Сетевые технологии:

КАБЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕТЯХ

Кабели: основные понятия	
Классификация кабелей	
Материал проводников	
Материал оболочки	2
Кабели, применяемые в компьютерных сетях	
Виды сетевых кабелей	4
1. Витая пара	
Категории кабеля	
Схемы обжимки	6
Применение	
Прокладка	8
2. Коаксиальные кабели	8
3. Волоконно-оптический кабель	8
Для справки: оптоволокно	11

Кабели: основные понятия

Кабель (нидерл. *kabel*) - один или несколько изолированных друг от друга проводников (жил), заключённых в оболочку.



Оконцовка медного многожильного шнура в ПВХ изоляции



Кабель информационный магистральный подземный



Плоский кабель, предназначен для подключения

Классификация кабелей

Кабели применяются для передачи электрической энергии (силовые кабели), для проводной связи и сигнализации (кабели связи), для передачи энергии и сигналов на радиочастотах (радиочастотные кабели) и в оптическом диапазоне (оптические кабели).

Стандарт ISO 11801 2002 детально описывает классификацию кабелей.

Зачастую «кабель» применяется как синоним слову «провод».

Материал проводников

Проводники в кабелях изготавливаются из следующих материалов:

- для передачи электрической энергии и сигналов:
 - о алюминий,
 - о медь,
 - о серебро,
 - о золото,
 - о сплавов различных металлов;
- для передачи оптических сигналов:
 - о стекло,
 - о пластмассы.

Материал оболочки

Оболочка кабеля может состоять из одного и более герметезирующих и армирующих слоёв, в качестве этих слоёв могут применяться различные материалы: ткань, пластмассы, металл, резина и проч.

Кабели, применяемые в компьютерных сетях

Еще сравнительно недавно с подключением к Интернету особого выбора не было - покупаешь модем, карточки и подключаешься. Сейчас для подключения к сети Интернет, наряду с подключением по телефонной линии с помощью модемов, поставщики услуг стали использовать альтернативные методы подключения по локальным сетям. Одной из основных характеристик, отличающих эти способы, является то, какой вид кабеля обеспечивает доступ в Интернет.

В этой статье я попробую рассказать о том, что такое локальная сеть, как она строится, и чем отличаются одни кабели от других. Это поможет, выбирая способ подключения, точнее определить преимущества и недостатки разных способов подключения.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) - это коммуникационная система, позволяющая совместно использовать ресурсы компьютеров, которые в данный момент подключены к сети. Для того чтобы состоять в сети, каждый входящий в нее компьютер должен иметь:

- сетевую карту (сетевой адаптер);
- сетевой кабель;
- **операционную систему,** которая поддерживает работу в сети (например, Windows, Linux и т.п.).

Сетевые карты и сетевые кабели - основная часть сетевого оборудования.

Большинство неполадок при работе в сети происходит по их вине, как правило, вследствие нарушения элементарных правил эксплуатации их пользователями. Поэтому стоит обращать особое внимание на их качество. На каждом компьютере, состоящем в сети, должен быть установлен **сетевой адаптер**. И адаптер, и кабель должны соответствовать выбранному типу сети.

Задача сетевого адаптера - передача и прием сетевых сигналов из кабеля. Адаптер воспринимает команды и данные от сетевой операционной системы, преобразует эту информацию в один из стандартных форматов и передает ее в сеть через подключенный к адаптеру кабель.

Кабель состоит из проводников, слоев экрана и изоляции. Также в состав кабеля входят разъемы для подключения его к сетевому оборудованию. Для удобства быстрого переподклю-

чения кабелей и сетевого оборудования используются разные электромеханические устройства, называемые кроссовыми коробками или шкафами.

В компьютерных сетях применяются кабели, которые удовлетворяют определенным стандартам. Это позволяет строить сеть из кабелей и соединительных устройств разных производителей, а не мучиться подбором всех компонентов одного производителя. Современные стандарты определяют характеристику не отдельно кабеля, а полного набора составляющих, которые нужны для создания кабельного элемента (например, соединительного шнура от рабочей станции до розетки, самой розетки, основного кабеля, жесткого кроссового соединения и шнура до сетевого концентратора).

