

Лекция 2

Спецификации и топологии сети

1. Топологии сети.
2. Полносвязная топология.
3. Шинная топология.
4. Звездообразная топология.
5. Кольцеобразная топология.
6. Коммутирующая топология.
7. Выбор топологии.
8. Вопросы и задания

1. Топология сети

Сетевая технология – это согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств (например, сетевых адаптеров, драйверов, кабелей и разъемов), достаточный для построения вычислительной сети.

Иногда сетевые технологии называют базовыми технологиями, имея в виду, что на их основе строится базис любой сети. При построении сети в первую очередь необходимо выбрать способ организации физических связей, т.е. топологию.

Под *топологией* вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры сети (иногда другое оборудование), а ребрам – физические связи между ними. Компьютеры, подключенные к сети, часто называют станциями или узлами сети. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи образуются путем соответствующей настройки оборудования. Рассмотрим наиболее часто встречаемые топологии.

2. 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.

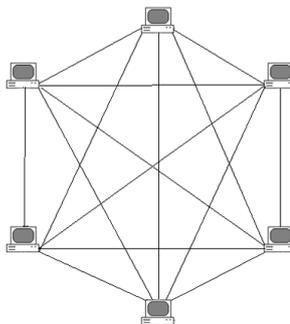


Рис. 1. Полносвязная топология

Недостатки

- Очень много проводки

Все другие варианты основаны на неполносвязных топологиях, когда для обмена данными между двумя компьютерами сети могут понадобиться промежуточные передачи данных через другие компьютеры сети.

Ячеистая топология — базовая полносвязная топология компьютерной сети, в которой каждая рабочая станция сети соединяется со всеми другими рабочими станциями этой же сети. Характеризуется высокой отказоустойчивостью, сложностью настройки и преизбыточным расходом кабеля. Каждый компьютер имеет множество возможных путей соединения с другими компьютерами. Обрыв кабеля не приведёт к потере соединения между двумя компьютерами.

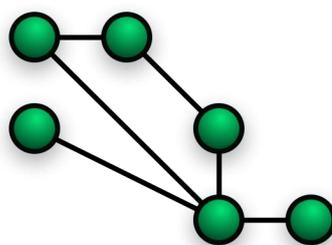


Рис. 2. Ячеистая топология

Ячеистая топология (mesh) получается из полносвязной путем удаления некоторых возможных связей. В сети с ячеистой топологией непосредственно связывают только те компьютеры, которые ведут интенсивный обмен данными. Эта топология используется, как правило, в глобальных сетях.

3. Общая шина является очень распространенной, а до недавнего времени самой распространенной, топологией для локальных сетей. В этом случае компьютеры последовательно соединяются разомкнутым коаксиальным кабелем, образуя длинную цепочку. Передаваемая информация может распространяться в обе стороны. Применение общей шины снижает стоимость проводки, унифицирует подключение различных модулей, обеспечивает возможность широковещательного обращения ко всем станциям сети. Таким образом, основным *преимуществом* такой топологии является дешевизна и простота разводки кабеля по помещениям.

Самый серьезный *недостаток* общей шины заключается в ее низкой надежности: любой дефект кабеля или какого-либо из многочисленных разъемов парализует всю сеть. Общий кабель является узким местом сети не только по надежности. Но и по производительности, так как он разделяется всеми станциями сети. Топология типа шина, представляет собой общий кабель (называемый шина или магистраль), к которому подсоединены все рабочие станции. На концах кабеля находятся терминаторы, для предотвращения отражения сигнала.

