

Передающие среды

Выполнили:
Заикин Иван
Бажин Влад

Кабель "витая пара"

- Кабель "витая пара" позволяет передавать информацию со скоростью до 100 Мбит/с, легко наращивается, однако отличается слабой устойчивостью к помехам. Длина кабеля не может превышать 1000 м при скорости передачи 10 Мбит/с.

Классификация:

- по количеству витых пар:
 - одинарные,
 - объединенные в многопарный кабель,
 - оформленные в виде плоского ленточного кабеля;
- по устойчивости к помехам:
 - экранированные (STP, Shielded Twisted Pair)
применяются, когда локальная сеть прокладывается в помещениях с высоким уровнем электромагнитных помех, либо требуется повысить точность передачи информации за счет снижения перекрестных наводок в кабеле. Как правило, экран выполняется из металлической фольги. При этом существует несколько различных вариантов экранирования: фольгой может быть обернута каждая из четырех пар, плюс все они защищены сверху дополнительным слоем фольги, расположенным под внешней изоляцией (STP), либо внутри кабеля предусмотрен один общий для всех пар экран (FTP).
 - неэкранированные (UTP, Unshielded Twisted Pair);

- по категории:
исходя из функциональных характеристик, таких как пропускная способность и устойчивость к помехам, различные марки кабеля "витая пара" принято делить на несколько категорий, в соответствии с международными стандартами.

Категории обозначаются номерами: 1, 2, 3, 4, 5, 5+, 6. Номер категории указывает на скорость передачи. Чем выше номер категории, тем большую скорость передачи поддерживает кабель. Кабели 1 и 2 категорий применяются для телефонных линий и не подходят для передачи данных в компьютерных сетях.

Кабели, изготовленные из витых пар категории 5 с частотной полосой 100 МГц, обеспечивают пропускную способность до 155 Мбит/с. При четырех витых парах это позволяет осуществлять передачу до 622 Мбит/с. Кабели категории 6 сертифицируются до частот 300 МГц, а экранированные и до 600 МГц. Такой кабель может иметь пропускную способность более 1 Гбит/с.

Достоинства и недостатки

Кабели "витая пара" легко наращиваются, дешевы, системы на витой паре менее уязвимы, по сравнению с коаксиальными кабелями, к внешним наводкам. Однако отличаются слабой устойчивостью к помехам; длина кабеля не может превышать 1000 м при скорости передачи 10 Мбит/с. Поэтому возникают серьезные ограничения на количество станций в сети на витой паре и на ее длину: максимальное расстояние между узлами составляет 100 м.

Коаксиальный кабель

- *Коаксиальный кабель (coaxial cable)*-"коаксиальный" означает "соосный". Сигнал в кабеле распространяется по центральной медной жиле, контур тока замыкается через внешний экранирующий слой.
- Коаксиальные кабели вызывают минимальное внешнее электромагнитное излучение. При заземлении экрана в нескольких точках по нему начинают протекать выравнивающие токи. Такие токи могут стать причиной внешнего наводок (иной раз достаточных для выхода из строя интерфейсного оборудования). Именно это обстоятельство является причиной требования заземления кабеля локальной сети только в одной точке.

Виды коаксиального кабеля:

- *Широкополосный коаксиальный кабель* не восприимчив к помехам, легко наращивается, но цена его высока. Скорость передачи данных равна 500 Мбит/с. При передаче информации в базисной полосе частот на расстояние более 1,5 км требуется усилитель (репитер, повторитель). Поэтому суммарное расстояние при передаче данных увеличивается до 10 км. Для компьютерных сетей с топологией "шина" или "дерево" коаксиальный кабель должен иметь на конце согласующий резистор (терминатор).
- *Ethernet-кабель* также является коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 см. Его называют еще *толстый Ethernet (thick)* или *желтый кабель (yellow cable)*. Он использует 15-контактное стандартное включение. Вследствие повышенной помехозащищенности является дорогой альтернативой обычным коаксиальным кабелям. Максимально доступное расстояние без повторителя не превышает 500 м (если общая длина сети больше 500 м, ее необходимо разбить на сегменты, соединенные друг с другом через репитеры), а общее расстояние сети Ethernet - около 3000 м.

- *Cheapernet-кабель* является более дешевым, чем Ethernet-кабель. Его называют также *тонкий (thin) Ethernet*. Это также 50-омный коаксиальный кабель со скоростью передачи информации в 10 Мбит/с.

