношении существенно превосходит любые другие топологии.

Четко выделенного центра при кольцевой топологии нет, все компьютеры могут быть одинаковыми и равноправными. Однако довольно часто в кольце выделяется специальный абонент, который управляет обменом или контролирует его.

Рисунок 4.6. Сетевая топология кольцо.



Передача информации в такой сети происходит следующим образом. Маркер (специальный служебный сигнал) последовательно, от одного компьютера к другому, передается до тех пор, пока его не получит тот, которому требуется передать данные. Получив маркер, компьютер создает так называемый "пакет", в который помещает адрес получателя и данные, а затем отправляет этот

пакет по кольцу. Данные проходят через каждый компьютер, пока не окажутся у того, чей адрес совпадает с адресом получателя.

После этого принимающий компьютер посылает источнику информации подтверждение факта получения данных. Получив подтверждение, передающий компьютер создает новый маркер и возвращает его в сеть.

Достоинства топологии кольцо

- перегрузки в сети практически отсутствуют;
- протяженность сети может достигать до 100км.;
- сеть кольцо допускает включение большого количества абонентов.

Недостатки топологии кольцо

- Отказ одного узла или сетевой ведет к отказу всей сети;
- Обрыв или короткое замыкание в линии связи также приводит к остановке всей сети (то же самое если используются оптоволокно);
- Для включения нового абонента (узла) сети, необходимо останавливать всю сеть.

Для повышения надежности и производительности, часто прокладывают второе кольцо

Классическим вариантом этой технологии является Token Ring стандарт IEEE802.5.

4.2.4. Топология Token Ring

Эта топология основана на топологии "физическое кольцо с подключением типа звезда". В данной топологии все рабочие станции подключаются к центральному концентратору (Token Ring- Рис. 1.11) как в топологии физическая звезда. Центральный концентратор - это интеллектуальное устройство, которое с помощью электронных «перемычек» обеспечивает последовательное соединение выхода одной станции со входом другой станции. Другими словами с помощью концентратора каждая станция соединяется только с двумя другими станциями (предыдущей и последующей станциями). Таким образом, рабочие станции связаны петлей кабеля, по которой пакеты данных передаются от одной станции к другой и каждая станция ретранслирует эти посланные пакеты.

В каждой рабочей станции имеется для этого приемо-передающее устройство, которое позволяет управлять прохождением данных в сети. Физически такая сеть построена по типу топологии “звезда”. Концентратор создаёт первичное (основное) и резервное кольца. Если в основном кольце произойдёт обрыв, то его можно обойти, воспользовавшись резервным кольцом, так как используется четырёхжильный кабель. Отказ станции или обрыв линии связи рабочей станции не влечет за собой отказ сети как в топологии кольцо, потому что концентратор отключает неисправную станцию и замкнет кольцо передачи данных.

