Тема 1.4.1 Принципы построения компьютерных сетей. Виды линий связи. Кабельные соединения

Для взаимодействия компьютеров необходима среда, обеспечивающая возможность передачи сигналов на физическом уровне.

Эта *среда передачи* может представлять собой *кабельную инфраструктуру,* т. е. набор проводов различных типов, соединительных *разъемов (коннекторов)* и *устройств связи.*

<u>В кабельных соединениях используются следующие типы кабеля:</u>

- коаксиальный кабель (coaxial cable);
- витая пара (twisted pair): неэкранированная (unshielded, UTP), экранированная (shielded);
- волоконно-оптический, или оптоволоконный кабель (fiber optic).

Коаксиальный кабель (coaxial cable) состоит из передающей сигнал медной или алюминиевой жилы, слоя изоляции, экранирующей оплетки из медных проводов или алюминиевой фольги и защитной внешней оболочки.

Для передачи сигнала в коаксиальном кабеле использовалась центральная жила, тогда как оплетка заземлялась, выступая в роли «электрического нуля». Использовались два возможных типа кабеля — «тонкий» и «толстый». Тонкий коаксиальный кабель — гибкий, диаметром около 0,5 см, позволял передавать данные без затухания на расстояния до 185 м (в реальных сет

Для подключения кабеля к сетевы устройствам применялись специальные *разъемы типа BNC.*

Широкое распространение сетей, построенных на основе коаксиального кабеля, было вызвано двумя обстоятельствами: дешевизной (особенно для сетей на тонком коаксиальном кабеле) — расходы на кабель и коннекторы были минимальными, и простотой — достаточно было проложить магистральный кабель, установить на его концах терминаторы и подключить к нему все компьютеры, — и сеть готова

Витая пара (UTP), представляет собой свитые попарно четыре пары проводов. Свивка выполняется для компенсации электромагнитных полей, возникающих при прохождении тока по проводнику и наводящих паразитные электрические напряжения в соседних проводниках, оказавшихся в этом поле. В экранированной витой паре, кроме того, используется одна или несколько оплеток из алюминиевой или медной фольги, существенно повышающих помехозащищенность кабеля.

Кабели разной категории различаются шагом скрутки витых пар.

Витая пара подключается к компьютерам и другим устройствам с помощью *восьмиконтактного разъема 8P8C (RJ-45)* (Registered Jack 45). Этот коннектор похож на применяемый в телефонных линиях коннектор RJ-11, только немного больше него. Операция соединения выполняется с помощью специального обжимного инструмента.

Рис. 2

Категория	Характеристика
1	Телефонный кабель для передачи голоса или данных с помощью аналоговых модемов
2	Старый 2-парный тип кабеля. Поддерживает передачу данных со скоростью до 4 Мбит/с. Использовался в сетях Token Ring и ARCNet. Иногда применяется в телефонных сетях
3	2-парный кабель. Использовался в сетях Token Ring и 10BASE-T. Поддерживает передачу данных со скоростью только до 10 Мбит/с. Применяется в телефонных сетях
4	4-парный кабель. Использовался в сетях Token Ring, 10BASE-T, 10BASE-T4 для скоростей до 16 Мбит/с. Сегодня практически не используется
5	Именно этот 4-парный кабель обычно подразумевается под названием «витая пара». Способен передавать данные со скоростью до 100 Мбит/с при использовании двух пар (Fast Ethernet) и до 1000 Мбит/с — при использовании всех четырех пар (Gigabit Ethernet). Наиболее распространен в современных локальных сетях, хотя при прокладке новых сетей чаще применяется кабель ***категории 5e/класса D***, лучше пропускающий высокочастотные сигналы. Выпускается также в экранированном варианте. Скорость передачи данных при использовании сетевых интерфейсов (сетевых карт) типа 10Base-T составляет 10 Мбит/с, а для 100Base-TX — 100 Мбит/с. Максимальная длина сегмента сети на витой паре без повторителей 100 м
6	4-парный кабель (экранированный или неэкранированный). Способен передавать данные со скоростью до 10000 Мбит/с (10 Gigabit Ethernet) на частотах до 200 МГц. В кабелях *категории 6a* предельная частота передачи увеличена до 500 МГц. Более половины современных сетей строится с использованием кабеля этой категории
7	4-парный кабель, спецификация для которого еще окончательно не утверждена. Скорость передачи данных — до 10000 Мбит/с, частота пропускания — до 600-700 МГц. Все отдельные пары и сам кабель для этой категории экранированы