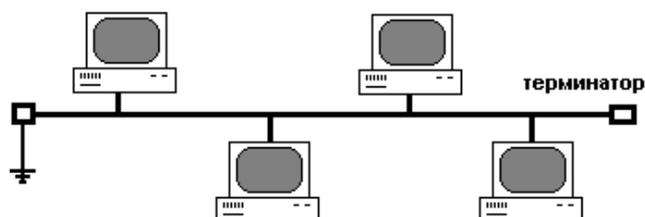


Рис. 3. Шинная топология

Работа в сети

Отправляемое рабочей станцией сообщение распространяется на все компьютеры сети. Каждая машина проверяет — кому адресовано сообщение и если ей, то обрабатывает его. Для того, чтобы исключить одновременную посылку данных, применяется либо «несущий» сигнал, либо один из компьютеров является главным и «даёт слово»

остальным станциям. Шина своей структурой допускает идентичность сетевого оборудования компьютеров, а также равноправие всех абонентов. При таком соединении компьютеры могут передавать только по очереди, потому что линия связи единственная. В противном случае переданная информация будет искажаться в результате наложения (конфликту, коллизии).

Таким образом, в шине реализуется режим полудуплексного (half duplex) обмена (в обоих направлениях, но по очереди, а не одновременно). В топологии «шина» отсутствует центральный абонент, через которого передается вся информация, которая увеличивает ее надежность (ведь при отказе любого центра перестает функционировать вся управляемая этим центром система). Добавление новых абонентов в шину достаточно простое и обычно возможно даже во время работы сети. В большинстве случаев при использовании шины нужно минимальное количество соединительного кабеля по сравнению с другой топологией. Правда, нужно учесть, что к каждому компьютеру (кроме двух крайних) подходит два кабеля, что не всегда удобно.

Шине не страшны отказы отдельных компьютеров, потому что все другие компьютеры сети могут нормально продолжать обмен. Может показаться, что шине не страшен и обрыв кабеля, поскольку в этом случае мы одержимо две полностью работоспособных шины. Однако из-за особенности распространения электрических сигналов по длинным линиям связи необходимо предусматривать включение на концах шины специальных устройств – *терминаторов* (Терминатор (электроника) — поглотитель энергии (обычно резистор) на конце длинной линии, сопротивление которого равно волновому сопротивлению линии.). Без включения терминаторов сигнал отражается от конца линии и искажается так, что связь по сети становится невозможной. Так что при разрыве или повреждении кабеля нарушается согласование линии связи, и прекращается обмен даже между теми компьютерами, которые остались соединенными между собой. Короткое замыкание в любой точке кабеля шины выводит из строя всю сеть. Любой отказ сетевого оборудования в шине очень трудно локализовать, потому что все адаптеры включены параллельно, и понять, который из них вышел из строя, не так-то просто. При построении больших сетей возникает проблема ограничения на длину связи между узлами, в таком случае сеть разбивают на сегменты. Сегменты соединяются различными устройствами — повторителями, концентраторами или хабами. Например, технология Ethernet позволяет использовать кабель длиной не более 185 метров.

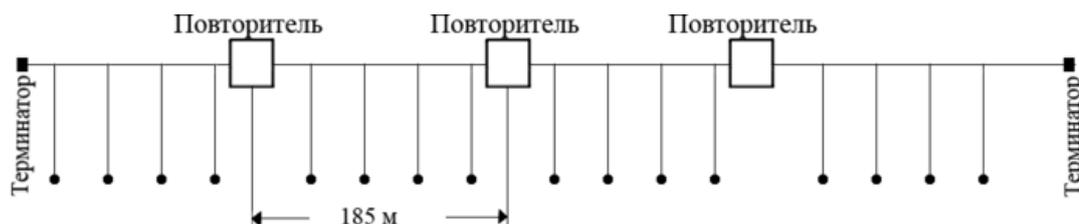


Рис. 4. Соединение сегментов в шинной топологии

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.

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.

Шинная топология представляет собой топологию, в которой все устройства локальной сети подключаются к линейной сетевой среде передачи данных. Такую линейную среду часто называют каналом, шиной или трассой. Каждое устройство, например, рабочая станция или сервер, независимо подключается к общему шинному кабелю с помощью специального разъема. Шинный кабель должен иметь на конце согласующий резистор, или терминатор, который поглощает электрический сигнал, не давая ему отражаться и двигаться в обратном направлении по шине.