Наиболее употребительные стандарты на сегодняшний момент - американский стандарт EIA/TIA-568A, международный стандарт ISO/IEC 11801, европейский стандарт EN50173 и фирменный стандарт компании IBM.

Стандарты определены для 4-х типов кабелей:

- на основе неэкранированной витой пары,
- экранированной витой пары,
- коаксиального,
- волоконно-оптического кабелей.

Характеристики кабелей. В стандартах непосредственно кабелей оговаривается достаточно много характеристик, из которых ниже перечисляются самые главные:

- *Затухание (Attenuation)*. Затухание измеряется в децибелах на метр для определенной частоты или диапазона частот сигнала.
- *Перекрестные наводки на ближнем конце (Near End Cross Talk NEXT)*. Измеряется в децибелах на метр для определенной частоты сигнала.
- *Импеданс (волновое сопротивление)*. Это полное (реактивное и активное) сопротивление в электрической цепи. Импеданс измеряется в омах. Это относительно постоянная величина для кабельных систем. Для коаксиального кабеля, используемого в стандарте Ethernet, импеданс должен составлять 50 Ом. Для неэкранированной витой пары наиболее часто используемое значение импеданса 100 и 120 Ом.
- *Активное сопротивление*. Это сопротивление постоянному току в электрической цепи. Оно не зависит от частоты, в отличие от импеданса, а увеличивается с увеличением длины кабеля.
- *Емкость* свойство металлических проводников накапливать энергию. Два металлических проводника в кабеле, разъединенные диэлектриком, представляют из себя конденсатор, который способен накапливать заряд. Эта паразитная ёмкость величина нежелательная, и поэтому стараются, чтобы она была как можно меньше. Чем больше ее значение в кабеле, тем сильнее искажение сигнала и меньше полоса пропускания данного кабеля. Чем больше частота сигнала и больше емкость кабеля, тем меньше сопротивление для тока при данном напряжении.
- Уровень защиты от внешнего электромагнитного излучения. Его еще называют электрическим шумом. Представляет собой появление наводки нежелательного переменного напряжения в проводнике. Электрический шум бывает фоновый и импульсный, а также низко-, среднеи высокочастотный. Измеряется в милливольтах. Источниками фонового электрического шума в диапазоне до 150 кГц выступают линии электропередачи, лампы дневного света и телефоны. В диапазоне от 150 кГц до 20 МГц электрический шум создает оргтехника: компьютеры, принтеры, ксероксы. В диапазоне от 20 МГц до 1 ГГц телевизионные и радиопередатчики, СВЧ-печи. Импульсный электрический шум создают электродвигатели, переключатели и сварочные аппараты.
- Диаметр. Площадь поперечного сечения проводника. Для кабелей с медным проводником достаточно общеупотребительна американская система AWG (American Wire Gauge), вводящая условные типы проводников, например 22AWG, 24 AWG, 26 AWG. Чем выше номер типа проводника, тем меньше его диаметр. В вычислительных сетях чаще всего применяются вышеуказанные примеры проводников. В международных и европейских стандартах диаметр проводника указывается в миллиметрах.

Конечно, перечисленные здесь параметры далеко не все, которые применимы к различным видам кабелей. Кроме электромагнитных характеристик, представленных здесь, кабели имеют механические и конструктивные характеристики, которые определяют тип его изоляции, тип разъема и т.п. Также у каждого типа кабеля есть своя индивидуальная характеристика, например такой параметр, как шаг скрутки проводов, используется только для характеристики витой пары, а параметр NEXT применяется к многожильным кабелям на основе витой пары. Волоконно-оптические кабели различаются по размеру несущего волокна и оболочки - слоя стекла, отражающего свет. Кроме того, кабели различают по режиму передачи: одномодовые и многомодовые, а также по используемой длине волны (850-1550 нс) и применяемым источникам света (лазеры или светодиоды - LED).