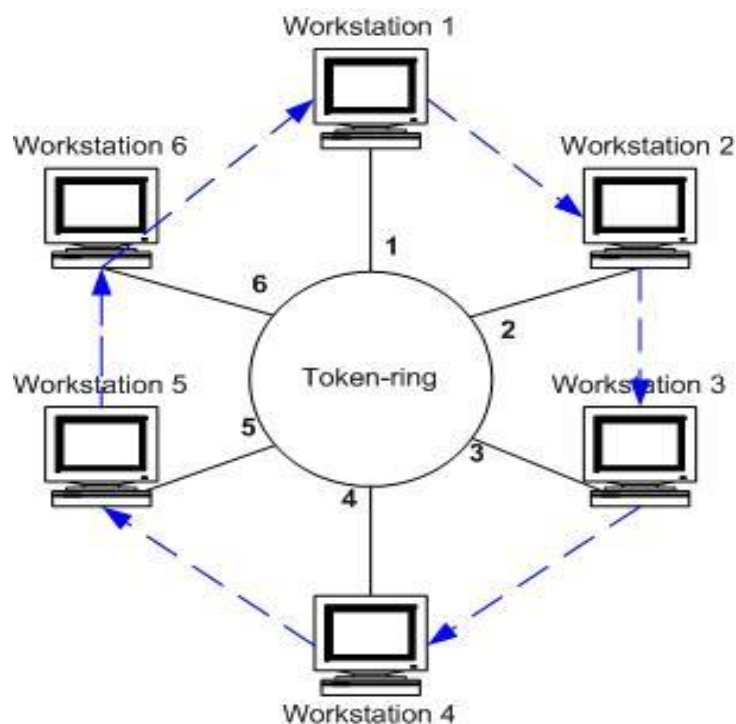


Рисунок 4.7. Сеть Token Ring

В архитектуре Token Ring маркер передаётся от узла к узлу по логическому кольцу, созданному центральным концентратором. Такая маркерная передача осуществляется в фиксированном направлении (направление движения маркера и пакетов данных представлено на рисунке стрелками синего цвета). Станция, обладающая маркером, может отправить данные другой станции. Для передачи данных рабочие станции должны сначала дождаться прихода свободного маркера. В маркере содержится адрес станции, пославшей этот маркер, а также адрес той станции, которой он предназначен. После этого отправитель передает маркер следующей в сети станции для того, чтобы и та могла отправить свои данные. Один из узлов сети (обычно для этого используется файл-сервер) создаёт маркер, который отправляется в кольцо сети. Такой узел выступает в качестве активного монитора, который следит за тем, чтобы маркер не был утерян или разрушен. Преимущества сетей топологии Token Ring:

Преимущества сетей топологии Token Ring:

- топология обеспечивает равный доступ ко всем рабочим станциям;
- сеть устойчива к отказу узлов и к разрывам соединительных линий;
- значительно лучше держит высокий уровень нагрузки (более 40%)
- и обеспечивает гарантированное время доступа.

Недостатки сетей топологии Token Ring:

- большой расход кабеля.
- Аппаратура Token Ring более дорогая, чем Ethernet - Ввиду более сложного метода управления обменом.
- Сложность конфигурирования и настройки;
- Сложность поиска неисправностей;

Другой классический вариант применения топологии кольца – технология FDDI.

FDDI наиболее широкое применение получила в оптоволоконных сетях.

FDDI (англ. *Fiber Distributed Data Interface* — распределённый волоконный интерфейс данных) — стандарт передачи данных в локальной сети, протянутой на расстоянии до 200 километров. Стандарт основан на протоколе Token Ring. Кроме большой территории, сеть FDDI способна поддерживать несколько тысяч пользователей.

В качестве топологии используется схема двойного кольца, при этом данные в кольцах циркулируют в разных направлениях. Одно кольцо считается основным, по нему передаётся информация в обычном состоянии; второе — вспомогательным, по нему данные передаются в случае обрыва на первом кольце. Для контроля за состоянием кольца используется сетевой маркер, как и в технологии Token Ring. Поскольку такое дублирование повышает надёжность системы, данный стандарт с успехом применяется в магистральных каналах связи.

На практике очень часто применяются производные типы топологий, такие как дерево или смешанные по составу топологии шина-звездная, кольцо-шина-звезда

4.2.5. ТОПОЛОГИЯ ТИПА «ДЕРЕВО» TREE

Топология «Дерево» часто применяется на практике в сетях среднего и крупного масштаба, является производной топологией — комбинацией нескольких звезд, является иерархической топологией и широко применяется там, где технология обмена предусматривает иерархию (Ethernet).