Преимущества и недостатки шинной топологии

Типичная шинная топология имеет простую структуру кабельной системы с короткими отрезками кабелей. Поэтому по сравнению с другими топологиями стоимость ее реализации невелика. Однако низкая стоимость реализации компенсируется высокой стоимостью управления. Фактически, самым большим недостатком шинной топологии является то, что диагностика ошибок и изолирование сетевых проблем могут быть довольно сложными, поскольку здесь имеются несколько точек концентрации. Так как среда передачи данных не проходит через узлы, подключенные к сети, потеря работоспособности одного из устройств никак не сказывается на других устройствах. Хотя использование всего лишь одного кабеля может рассматриваться как достоинство шинной топологии, однако оно компенсируется тем фактом, что кабель, используемый в этом типе топологии, может стать критической точкой отказа. Другими словами, если шина обрывается, то ни одно из подключенных к ней устройств не сможет передавать сигналы.

Примеры

Сегмент компьютерной сети, использующей коаксиальный кабель в качестве носителя и подключенных к этому кабелю рабочих станций. В этом случае шиной будет являться отрезок коаксиального кабеля, к которому подключены компьютеры.

4. Звезда – это вариант топологии, когда каждый компьютер подключается отдельным кабелем к общему устройству, называемому концентратором, который находится в центре воображаемой звезды. В функции концентратора входит обеспечение доступа станциям к среде передачи данных. Для подсоединения компьютера к концентратору используется, как правило, витая пара.

Главное *преимущество* этой топологии перед общей шиной – значительное увеличение надежности. Любые неприятности с кабелем касаются лишь того компьютера, к которому этот кабель подсоединен, и только неисправность концентратора может вывести из строя всю сеть.

К *недостаткам* топологии типа звезда относится более высокая стоимость сетевого оборудования из-за необходимости приобретения концентратора.

Звезда — базовая топология компьютерной сети, в которой все компьютеры сети присоединены к центральному узлу (обычно сетевой концентратор), образуя физический сегмент сети. Подобный сегмент сети может функционировать как отдельно, так и в составе сложной сетевой топологии (как правило "дерево"). Весь обмен информацией идет исключительно через центральный компьютер, на который таким способом ложится очень большая нагрузка, потому ничем другим, кроме сети, оно заниматься не может. Как правило, именно центральный компьютер является самым мощным, и именно на него возлагаются все функции по управлению обменом. Никакие конфликты в сети с топологией звезда в принципе невозможны, потому что управление полностью централизовано.



Рис. 5. Звезда

Работа в сети

Рабочая станция, с которой нужно послать данные, отправляет их на концентратор, а тот определяет адресата и отдаёт ему информацию. В определённый момент времени только одна машина в сети может пересылать данные, если на концентратор одновременно приходят два пакета, обе посылки оказываются не принятыми и отправителям нужно будет подождать случайный промежуток времени, чтобы возобновить передачу данных. Этот недостаток отсутствует на сетевом устройстве более высокого уровня - коммутаторе, который, в отличие от концентратора, подающего пакет на все порты, подает лишь на определенный порт - получателю. Одновременно может быть передано несколько пакетов. Сколько - зависит от коммутатора

Активная звезда

В центре сети содержится компьютер, который выступает в роли сервера.

Пассивная звезда

В центре сети с данной топологией содержится не компьютер, а концентратор, или хаб (hub), что выполняет ту же функцию, что и репитер. Он возобновляет сигналы, которые поступают, и пересылает их в другие линии связи.

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 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.

5. Кольцевая технология предусматривает передачу сигналов по кольцу от одной станции к другой, как правило, в одном направлении. Если станция не распознает пакет как —свой, то она передает его следующей в кольце станции. В сети с этой топологией необходимо принимать специальные меры, чтобы в случае выхода из строя или отключения какой-либо станции не прервался канал связи между остальными станциями. Топология типа кольцо применяется, в основном, в локальных сетях.