CAT1 (полоса частот 0,1 МГц) — телефонный кабель, всего одна пара (в России применяется кабель и вообще без скруток — «лапша» — у неё характеристики не хуже, но больше влияние помех). В США использовался ранее, только в «скрученном» виде. Используется только для передачи голоса или данных при помощи модема.
CAT2 (полоса частот 1 МГц) — старый тип кабеля, 2 пары проводников, поддерживал передачу данных на скоростях до 4 Мбит/с, использовался в сетях Token ring и Arcnet. Сейчас иногда встречается в телефонных сетях.
CAT3 (полоса частот 16 МГц) — 4-парный кабель, используется при построении телефонных и локальных сетей 10BASE-T и token ring, поддерживает скорость передачи данных до 10 Мбит/с или 100 Мбит/с по технологии 100BASE-T4 на расстоянии не дальше 100 метров. В отличие от предыдущих двух, отвечает требованиям стандарта IEEE 802.3.
CAT4 (полоса частот 20 МГц) — кабель состоит из 4 скрученных пар, использовался в сетях token ring, 10BASE-T, 100BASE-T4, скорость передачи данных не превышает 16 Мбит/с по одной паре, сейчас не используется.
CAT5 (полоса частот 100 МГц) — 4-парный кабель, использовался при построении локальных сетей 100BASE-TX и для прокладки телефонных линий, поддерживает скорость передачи данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар.

CAT5e (полоса частот 100 МГц) — 4-парный кабель, усовершенствованная категория 5. Скорость передач данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар и до 1000 Мбит/с при использовании 4 пар. Кабель категории 5e является самым распространённым и используется для построения компьютерных сетей. Иногда встречается двухпарный кабель категории 5e. Преимущества данного кабеля в более низкой себестоимости и меньшей толщине.

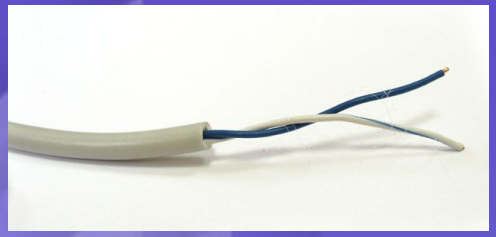
CAT6 (полоса частот 250 МГц) — применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 55 м. Добавлен в стандарт в июне 2002 года.

CAT6a (полоса частот 500 МГц) — применяется в сетях Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 100 метров. Добавлен в стандарт в феврале 2008 года.