При соединении сегментов *Cheapernet-кабеля* также требуются повторители. Соединения сетевых плат производится с помощью малогабаритных байонетных разъемов CP-50. Дополнительное экранирование не требуется.

Расстояние между двумя рабочими станциями без повторителей может составлять максимум 300 м, а общее расстояние для сети на *Cheapernet-кабеле* - около 1000 м.

Приемопередатчик *Cheapernet* расположен на сетевой плате как для гальванической развязки между адаптерами, так и для усиления внешнего сигнала.

	Стандартный кабель	Широкополосный кабель
Максимальная длина канала	2 км	10-15 км
Скорость передачи данных	1-50 Мбит/с	100-140 Мбит/с
Режим передачи	Полудуплекс	Дуплекс
Ослабление влияния электромагнитных и радиочастотных наводок	50 дБ	85 дБ
Число подключений	< 50 устройств	1500 каналов с одним или более устройств на канал

Достоинства и недостатки

- Коаксиальный кабель имеет среднюю цену, хорошо помехозащищен и применяется для связи на относительно большие расстояния (несколько км). Коаксиальный кабель используется для основной и широкополосной передачи информации. В настоящее время коаксиальный кабель не применяется как основная транспортная среда локальных сетей. Коаксиальные кабели используются для построения магистральных линий в компьютерных сетях, а также там, где требуется высокий уровень защиты от радиоэлектронных помех.

Оптоволоконные кабели

- *Оптоволоконный кабель (fiber optic)* - в волоконно-оптическом кабеле данные передаются с помощью световых импульсов, проходящих по оптическому волокну. Сердечник такого кабеля изготовлен из стекла или пластика. Сердечник окружается слоем отражателя, который направляет световые импульсы вдоль кабеля.

Принцип действия

- Свет (длина волны $\lambda \sim 1350$ или 1500 нм) вводится в оптоволокно (диаметром менее 100μ - микрон, микрометров) с помощью светоизлучающего диода или полупроводникового лазера. Центральное волокно покрывается слоем (клядинг), коэффициент преломления которого меньше, чем у центрального ядра (стрелками условно показан ход лучей света в волокне). Для обеспечения механической прочности извне волокно покрывается полимерным слоем.

Виды оптоволокон

- **Многомодовое оптоволокно** имеет относительно большую светопроводящую сердцевину в 50 или 62,5 мкм. Приставка "много" в данном случае не является синонимом "хорошо", так как именно из-за этой многомодовости происходит размывание формы импульса сигнала. Используются такие волокна для сетей небольшой протяжённости (до 1 км). Выигрыш их использования в меньшей стоимости приёмопередающей аппаратуры.

- **Одномодовое оптоволокно** используется для связи на расстояния десятки и даже сотни километров. Имеет в отличие от многомода тонкую светопроводящую сердцевину порядка 7 - 13 мкм. За годы развития оптоволоконных технологий были разработаны и используются несколько стандартов таких волокон.

Размеры оптоволоконных кабелей

- **125 мкм** стеклянная (кварцевая) часть, уже в ней самой содержится светопроводящая сердцевина толщиной зависимой от стандарта
- **250 мкм** это же стекло покрытое лаковой изоляцией. Лак обычно используется разноцветный и кроме изоляционных свойств цвет волокна определяет его условный номер в модуле. (Цветовой счёт волокон, идентификация по цвету в оптических кабелях). Лаковое покрытие придаёт дополнительную устойчивость к изгибам. Такое волокно похоже на рыболовную леску и выдерживает изгибы радиусом в 5мм
- **900 мкм** оптоволокно в буферном полимерном покрытии. Используется при изготовлении шнуров и подключения оптоволоконных кроссов. Цвет покрытия зачастую определяет тип оптоволокна.

Достоинства и недостатки

- Одним из критических мест волоконных систем являются сrostки волокон и разъемы. Учитывая диаметр центральной части волокна, нетрудно предположить, к каким последствиям приведет смещение осей стыкуемых волокон даже на несколько микрон (особенно в одномодовом варианте, где диаметр центрального ядра менее 10 мкм) или изменение формы сечения волокон.

Недостатки

- Оптоволоконные кабели не подвержены воздействию электромагнитных помех. Они обеспечивают защиту данных, т.к. техника ответвлений в оптоволоконных кабелях очень сложна. Вероятность ошибки при передаче по оптическому волокну не превышает 10^{-10} , что во многих случаях делает ненужным контроль целостности сообщений. Допустимое удаление - более 50 км.
- Оптоволоконные линии связи работают в частотном диапазоне 10^{13} - 10^{16} Гц, что на 6 порядков выше, чем в случае радиочастотных каналов. Теоретическая пропускная способность оптоволоконного канала - 50000 Гбит/с. Реальная производительность волоконно-оптического кабеля составляет до 10 Гбит/с. Это связано ограниченным быстродействием оборудования, преобразующего оптический сигнал в электрический и обратно.