Основными в современных стандартах кабелями являются кабели на основе витой пары и оптоволокна, также достаточно широко используется коаксиальный кабель.

Виды кабелей, применяемых в сетях

1. Витая пара

Витая пара (англ. *twisted pair*) — вид кабеля связи, представляет собой одну или несколько пар изолированных проводников, скрученных между собой (с небольшим числом витков на единицу длины), для уменьшения взаимных наводок при передаче сигнала, и покрытых пластиковой оболочкой. Один из компонентов современных структурированных кабельных систем. Используется в телекоммуникациях и в компьютерных сетях в качестве сетевого носителя во многих технологиях, таких как Ethernet, ARCNet и Token ring.

В настоящее время, благодаря своей дешевизне и лёгкости в установке, является самым распространённым для построения локальных сетей.



Витая пара категории 6 (между парами виден разделительный корд)

В зависимости от наличия защиты — электрически заземлённой медной оплетки или алюминиевой фольги вокруг скрученных пар, определяют разновидности данной технологии:

- неэкранированная витая пара (UTP Unshielded twisted pair)
- экранированная витая пара (STP Shielded twisted pair)
- фольгированная витая пара (FTP Foiled twisted pair)
- фольгированная экранированная витая пара (SFTP Shielded Foiled twisted pair)

В некоторых типах экранированного кабеля защита может использоваться ещё и вокруг каждой пары, индивидуальное экранирование. Экранирование обеспечивает лучшую защиту от электромагнитных наводок как внешних, так и внутренних, и т. д. Экран по всей длине соединен с неизолированным дренажным проводом, который объединяет экран в случае разделения на секции при излишнем изгибе или растяжении кабеля.

В дополнение к этому кабель применяется одно- и многожильный. В первом случае каждый провод состоит из одной медной жилы, а во втором - из нескольких.

Одножильный кабель не предполагает прямых контактов с подключаемой периферией. То есть, как правило, его применяют для прокладки в коробах, стенах и т.д. с последующим оконечиванием розетками. Связано это с тем, что медные жилы довольно толсты и при частых изгибах быстро ломаются. Однако для "врезания" в разъемы панелей розеток такие жилы подходят как нельзя лучше.

В свою очередь многожильный кабель плохо переносит "врезание" в разъемы панелей розеток (тонкие жилы разрезаются), но замечательно ведет себя при изгибах и скручиваниях. Поэтому многожильный кабель используют в основном для изготовления патчкордов (PatchCord), соединяющих периферию с розетками. Кроме того, многожильный провод оказывает меньшее сопротивление высокочастотному сигналу (Скин-эффект).

Кабели на основе витой пары медные неэкранированные делятся **по своим электромеханическим свойствам на 5 категорий**.

Кабель категории 1 применяется в случаях, где требования к скорости передачи данных минимальны. Обычно он применяется для аналоговой и цифровой передачи голоса и низкоскоростной передачи данных.

Кабель категории 2 впервые был использован фирмой IBM для построения собственной кабельной системы. Основное требование к этому виду кабеля - передача сигналов со спектром 1 МГц.

Кабель категории 3 стандартизирован в 1991 году. Тогда был разработан Стандарт телекоммуникационных кабельных систем для коммерческих зданий (ЕІА-568), впоследствии на его основе создан стандарт ЕІА-568А. Этот стандарт определил электрические характеристики кабелей категории 3 для частоты 16 МГц, что обеспечивает работу данного кабеля с высокоскоростными сетевыми приложениями. Кабель категории 3 предназначен как для передачи данных, так и для передачи голоса. Шаг скрутки проводов равен три витка на 30,5 см. На основе этого кабеля построено большинство кабельных систем офисных зданий, по которым осуществляется передача голоса и данных.

Кабель категории 4 - это улучшенный вариант предыдущей категории. Этот кабель должен выдерживать тесты на частоте передачи сигнала 20 МГц, при этом обеспечивать хорошую помехоустойчивость и низкие потери сигнала. Эта категория хорошо подходит для систем с увеличенным до 135 метров расстоянием, а также в сетях Token Ring с пропускной способностью 16 Мбит/с. Однако на практике почти не используется.