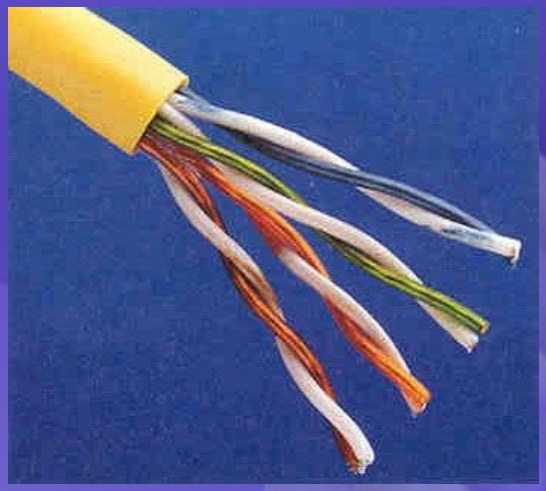
Витая пара 7 категории

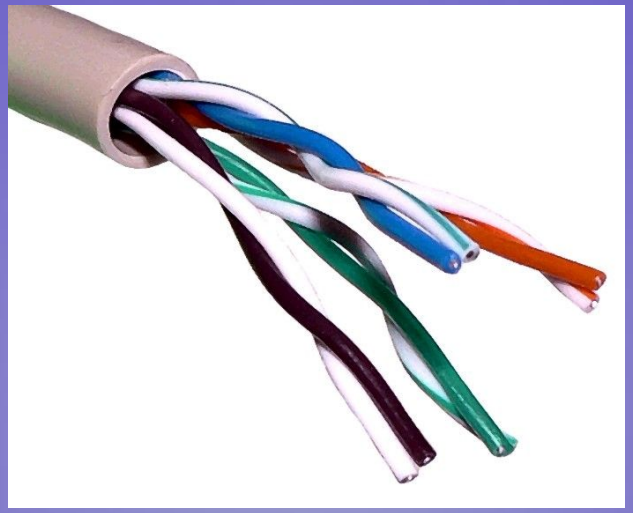
CAT7 (полоса частот 600 МГц) — спецификация на данный тип кабеля утверждена только международным стандартом ISO 11801, скорость передачи данных до 10 Гбит/с. Кабель этой категории имеет общий экран и экраны вокруг каждой пары. Седьмая категория, строго говоря, не UTP, а S/FTP (Screened Fully Shielded Twisted Pair).

CAT7a (полоса частот до 1200 МГц) - разработана для передачи данных на



Кабель категории 5 используется при построении локальных сетей 100BASE-TX и для прокладки телефонных линий.





Кабель категории 5e является самым распространённым и используется для построения компьютерных сетей

Витая пара категории 6а (разделительный корд, у каждой пары свой шаг скрутки)

Волоконно-оптический, или оптоволоконный кабель (fiber optic).

Оптоволоконный кабель широко применяется в магистральной кабельной системе. Он очень удобен в использование и в ремонте, обеспечивает высокоскоростную передачу данных и имеет длительный срок службы. Если сравнивать медь и оптоволокно, то оба этих материала имеют свои преимущества. Оптоволокно, применяемое в локальных сетях, изготавливается из кварца, который в свою очередь производится из самого распространенного минерала на земле – песка.

Оптоволоконные линии связи предназначены для передачи больших объемов данных на высоких скоростях. В оптоволоконном кабеле цифровые данные передаются по оптическим волокнам в виде световых модулированных импульсов. Это позволяет прокладывать оптоволоконные линии связи без регенерации сигналов на дистанции, достигающие 120 км, что невозможно осуществить с помощью любых других известных на сегодняшний день технологий прокладывания линий связи.

Преимущества

Прокладка оптического кабеля — это наиболее надежный и защищенный способ передачи информации, поскольку он позволяет избежать влияния мощных электромагнитных полей. Сами электрические сигналы в данном случае не передаются и не вызывают помех. Оптический кабель нельзя «вскрыть» и перехватить данные, от чего не застрахован любой другой проводящий электрические сигналы кабель.

Современные оптико-волоконные кабели не чувствительны к электромагнитным, перекрестным помехам (переходное и погонное затухание) и прочим «попутным» проблемам передачи информации, не требуют заземления.

Оптоволоконный кабель идеально подходит для создания сетевых

Недостатки

Связаны со стоимостью прокладки и эксплуатации, намного превосходящей медную среду передачи данных.

Кабель требует особых технических навыков в процессе прокладки. Оптико-волоконный кабель с точки зрения разводки мало отличается от укладки медного, тогда как присоединение коннекторов требует принципиально иного инструмента и технических навыков.

Состав

Оптико-волоконный кабель состоит непосредственно из оптического волокна, называемого жилой, покрытого оболочкой из стекла с иным, чем у жилы, коэффициентом преломления. Каждое волокно в состоянии передавать сигналы только в одном направлении, поэтому оптический кабель состоит по крайней мере из двух волокон с отдельными коннекторами. Одно служит для передачи, другое — для приема.

Сама по себе жила (core) оптического кабеля — тонкий стеклянный цилиндр. Однако для удешевления технологии в последнее время нередко встречаются оптические волокна из пластика.

Пластик дешевле и проще в использовании, однако оптоволоконный кабель из пластика передает световые импульсы

Задача соединения срастить два оптоволоконных кабеля плотно с отклонением от оси порядка микрона при этом снизив усилие оператора, чтобы не санкционировать сколов в оптоволоконном кабеле.

Коннекторы FC и *ST* сегодня считаются устаревшими, поэтому в оборудовании чаще всего применяются разъемы для *коннекторов SC*

В многомодовом кабеле траектории световых лучей имеют заметный разброс, в результате чего форма сигнала на приемном конце кабеля искажается. Центральное волокно имеет диаметр 62,5 мкм, а диаметр внешней оболочки - 125 мкм (это иногда обозначается как 62,5/125). Для передачи используется обычный (не лазерный) светодиод, что снижает стоимость и увеличивает срок службы приемопередатчиков по сравнению с одномодовым кабелем.