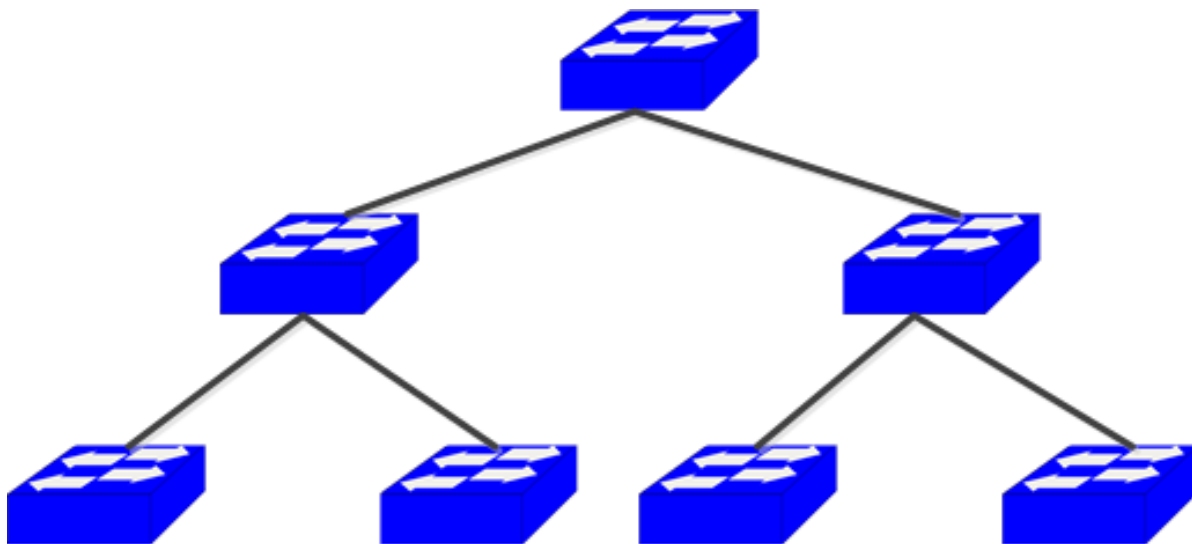


Рисунок 4.8. Сеть на коммутаторах по топологии дерево.

Причем, как и в случае звезды, дерево может быть активным или истинным (рис. 4.9) и пассивным (рис. 4.10). При активном дереве в центрах объединения нескольких линий связи находятся центральные компьютеры, коммутаторы, маршрутизаторы, а при пассивном — концентраторы (хабы).

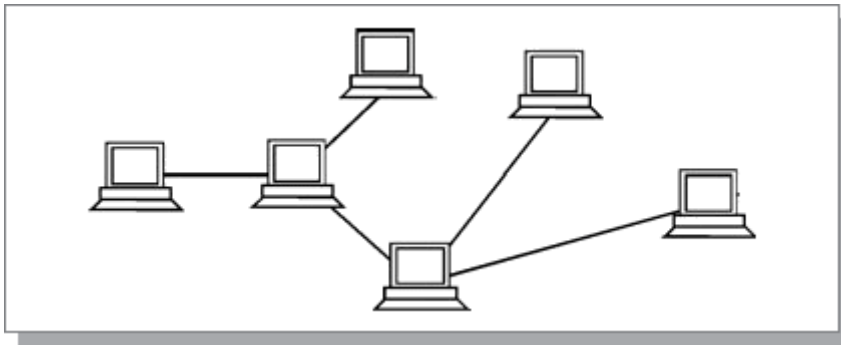


Рисунок 4.9. Топология активное дерево

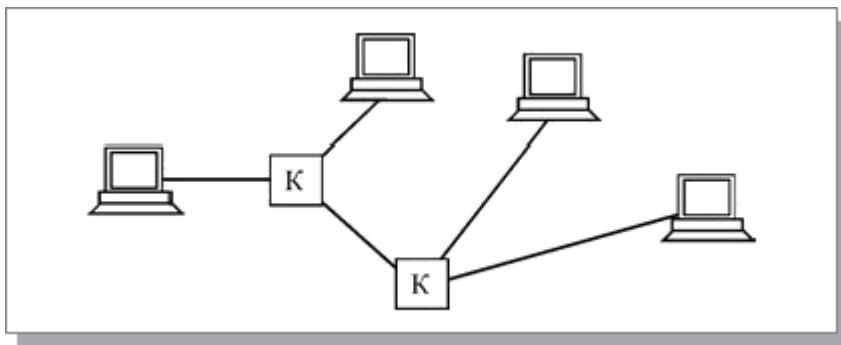


Рисунок 4.9 Топология пассивное дерево. К — концентраторы

В сетях с топологией «Дерево», можно включать любые устройства, — концентраторы, коммутаторы и маршрутизаторы или компьютер с несколькими сетевыми интерфейсами (сетевыми картами).