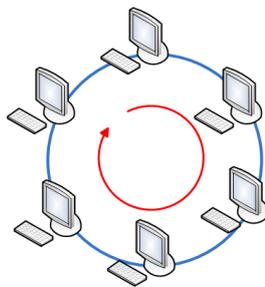


Рис. 6. Кольцо

Кольцо — это топология, в которой каждый компьютер соединен линиями связи только с двумя другими: от одного он только получает информацию, а другому только передает. На каждой линии связи, как и в случае звезды, работает только один передатчик и один приемник. Это позволяет отказаться от применения внешних терминаторов.

Работа в сети

Важна особенность кольца заключается в том, что каждый компьютер ретранслирует (возобновляет) сигнал, то есть выступает в роли репитера, потому что затухание сигнала во всем кольце не имеет никакого значения, важно только затухание между соседними компьютерами кольца. Четко выделенного центра в этом случае нет, все компьютеры могут быть одинаковыми. Однако достаточно часто в кольце выделяется специальный абонент, который управляет обменом или контролирует обмен. Понятно, что наличие такого управляющего абонента снижает надежность сети, потому что выход его из строя сразу же парализует весь обмен. Компьютеры в кольце не являются полностью равноправными (в отличие, например, от шинной топологии). Одни из них обязательно получают информацию от компьютера, который ведет передачу в этот момент, раньше, а другие — позже.

Именно на этой особенности топологии и строятся методы управления обменом по сети, специально рассчитанные на «кольцо». В этих методах право на следующую передачу (или, как еще говорят, на захват сети) переходит последовательно к следующему по кругу компьютеру. Подключение новых абонентов в «кольцо» обычно совсем безболезненно, хотя и требует обязательной остановки работы всей сети на время подключения. Как и в случае топологии «шина», максимальное количество абонентов в кольце может быть достаточно большая (до тысячи и больше).

Кольцевая топология обычно является самой стойкой к перегрузкам, она обеспечивает уверенную работу с самими большими потоками переданной по сети информации, потому что в ней, как правило, нет конфликтов (в отличие от шины), а также отсутствует центральный абонент (в отличие от звезды). В кольце, в отличие от других топологий (звезда, шина), не используется конкурентный метод посылки данных, компьютер в сети получает данные от стоящего предыдущим в списке адресатов и перенаправляет их далее, если они адресованы не ему. Список адресатов генерируется компьютером, являющимся генератором маркера. Сетевой модуль генерирует маркерный сигнал (обычно порядка 2-10 байт во избежание затухания) и передает его следующей системе (иногда по возрастанию MAC-адреса). Следующая система, приняв сигнал, не анализирует его, а просто передает дальше. Это так называемый нулевой цикл. Последующий алгоритм работы таков — пакет данных GRE, передаваемый отправителем адресату начинает следовать по пути, проложенному маркером. Пакет передается до тех пор, пока не доберется до получателя.

Сравнение с другими топологиями

Достоинства

- Простота установки;
- Практически полное отсутствие дополнительного оборудования;

- Возможность устойчивой работы без существенного падения скорости передачи данных при интенсивной загрузке сети, поскольку использование маркера исключает возможность возникновения коллизий.

Недостатки

- Выход из строя одной рабочей станции, и другие неполадки (обрыв кабеля), отражаются на работоспособности всей сети;
- Сложность конфигурирования и настройки;
- Сложность поиска неисправностей.

Применение

Наиболее широкое применение получила в оптоволоконных сетях. Используется в стандартах FDDI, Token ring.

Двойное кольцо - это сеть построенная на двух оптоволоконных кольцах, соединяющих компьютеры с двумя сетевыми картами кольцевой топологией. Для повышения отказоустойчивости, сеть строится на оптоволоконных кольцах образующих основной и резервный путь для передачи данных. Первое кольцо используется для передачи данных, а второе не используется. При выходе из строя 1-го кольца оно объединяется со 2-м и сеть продолжает функционировать. Данные при этом по первому кольцу передаются в одном направлении, а по второму в обратном. Используется маркерный метод доступа. Примером может быть сеть двойного кольца FDDI.