Длина волны света в многомодовом кабеле равна 0,85 мкм. Допустимая длина кабеля достигает 2-5 км. В настоящее время многомодовый кабель - основной тип оптоволоконного кабеля, так как он дешевле и доступнее. Задержка распространения сигнала в оптоволоконном кабеле не сильно отличается от задержки в электрических кабелях. Типичная величина задержки для наиболее распространенных кабелей составляет около 4-5 нс/м.

Данная технология позволяет экономично реализовать сеть 10-Гбит протяженностью до 300 м.

В одномодовом кабеле практически все лучи проходят один и тот же путь, в результате чего все они достигают приемника одновременно, и форма сигнала практически не искажается. Одномодовый кабель имеет диаметр центрального волокна около 1,3 мкм и передает свет только с такой же длиной волны (1,3 мкм). Дисперсия и потери сигнала при этом очень незначительны, что позволяет передавать сигналы на значительно большее расстояние, чем в случае применения многомодового кабеля. Для одномодового кабеля применяются лазерные приемопередатчики, использующие свет исключительно с требуемой длиной волны. Такие приемопередатчики пока еще сравнительно дороги и не слишком долговечны. Однако в перспективе одномодовый кабель должен стать основным благодаря своим прекрасным характеристикам.

Используются только в телекоммуникационных технологиях (до 2 км для 10-Гбит систем)

Беспроводные сети

Основные проблемы, характерные для всех проводных сетей, — их низкая *мобильность,* довольно большие капиталовложения в кабельную инфраструктуру и относительно малая дальность передачи сигнала.

Беспроводные локальные сети используют 4 способа передачи данных: инфракрасное излучение, лазерное излучение, радиопередачу в узком спектре (одночастотная передача) и радиопередачу в рассеянном спектре.

Инфракрасные и лазерные беспроводные ЛВС

Инфракрасные беспроводные сети используют для передачи данных инфракрасные лучи. В них необходимо генерировать очень сильный сигнал, т. к. на него оказывают влияние другие источники. Обеспечивает большую скорость передачи, т. к. инфракрасный свет имеет широкий диапазон частот, функционируют на скорости 10 Мбит/с. Различают 4 типа инфракрасных сетей:

Сети прямой видимости (между приемником и передатчиком).

Сети на рассеянном излучении. Сигнал отражается от стен и потолка и, в конце концов, достигает приемника. Дальность до 30 м. Скорость передачи невелика, все сигналы отраженные.

Сети на отраженном излучении. Оптические трансиверы компьютеров передают сигналы в определенное место, откуда они переадресуются другому компьютеру.

Широкополосные оптические сети предоставляют услуги, соответствующие жестким требованиям мультимедийной среды и практически не уступают кабельным системам.

Достоинства инфракрасных и лазерных сетей:

скорость;

удобство использования.

Недостатки:

трудности при передаче сигналов на расстояние более 30 м;

подверженность помехам со стороны сильных источников света, которые есть в большинстве организаций.

Технологии радиосвязи пересылают данные на радиочастотах и практически не имеют ограничений по дальности. Они используются как в локальных сетях, так и для сетевых соединений на больших расстояниях. Поскольку радиосигналы легко перехватить, требуется обязательная защита данных кодированием и/или шифрованием.

Недостатки : передатчик и приемник должны быть в зоне прямой видимости друг друга

При одночастотной радиопередаче пользователи настраивают передатчики и приемники на определенную частоту. Этот способ похож на вещание обычной радиостанции. Прямая видимость необязательна; площадь вещания около 4,5 км2. Сигнал высокой частоты, используемый при этом методе, не проникает через металлические или железобетонные преграды.

При радиопередаче в рассеянном спектре сигналы передаются в некоторой полосе частот. Доступные частоты разделены на каналы (или интервалы).

Адаптеры в течение определенного промежутка времени настроены на один интервал, после чего переключаются на другой интервал. Переключение всех компьютеров в сети происходит синхронно. Есть сети, построенные по данной технологии, работающие со скоростью до 2 Мбит/с на расстояние до 3,2 км на открытом пространстве и до 120 м - внутри здания. Это тот случай, когда технология позволяет получить по-настоящему беспроводную сеть.