Кабель категории 5 специально разработан для поддержки высокоскоростных протоколов. Их характеристики определяются в диапазоне до 100 МГц. На кабель категории 5 ориентированно большинство высокоскоростных стандартов. С ним работают протоколы со скоростью передачи данных 100 Мбит/с FDDI с физическим стандартом TP-PMD, Fast Ethernet, 100VG-AnyLAN и более скоростые протоколы ATM со скоростью 155 Мбит/с, а также вариант Gigabit Ethernet со скоростью 1000 Мбит/с. Вариант Gigabit Ethernet на основе витой пары с использованием 4-жильного кабеля UTP стал стандартом в 1999 году. Кабель категории 5 пришел на смену третьей категории, и в настоящее время кабельные системы крупных зданий строятся на этом типе кабеля в сочетании с волоконно-оптическим.

Кабели UTP выпускаются в 2- и 4-парном исполнении. Каждая пара такого кабеля имеет свой шаг скрутки и определенный цвет. В 4-парном исполнении две пары предназначены для передачи данных и еще две для передачи голоса.

Для соединения кабелей используются розетки и вилки RJ-45, которые представляют собой восьмиконтактные разъемы и внешне похожи на телефонные разъемы.

Отдельно в категории кабелей на основе витой пары стоят кабели категории 6 и 7. Для кабеля категории 6 характеристики определяются до частоты 200 М Γ ц, а для категории 7 - 600 М Γ ц.

Кабели категории 7 обязательно экранируются, причем как каждая пара в отдельности, так и весь кабель в целом. Кабель категории 6 может быть как экранируемым, так и нет.

Основное назначение этого кабеля - поддержка высокоскоростных протоколов на отрезках кабеля большей длины, чем UTP-кабель категории 5, максимальная длина сегмента которого не должна превышать 100 метров. Кабель категории 7 вряд ли целесообразен к применению: стоимость сети на его основе близка к стоимости сети на оптоволокне, а характеристики оптоволоконных кабелей выше. Поэтому, вероятно, в ближайшем будущем он постепенно уйдет, оставшись только в истории развития кабелей.

Кабели на основе экранированной витой пары STP хорошо защищают от внешних помех передаваемые сигналы. Заземляемый экран, использующийся в этом типе кабеля, усложняет прокладку, так как требует качественного заземления и удорожает сам кабель. Экранированный кабель применяется только для передачи данных.

Основной стандарт, определяющий параметры экранированной витой пары, это фирменный стандарт IBM. В этом стандарте кабели делятся не на категории, а на типы (Туре 1-type 9). Из них основной - это кабель Туре 1. Он состоит из двух пар проводов и экранирующей проводящей оплетки, которая заземляется. Кабель STP Туре 1 включен в международные стандарты.

Экранированные пары используются также в кабеле Туре 2. Этот кабель аналогичен Туре1, с добавленными в него двумя парами неэкранированных проводов для передачи голоса. К оборудованию эти кабели подключаются с помощью разъемов конструкции IBM.

Не все кабели стандарта IBM экранированные. Например, Туре 3 определяет характеристики неэкранированного телефонного кабеля, а Туре 5 - оптоволоконного.

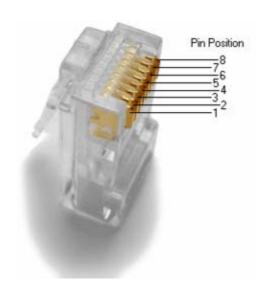
Категории кабеля

Существует несколько категорий кабеля витая пара, которые нумеруются от САТ1 до САТ7 и определяют эффективный пропускаемый частотный диапазон. Кабель более высокой категории обычно содержит больше пар проводов и каждая пара имеет больше витков на единицу длины. Категории неэкранированной витой пары описываются в стандарте **EIA/TIA 568** (Американский стандарт проводки в коммерческих зданиях).