6. Коммутируемая топология

Коммутатор (switch) является многопортовым устройством канального уровня (второй уровень справочной модели OSI). Коммутатор «изучает» MAC-адреса и накапливает данные о них во внутренней таблице. Между автором кадра и предполагаемым получателем коммутатор создает временное соединение, по которому и передается кадр. В стандартной локальной сети, реализующей коммутируемую топологию, все соединения устанавливаются через коммутирующий концентратор (switching hub), что и проиллюстрировано на рисунке 8.

Каждому порту, а следовательно, и подключенному к порту устройству, выделена собственная полоса пропускания. Первоначально принцип действия коммутаторов основывался на передаче кадров в соответствии с MAC-адресами, однако технологический прогресс внес свои коррективы. Современные устройства в состоянии коммутировать ячейки (пакеты кадров, имеющие фиксированную длину и соответствующие второму уровню структуры передачи данных). Кроме того, коммутаторы поддерживают протоколы третьего уровня, а также распознают IP-адреса и физические порты коммутатора-концентратора.

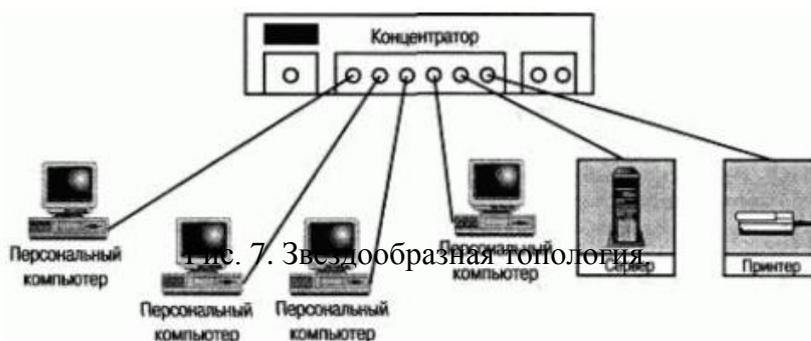


Рис. 7. Звездообразная топология



Рис. 8. Коммутируемая топология.

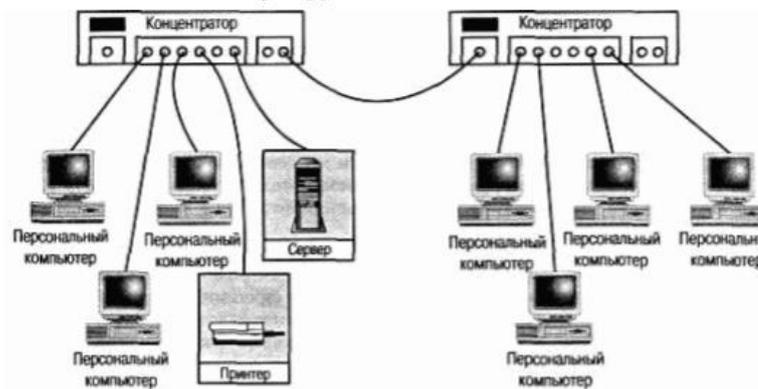


Рис. 9. Объединенные в последовательную цепочку концентраторы.

Коммутаторы повышают производительность локальной сети двумя способами. Первый способ заключается в расширении полосы пропускания, доступной сетевым устройствам. Например, коммутатор-концентратор Ethernet с восемью портами обладает таким же количеством отдельных доменов по 10 Мбит/с каждый, обеспечивая суммарную пропускную способность 80 Мбит/с. Второй способ повышения производительности локальной сети сводится к уменьшению количества устройств, которые вынуждены использовать все сегменты полосы пропускания. В каждом выделенном коммутатором домене находятся только два устройства: собственно сетевое устройство и порт коммутатора-концентратора, к которому оно подключено. Вся полоса пропускания 10 Мбит/с принадлежит двум устройствам сегмента.