Таким образом пассивная топология «Дерево» логически – это топология «Шина», а активная топология имеет свойства активной «Звезды» или комбинации «Звезд»).

В локальных сетях Ethernet, чаще всего используются коммутаторы, т.е. «Активное дерево».

Достоинства топологии «Дерева»

- Хорошо масштабируемая сеть (большой потенциал для расширения);
- Легко контролировать и исправлять повреждения (поиск обрывов и неисправностей);
- Выход из строя на одной станции не влияет на работоспособность всей сеть;
- Производительность сети при активной топологии «Дерево» выше, чем у шинной, из-за отсутствия коллизий, т.к. применяется индивидуальное соединение между коммутаторами.

Недостатки топологии «Дерева»

- Зависимость нижестоящих узлов от вышестоящих, то есть отказ одного вышестоящего узла приведет к отказу всей ветки;
- Отказ корневого узла, приведет к неработоспособности всей сети;
- Большой расход кабеля;

- конечное число рабочих станций в сети (или сегменте сети) ограничено количеством портов в коммутаторе.

4.2.6. Топология типа «РЕШЁТКА» (MESH)

Решётка — понятие из теории организации компьютерных сетей. Это топология, в которой узлы образуют регулярную многомерную решетку. При этом каждое ребро решетки параллельно ее оси и соединяет два смежных узла вдоль этой оси.

Одномерная «решётка» — это цепь, соединяющая два внешних узла (имеющие лишь одного соседа) через некоторое количество внутренних (у которых по два соседа — слева и справа) (Рисунок 4.10). При соединении обоих внешних узлов получается топология «кольцо». Двух- и трехмерные решетки используются в архитектуре суперкомпьютеров (Рисунок 4.10).

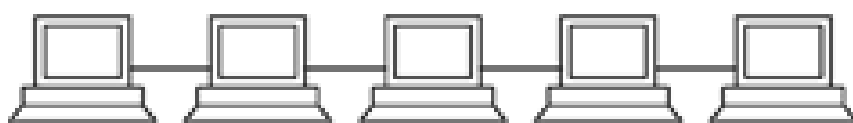


Рисунок 4.10 Топология типа одномерная «решётка»

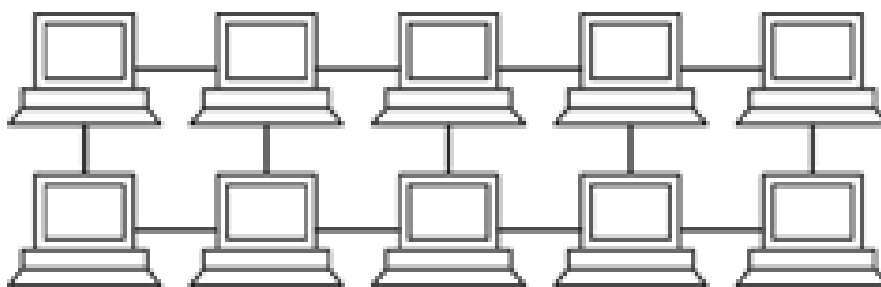


Рисунок 4.10 Топология типа двумерная «решётка»

Достоинства топологии:

- высокая надежность;
- высокая отказоустойчивость.

Недостатки топологии:

- Сложность реализации;
- Стоимость реализации;
- Сложность в поддержке и обслуживании.