- CAT1 (полоса частот 0.1 МГц) телефонный кабель, всего одна пара, известный в России, как «лапша». В США использовался ранее, и проводники были скручены между собой. Используется только для передачи голоса или данных при помощи модема.
- CAT2 (полоса частот 1 МГц) старый тип кабеля, 2-е 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) 2-х парный кабель, использовался при построении локальных сетей 10BASE-T и token ring, поддерживает скорость передачи данных только до 10 Мбит/с. В отличие от предыдущих двух, отвечает требованиям стандарта IEEE 802.3. Также до сих пор встречается в телефонных сетях.
- CAT4 (полоса частот 20 МГц) кабель состоит из 4-х скрученных пар, использовался в сетях token ring, 10BASE-T, 10BASE-T4, скорость передачи данных не превышает 16 Мбит/с, сейчас не используется.
- CAT5 (полоса частот 100 МГц) 4-х парный кабель, это и есть, то, что обычно называют кабель «витая пара», благодаря высокой скорости передачи, до 100 Мбит/с при использовании 2-х пар и до 1000Мбит/с, при использовании 4-х пар, является самым распространённым сетевым носителем, использующимся в компьютерных сетях до сих пор. При прокладке новых сетей пользуются несколько усовершенствованным кабелем CAT5e (полоса частот 125 МГц), который лучше пропускает высокочастотные сигналы.
- CAT6 (полоса частот 250 МГц) применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4-х пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10000Мбит/с. Добавлен в стандарт в июне 2002 года. Существует категория CAT6e, в которой увеличена частота пропускаемого сигнала до 500МГц. По данным IEEE 70 % установленных сетей в 2004 году, использовали кабель категории CAT6, однако возможно это просто дань моде, поскольку кабель CAT5 и CAT5e вполне справляется в сетях 10GBASE-T
- CAT7 Спецификация на данный тип кабеля пока не утверждена, скорость передачи данных до 10000Мбит/с, частота пропускаемого сигнала до 600—700 МГц. Кабель этой категории экранирован.

Схемы обжимки

Данные схемы обжимки витой пары приведены для кабеля категории 5 (4 пары проводников). Существует 2 схемы обжимки кабеля: прямой кабель и перекрёстный (кросс-овер) кабель. Первая схема используется для соединения компьютера со свитчем\хабом, вторая для соединения 2-х компьютеров напрямую и для соединения некоторых старых моделей хабов\свитчей (uplink порт).



Нумерация в разъеме

Перекрёстный кабель (Crossover)

№ контакта - цвет жилы - № контакта на другом конце кабеля

- 1 бело-оранжевый 3
- 2 оранжевый 6
- 3 бело-зелёный 1
- 4 синий 7
- 5 бело-синий 8
- 6 зелёный 2
- 7 бело-коричневый 4
- 8 коричневый 5

Бело-оранжевая жила меняется с бело-зелёной, оранжевая с зелёной (для 100-мегабитного соединения); бело-синяя жила меняется с бело-коричневой, синяя с коричневой (для гигабитного соединения, для 100 мегабит их можно обжать в любом порядке или вообще не обжимать).

Прямой кабель

Вариант по стандарту ЕІА/ТІА-568А:

- 1 бело-зелёный 1
- 2 зелёный 2
- 3 бело-оранжевый 3
- 4 синий 4
- 5 бело-синий 5
- 6 оранжевый 6
- 7 бело-коричневый 7
- 8 коричневый 8

и по стандарту ЕІА/ТІА-568В:

- 1 бело-оранжевый 1
- 2 оранжевый 2
- 3 бело-зелёный 3
- 4 синий 4
- 5 бело-синий 5
- 6 зелёный 6
- 7 бело-коричневый 7
- 8 коричневый 8

Прямой кабель можно обжать с любой последовательностью проводников, нужно только, чтобы она была одинакова на обоих концах. Хотя для предотвращения путаницы лучше пользоваться стандартами.