В сетях, которые не поддерживают конкурирующие методы доступа к среде передачи, например, в Token Ring или FDDI, область циркуляции маркера будет ограничена меньшим количеством сетевых устройств. Открытым вопросом остается изоляция трафика в больших сетях. Приемлемая производительность поддерживается исключительно сегментацией конфликтных, но не передающих доменов. Чрезмерно насыщенный трафик в значительной степени снижает производительность локальной сети.

7. Выбор подходящей топологии

Четыре рассмотренные топологии можно считать элементарными блоками для построения локальных сетей. Их можно комбинировать всевозможными способами и расширять. При выборе топологии следует учитывать в первую очередь требования к производительности сети конкретных приложений клиентов. Вполне вероятно, что идеальным вариантом окажется комбинация основных топологий, или так называемые сложные топологии.

Сложные топологии являются расширениями и/или комбинациями основных физических топологий. Сами по себе основные топологии целесообразно использовать только в небольших локальных сетях. Возможность расширения сетей основных топологий

чрезвычайно ограничена. Гораздо выгоднее оказывается создать сложную топологию, объединив для этого в одну локальную сеть сегменты различных топологий.

При выборе топологии локальной сети учитывается множество других критериев, как технических, так и финансовых. Общая топология должна быть определена с точки зрения требований пользователя к производительности. При выборе и/или доработке топологии следует учитывать максимальное количество критериев.

Стоимость

Придумать топологию сети с абсолютно фантастической стоимостью не составит никакого труда. Но даже очень богатые компании выделяют на развертывание сети фиксированную сумму. Реализуемая топология должна иметь оптимальное соотношение стоимость/соответствие требованиям пользователей.

Использование устаревшего оборудования

Множество причин могут помешать воплотить идеальную во всех отношениях топологию. Физическая проводка и расположение рабочих станций в здании вполне могут оказаться причинами отказа от развертывания планируемой топологии. Замена проводки в значительной степени увеличит стоимость проекта. Аналогично если компания имеет значительные вложения в устаревшие технологии, вряд ли удастся развернуть «идеальную сеть» и топологию. И наконец, недостаточное финансирование также сведет на нет все старания проектировщиков сети. Все перечисленные причины вносят свою лепту в постепенный отказ от идеальной топологии. Именно поэтому они должны быть тщательно проанализированы и учтены перед приобретением необходимого оборудования.

Виды на будущее

Было бы глупо разрабатывать сеть, не учитывая при этом обстоятельства, которые могут возникнуть в обозримом будущем. Новинки сетевых и компьютерных технологий, изменение трафика и/или расположения сетевых устройств и миллионы других факторов могут в значительной степени изменить представления пользователей о должной производительности сети. Сеть и ее топология должны быть достаточно гибкими для реагирования на будущие изменения.

Выводы

Топология локальной сети является одним из самых критичных факторов, влияющих на производительность. В случае необходимости четыре основные топологии (коммутируемую, звездообразную, кольцевую и шинную) можно комбинировать произвольным образом. Возможные комбинации неограничены рассмотренными в этой лекции. Большинство современных технологий локальных сетей не только приветствуют, но даже обязывают использовать творческий подход. Очень важно разбираться в преимуществах и недостатках топологий, влияющих на производительность сети. Кроме того, следует учитывать и такие казалось бы необъективные факторы, как расположение рабочих станций в здании, пригодность кабеля, а также даже тип и способ проводки.

В конечном счете основным критерием выбора удачной топологии являются *требования пользователей к производительности*. Такие факторы, как стоимость, предполагаемая модернизация и ограничения существующих технологий, играют второстепенную роль. Сложнее всего будет перевести устные пожелания пользователей в мегабиты в секунду (Мбит/с) и другие характеристики производительности сети.

Вопросы и задания

1. Что такое «сетевая технология»?
2. Что такое «топология»?
3. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные топологии.
4. Опишите коммутируемую топологию.
5. Приведите пример сложной топологии.
6. Какие критерии следует учитывать при выборе топологии сети?