4.2.7. Полно связанная топология КАЖДЫЙ С КАЖДЫМ (FULL MESH)

Полносвязная топология - топология компьютерной сети, в которой каждая рабочая станция подключена ко всем остальным. Этот вариант является громоздким и неэффективным, несмотря на свою логическую простоту. Для каждой пары должна быть выделена независимая линия, каждый компьютер должен иметь столько коммуникационных портов сколько компьютеров в сети. По этим причинам сеть может иметь только сравнительно небольшие конечные

размеры. Чаще всего эта топология используется в многомашинных комплексах или глобальных сетях при малом количестве рабочих станций

Такая схема подключения является самой надежной, так как к одному узлу сразу подключены как минимум 2 соседних устройства. В то же время такая схема сети является и самой дорогой

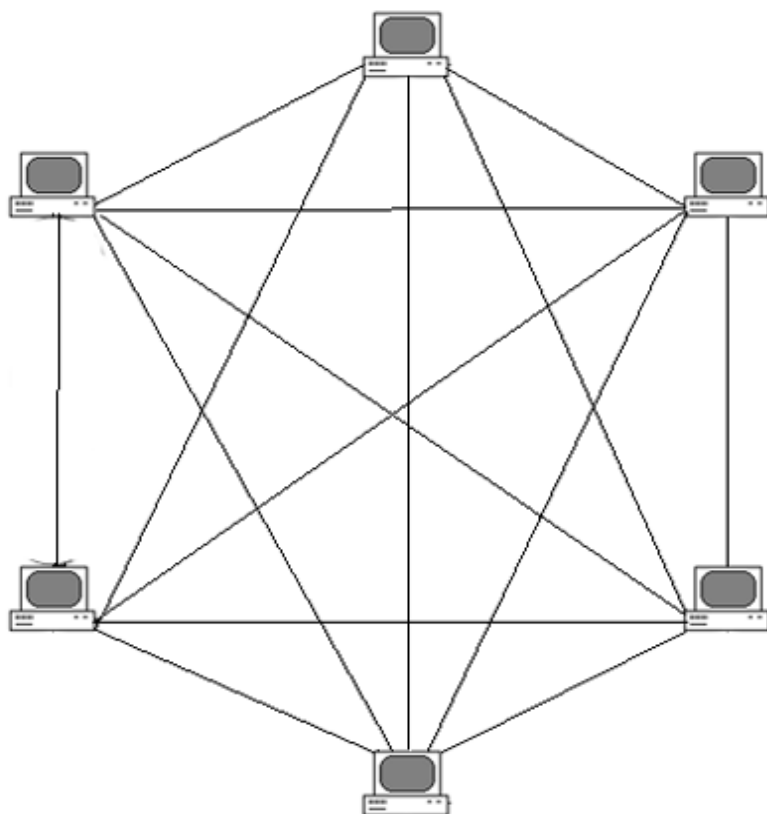


Рисунок 4.11 Полно связанная топология, узлы компьютеры

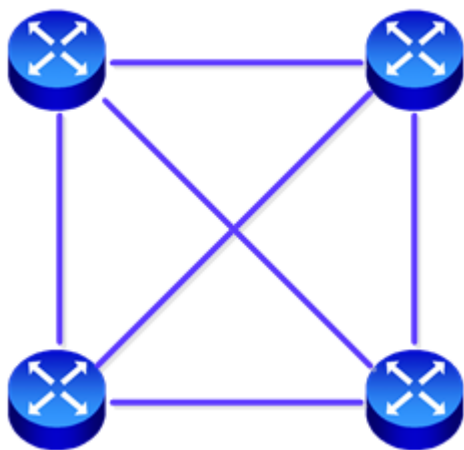


Рисунок 4.12 Полно связанная топология, узлы маршрутизаторы.

Этот вариант является громоздким и неэффективным, несмотря на свою логическую простоту. Для каждой пары должна быть выделена независимая линия, каждый компьютер должен иметь столько коммуникационных портов сколько компьютеров в сети. По этим причинам сеть может иметь только сравнительно небольшие конечные размеры. Чаще всего эта топология

используется в многомашинных комплексах или глобальных сетях при малом количестве рабочих станций.