Данные схемы обжимки подходят как для 100-мегабитного соединения, так и для гигабитного. При использовании 100 мегабитного соединения используются только 2 из 4-х пар, а именно оранжевая и зелёная. Синяя и коричневая пары тогда могут быть использованы для подключения второго компьютера по тому же кабелю. Каждый конец кабеля раздваивают на два по две пары, и получают как бы два кабеля, но под одной изоляцией. При использовании гигабитного соединения используются все 4 пары проводников.

Применение

Как уже упоминалось, витая пара широко применяется в сетевых технологиях и коммуникациях, сейчас кабелем категории 6, во многих местах заменяют коаксиальный кабель. Несмотря на большую защищённость экранированной витой пары, она не получила широкого распространения из-за сложности в установке — требуется заземление (проводки для которого в большинстве российских зданий нет), а кабель по сравнению с неэкранированной витой парой более жёсткий.

Прокладка

При прокладке витой пары должна выдерживаться заданная кривизна в местах изгиба. Превышение может привести к уменьшению сопротивляемости наводкам или к разрушению кабеля. При прокладке экранированной витой пары необходимо следить за целостностью экрана по всей длине кабеля. Растяжение или изгиб приводит к разрушению экрана, что влечет уменьшение сопротивляемости наводкам. Дренажный провод должен быть соединен с экраном разъема.

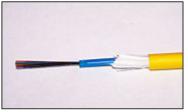
2. Коаксиальные кабели

Коаксиальные кабели существуют в большом количестве типов, используемых в телевизионных, телефонных и компьютерных сетях. Это так называемый "толстый" коаксиальный кабель и различные варианты "тонкого" коаксиального кабеля, который обладает худшими механическими и электрическими характеристиками, чем "толстый".

Зато "тонкий" коаксиальный кабель более удобен для монтажа, что и объясняет его более широкое использование. Стандарт EIA/TIA -568A не описывает коаксиальные кабели с волновым сопротивлением 50 Ом как морально устаревшие.

3. Волоконно-оптический кабель

Простейший оптический кабель состоит из некоторого количества оптических волокон, как правило, кратного двум, окружённых общей защитной оболочкой.



Волоконно-оптический кабель

Оптическое волокно состоит из:

- сердцевины,
- оптической оболочки,
- защитного покрытия,
- буферного покрытия (опционально).

Волоконно-оптические кабели состоят из центрального проводника света - сердечника - прозрачного волокна, и оболочки, которая окружает сердечник. Оболочка также состоит из стекла, но имеет меньший показатель преломления света, чем сердечник.

Лучи света распространяются по сердечнику, не выходя за его пределы, поскольку отражаются от покрывающего слоя оболочки. В зависимости от распределения показателя преломления и от величины диаметра сердечника различают 3 типа волокна.

- 1) Многомодовое волокно со ступенчатым показателем преломления.
- 2) Многомодовое волокно с плавным изменением показателя преломления.
- 3) Одномодовое волокно.

"Мода" - это описание режима распространения световых лучей по сердечнику кабеля. В одномодовом кабеле (SMF-Single Mode Fiber) сердечник очень мал по диаметру, всего 5-10 мкм, что соизмеримо с длиной световой волны. Световые лучи распространяются по сердечнику, почти не отражаясь от внешнего проводника, вдоль оптической оси световода. У этого типа кабеля очень широкая полоса пропускания - сотни гигагерц на километр. Для одномодового кабеля требуется изготовление тонких качественных волокон, и поскольку это сложный технологический процесс, соответственно, это делает достаточно дорогим и сам кабель. Еще один недостаток этого вида кабеля - значительные энергозатраты, которые возникают при направлении пучка света в волокно такого маленького диаметра. В связи с этим в одномодовых кабелях в качестве источника света используются полупроводниковые лазеры. Они работают на длине волн 1300 и 1550 нм и модулируют световой поток с частотами 10 ГГц и выше. Также при использовании лазеров в одномодовых кабелях потери энергии меньше, чем в многомодовых при использовании в них светодиодов как источников света.

В многомодовых кабелях ММF Multi Mode Fiber сердечник более широк, нежели в одномодовом. Его легче изготовить технологически, а это значит, что многомодовый кабель дешевле. Основные общеупотребительные кабели этого типа, утвержденные стандартом, - 62,5/125 мкм и 50/125 мкм. Первое число перед дробью - диаметр сердечника, число же справа от дроби указывает размер внешнего проводника.