Достоинства

- По сравнению с медными проводами оптоволоконные кабели несравненно легче. Так, одна тысяча витых пар при длине 1 км весит 8 тонн, а два оптоволокна той же длины, обладающие большей пропускной способностью, имеют вес 100 кг, т.е. в 80 раз меньше. Это обстоятельство открывает возможность укладки оптических кабелей вдоль высоковольтных линий связи путем подвешивания или обкручивания силового проводника.
- Хотя этот кабель гораздо дороже и сложнее при монтаже, чем металлические, он часто применяется в центральных магистральных сетях, где возникают электромагнитные поля помех или требуется передача информации на очень большие расстояния без использования повторителей.

Радиоканалы

- **Радиоканалы** - каналы радиочастотной связи. Они используются там, где не существует кабельных или оптоволоконных каналов или их создание по каким-то причинам невозможно или слишком дорого. Если не используется направленная антенна и на пути нет препятствий, радиоволны распространяются по всем направлениям равномерно и сигнал уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния между передатчиком и приемником. Радиоканалы для целей передачи информации используют частотные диапазоны:
- 902-928 МГц - расстояние до 10 км, пропускная способность до 64 Кбит/с;
- 2,4 ГГц и 12 ГГц: до 50 км, до 8 Мбит/с.
- Более низкие частоты (например, 300 МГц) мало привлекательны из-за ограничений пропускной способности, а большие частоты (более 30 ГГц) работоспособны для расстояний не более 5 км из-за поглощения радиоволн в атмосфере.

Заметную роль в поглощении радиоволн играет вода. Сильный дождь, град или снег могут привести к прерыванию связи. Поглощение в атмосфере ограничивает использование частот более 30 ГГц. Атмосферные шумы, связанные, в основном, с грозовыми разрядами, доминируют при низких частотах (до 2 МГц).

Для использования частоты 2,4 ГГц необходимы направленные антенны и прямая видимость между приемником и передатчиком.

На аппаратном уровне здесь могут использоваться радиорелейное оборудование, радиомодемы или радиобриджи.

Схемы этих устройств имеют много общего. Отличаются они лишь сетевым интерфейсом. Антенна служит для приема и для передачи. Трансивер (приемопередатчик) может соединяться с антенной через специальные усилители. Между трансивером и модемом может включаться преобразователь частот. Модемы подключаются к локальной сети через последовательные интерфейсы типа RS-232 или V.35 (RS-249). Для многих из них такие интерфейсы являются встроенными. Радиобриджи имеют встроенный Ethernet-интерфейс. Длина кабеля от модема до трансивера лежит в пределах 30-70 м, а соединительный кабель между модемом и ЭВМ может иметь длину 100-150 м. Трансивер располагается обычно рядом с антенной.

Достоинства

- Применение радиобриджей особенно выигрышно для организаций, имеющих здания, отстоящие друг от друга на несколько километров. Возможно использование этих средств связи и для подключения к сервис-провайдеру, когда нужны информационные потоки до 2 Мбит/с (например, для проведения видеоконференций). Если расстояния невелики (<5 км), можно воспользоваться всенаправленной антенной. Все соединяемые объекты должны быть оснащены радиобриджами. При такой схеме соединения в любой момент времени возможен обмен лишь между двумя объектами. Модификации таких схем связи позволяют строить телекоммуникационные системы по схеме сотовых телефонных сетей.
- Радиосредства позволяют смонтировать сеть быстрее (если не считать времени на аттестацию оборудования, получение разрешения на выбранную частоту и лицензии на использование данного направления канала). Доступными могут стать точки, лишенные телефонной связи. Подключение объектов к центральному узлу осуществляется по звездообразной схеме.

Спутниковые каналы

В спутниковых каналах передача данных ведется на более высокой частоте, чем прием сигнала со спутника. Диапазоны спутниковых каналов перечислены в таблице.