В многомодовых кабелях во внутреннем проводнике одновременно находится несколько световых лучей. Эти лучи отражаются от внешнего проводника под различными углами.

Угол отражения луча и называется модой. У многомодовых кабелей полоса пропускания составляет 500-800 МГц/км. Полоса пропускания сужается из-за потерь световой энергии при отражении лучей и при интерференции лучей разных мод. Источниками света в многомодовых кабелях служат светодиоды. Они излучают свет с длиной волны 850 нм и 1300 нм. Светодиоды с длиной волны 850 нм существенно дешевле, чем с 1300 нм, но полоса пропускания для кабеля с длиной волн 850 нм, например 200 МГц/м вместо 500 МГц/м.

Передача электромагнитной энергии по световоду основана на эффекте полного внутреннего отражения. Лучи света, входя в сердцевину двухслойного световода, с торца удерживаются внутри сердечника за счет полного внутреннего отражения на границе двух сред с различными показателями преломления. Для реализации этого эффекта формируются два слоя из кварцевого стекла с различными показателями преломления.

Различают одномодовое и многомодовое волокно. Одномодовое (SM) волокно самых часто встречающихся размеров бывает: 8/125 и 9/125 мкм. Многомодовое (ММ) волокно самых часто встречающихся размеров бывает: 50/125 и 62/125 мкм. Одномодовое волокно дешевле многомодового, позволяет передавать оптический импульс на большие расстояния, с меньшим размазыванием сигнала на выходе, но в то же время приемопередающее оборудование для него значительно дороже. Существует также многомодовое волокно с градиентным профилем, у которого уменьшены эти недостатки.

В зависимости от того, как происходит изменение показателя преломления, различают 2 типа волокон: со ступенчатым и градиентным (плавным) изменением показателя преломления.

Волоконно-оптические кабели подключаются к оборудованию с помощью разъемов MICST и SC. Они имеют отличные электромагнитные и физические характеристики (отлично гнутся и механически прочны при наличии изоляции), однако это омрачается одним серьезным недостатком. Этот недостаток - сложное соединение волокон с разъемами и между собой в том случае, если требуется нарастить кабель.

Стоимость самого волоконно-оптического кабеля примерно равна стоимости кабеля на витой паре, но стоимость монтажных работ обходится намного дороже из-за дорогого монтажного оборудования и трудоемкости соединения кабеля с разъемом. При некачественном соединении резко уменьшается полоса пропускания оптоволоконного кабеля и линии на его основе.

Использование кабеля. Превалирующее большинство компаний, предоставляющих услуги доступа в Интернет, используют в своей работе оптоволокно и витую пару. Основные трассы между зданиями строятся на основе оптоволоконного кабеля, что обеспечивает высокую скорость на этих участках, а непосредственно к квартире пользователя подводится неэкранированная витая пара пятой категории, характеристики которой вполне отвечают требованиям на этом участке сети. Такой вариант позволяет обеспечить сочетание невысокой стоимости подключения, так как монтажные работы, связанные с подключением по витой паре, не требуют больших усилий и приемлемой скорости работы в Интернете. Именно этот способ подключения через локальные сети можно считать наиболее современным, подключение же по коаксиальному кабелю постепенно уходит в прошлое в силу своей высокой стоимости, при том, что качество связи не выше, чем при работе через сочетание "оптоволокно - витая пара".

Для справки:

Оптоволокно



Связка оптоволокна

Теоретически, использование передовых технологий, таких как DWDM, со скромным количеством волокон, которое представлено здесь, может дать достаточную пропускную способность, с помощью которой легко было бы передать всю необходимую информацию, в которой нуждается вся планета (около 100 терабит в секунду в одном оптоволокне).

Оптоволокно — это стеклянная или пластиковая нить, используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения.