Диапазон	Канал снижение (downlink), ГГц	Канал подъема (uplink), ГГц	Источники помех
C	3,7 - 4,2	5,925 - 6,425	Наземные помехи
ku	11,7 - 12,2	14,0 - 14,5	Дождь
ka	17,7 - 21,7	27,5 - 30,5	Дождь

Обычно спутник обладает 12-20 транспондерами (приемопередатчиками), каждый из которых имеет полосу 36-50 МГц, что позволяет сформировать поток данных 50 Мбит/с. Такая пропускная способность достаточна для получения 1600 высококачественных телефонных каналов (32 Кбит/с).

Для создания постоянных каналов телекоммуникаций служат геостационарные спутники, "висящие" над экватором на высоте около 36 000 км. Теоретически три таких спутника могли бы обеспечить связью практически всю обитаемую поверхность Земли. Спутники, работающие на одной и той же частоте, должны быть разнесены по углу не менее чем на 2° . Это означает, что число таких спутников не может быть больше 180. В противном случае они должны работать в разных частотных диапазонах. При работе в более высокочастотных диапазонах угловое расстояние между спутниками можно сократить до 1° .

Существует несколько способов работы совокупности наземных терминалов со спутником.

- Система ALOHA (разработана в Гавайском университете в 70-х гг.) позволяет каждой станции начинать передачу в произвольный момент времени. Такая схема с неизбежностью приводит к конфликтам. Связано это отчасти с тем, что передающая сторона узнает о конфликте лишь спустя ~ 270 мс. После возникновения коллизии станция ожидает некоторый период времени и совершает повторную попытку передачи. Такой алгоритм доступа обеспечивает эффективность использования канала на уровне около 18%, что малоэффективно для таких дорогостоящих каналов, как спутниковые. По этой причине чаще используется доменная версия системы ALOHA, которая удваивает эффективность. Одна наземная станция (эталонная) периодически посылает специальный сигнал, который используется всеми участниками для синхронизации.
- Метод мультиплексирования по частоте (FDM) является старейшим и наиболее часто используемым. Типичный транспондер с полосой 36 Мбит/с может быть использован для получения 500×64 Кбит/с каналов, каждый из которых работает со своей уникальной частотой, чтобы исключить интерференцию с другими. Соседние каналы должны отстоять на достаточном расстоянии друг от друга. Кроме того, должен контролироваться уровень передаваемого сигнала, т.к. при слишком большой выходной мощности могут возникнуть интерференционные помехи в соседнем канале. Если число станций невелико и постоянно, частотные каналы могут быть распределены стационарно. Но при переменном числе терминалов или при заметной флуктуации загрузки приходится переходить на динамическое распределение ресурсов.

- SPADE. Каждый транспондер системы SPADE содержит 794 симплексных канала по 64 Кбит/с и один сигнальный канал со скоростью 128 Кбит/с, которые используются попарно для обеспечения полнодуплексной связи. При этом восходящий и нисходящий каналы имеют полосу по 50 Мбит/с. Сигнальный канал делится на 50 доменов по 1 мс (128 бит). Каждый домен принадлежит одной из наземных станций, число которых не превышает 50. Когда станция готова к передаче, она произвольным образом выбирает неиспользуемый канал и записывает номер этого канала в очередной свой 128-литный домен. Если один и тот же канал попытаются занять две или более станции, происходит коллизия и они вынуждены будут повторить попытку позднее.
- Работа системы ACTS организована в трехшаговый процесс. Каждый из шагов занимает 1 мс. На первом шаге спутник получает кадр и запоминает его в 1728-ячеечном буфере. На втором - бортовая ЭВМ копирует каждую входную запись в выходной буфер (возможно для другой антенны). И, наконец, выходная запись передается наземной станции.

- Метод мультиплексирования по времени сходен с FDM и довольно широко применяется на практике. Здесь также необходима синхронизация для доменов. Это делается как и в доменной системе ALOHA с помощью эталонной станции. Присвоение доменов наземным станциям может выполняться централизованно или децентрализованно. Рассмотрим систему ACTS (Advanced Communication Technology Satellite). Система имеет 4 независимых канала по 110 Мбит/с (два восходящих и два нисходящих). Каждый из каналов структурирован в виде миллисекундных кадров, имеющих по 1728 временных доменов. Каждый из временных доменов имеет 64-битовое поле данных, что позволяет реализовать голосовой канал с полосой в 64 Кбит/с. Управление временными доменами с целью минимизации времени перемещения вектора излучения спутника предполагает знание географического положения наземных станций. Управление временными доменами осуществляется одной из наземных станций (Master Control Station).

Цены

- Витая пара – средняя цена 10р/м
- Коаксиальный кабель – 20р/м
- Оптоволоконный кабель – 120р/м