Волоконная оптика — раздел прикладной науки и машиностроения, описывающий такие волокна. Оптоволокна используются в оптоволоконной связи, которая позволяет передавать цифровую информацию на большие расстояния и с более высокой скоростью передачи данных, чем в электронных средствах связи. В ряде случаев они также используются при создании датчиков

Простой принцип действия позволяет использовать различные методы, дающие возможность создавать самые разнообразные оптоволокна:

- Одномодовые оптоволокна
- Мультимодовые оптоволокна
- Оптоволокна с градиентным показателем преломления
- Оптоволокна со ступенчатым профилем распределения показателей преломления.

Из-за физических свойств оптоволокна необходимы специальные методы для их склеивания и соединения с оборудованием. Оптоволокна являются базой для различных типов кабелей, в зависимости от того, где они будут использоваться.

Принцип передачи света внутри оптоволокна был впервые продемонстрирован во времена королевы Виктории (1837—1901 гг.), но развитие современных оптоволокон началось в 1950-х годах. Они стали использоваться в связи несколько позже, в 1970-х; с этого момента технический прогресс значительно увеличил диапазон действия и скорость оптоволокон, а также уменьшил стоимость систем оптоволоконной связи.

Применение: оптоволоконная связь

Оптоволокно может быть использовано как средство для дальней связи и построения компьютерной сети, вследствие своей гибкости и возможности завязываться в узел как кабель. Несмотря на то, что волокна могут быть сделаны из прозрачного пластичного оптоволокна или силикагелевого волокна, волокна, использующиеся для передачи информации на большие расстояния, всегда сделаны из стекла, из-за низкого оптического ослабления электромагнитного излучения. В связи используются многомодовые и одномодовые оптоволокна; мультимодовое оптоволокно обычно используется на небольших расстояниях (до 500 м), а одномодовое оптоволокно — на длинных дистанциях. Из-за строгого допуска между одномодовым оптоволокном, передатчиком, приемником, усилителем и другими одномодовыми компонентами, их использование обычно дороже, чем применение мультимодовых компонетов.

Оптоволоконный датчик

Оптоволокно может быть использовано как датчик для измерения напряжения, температуры, давления и других параметров. Малый размер и фактическое отсутствие необходимости в электрической энергии, дает оптоволоконным датчикам преимущество перед традиционными электрическими в определенных областях.

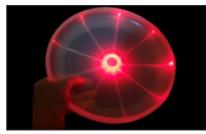
Оптоволокно используется в гидрофонах в сейсмических или гидролокационных приборах. Созданы системы с гидрофонами, в которых на волоконный кабель приходится более 100 датчиков. Системы с гидрофоновым датчиком используются в нефтедобывающей промышленности, а также флотом некоторых стран. Немецкая компания Sennheiser разработала лазерный микроскоп, работающий с лазером и оптоволокном.

Оптоволоконные датчики, измеряющие температуры и давления, разработаны для измерений в нефтяных скважинах. Оптоволоконные датчики хорошо подходят для такой среды, работая при температурах, слишком высоких для полупроводниковых датчиков (см. "оптоволоконное измерение температуры").

Другое применение оптоволокна — в качестве датчика в лазерном гироскопе, который используется в Boeing 767 и в некоторых моделях машин (для навигации).

Оптоволокно применяется в охранной сигнализации на особо важных объектах (например, ядерное оружие). Когда злоумышленик пытается переместить боеголовку, условия прохождения света через световод изменяются, и срабатывает сигнализация.

Другие применения оптоволокна



Диск фрисби, освещенный оптоволокном

Оптоволокна широко используются для освещения. Они используются как световоды в медицинских и других целях, где яркий свет необходимо доставить в труднодоступную зону. В некоторых зданиях оптоволокна используются для обозначения маршрута с крыши в какую-

нибудь часть здания. Оптоволоконное освещение также используется в декоративных целях, включая коммерческую рекламу, искусство и искусственные ёлки.

Оптоволокно также используется для формирования изображения. Когерентный пучок, создаваемый оптоволокном, иногда используется совместно с линзами — например, в эндоскопе, который используется для просмотра объектов через маленькое отверстие.