

1. Сетевые кабели

На сегодняшний день подавляющая часть компьютерных сетей использует для соединения провода или кабели. Они выступают в качестве среды передачи сигналов между компьютерами. Существуют различные типы кабелей, которые удовлетворяют потребности всевозможных сетей, от малых до больших. В широком ассортименте кабелей нетрудно запутаться. Но в большинстве сетей применяются только три основные группы кабелей:

- коаксиальный кабель (coaxial cable);
 - толстый коаксиальный кабель
 - тонкий коаксиальный кабель
- витая пара (twisted pair):
 - неэкранированная (unshielded);
 - экранированная (shielded);
- оптоволоконный кабель (fiber optic).
 - одномодовый
 - многомодовый

Также в качестве физической среды распространения сигналов в каналах связи используется: радиолинии наземной и спутниковой связи, образующиеся с помощью передатчика и приемника радиоволн, размещаемых на Земле или на ИСЗ соответственно. Существует большое количество различных типов радиоканалов, отличающихся как используемым частотным диапазоном, так и дальностью действия. Диапазоны коротких, средних и длинных волн (КВ, СВ и ДВ), называемые также диапазонами амплитудной модуляции по типу используемого в них метода модуляции сигнала, обеспечивают дальнюю связь, но мало пригодны для передачи данных. Более скоростными являются каналы, работающие в диапазонах ультракоротких волн (УКВ), для которых наиболее часто используется частотная модуляция, а также в диапазонах сверхвысоких частот (СВЧ). В диапазонах УКВ и СВЧ сигналы не отражаются ионосферой Земли и не огибают Земной шар, поэтому для устойчивой связи требуется наличие прямой видимости между передатчиком и приемником. Поэтому такие частоты используются либо в спутниковых линиях, либо в радиорелейных, где это условие выполняется.

2. Коаксиальный кабель

Использование:

- использование частотной модуляции, до 10 000 голосовых каналов одновременно
- используется в телевидение
- локальные сети
- передача на длинные расстояния телефонных и телевизионных сигналов

Характеристики коаксиального кабеля:

- передача аналоговых и цифровых сигналов
- хорошая защищенность от помех
- умеренная цена (дороже витой пары)
- >50 МГц для видеосигналов при длинах до 2 км
- >400 МГц для радиосигналов при длинах до 50 км (с усилителем)
- вероятность ошибки $\sim 10^{-7} \div 10^{-9}$

- Широкая полоса пропускания, и, следовательно, высокая пропускная способность, эффективная работа на расстояниях 100 - 1000 м., хорошая защищенность от электромагнитных помех и низкий уровень радиоизлучения.
- Коаксиальный кабель дешевле, чем оптоволоконный.

Не так давно коаксиальный кабель был самым распространенным типом кабеля. Это объяснялось двумя причинами. Во-первых, он был относительно недорогим, легким, гибким и удобным в применении. А во-вторых, широкая популярность коаксиального кабеля привела к тому, что он стал безопасным и простым в установке. Самый простой коаксиальный кабель состоит из медной жилы (core), изоляции окружающей ее, экрана в виде металлической оплетки и внешней оболочки (рис.1). Если кабель, кроме металлической оплетки, имеет и слой фольги, он называется кабелем двойной экранизацией. При наличии сильных помех можно воспользоваться кабелем с учетверенной экранизацией. Он состоит из двойного слоя фольги и двойного или металлической оплетки.

Некоторые типы кабелей покрывает металлическая сетка — экран (shield). Он защищает передаваемые по кабелю данные, поглощая внешние электромагнитные сигналы, называемые помехами или шумом. Таким образом, экран не позволяет помеха искажать данные.

Структура коаксиального кабеля

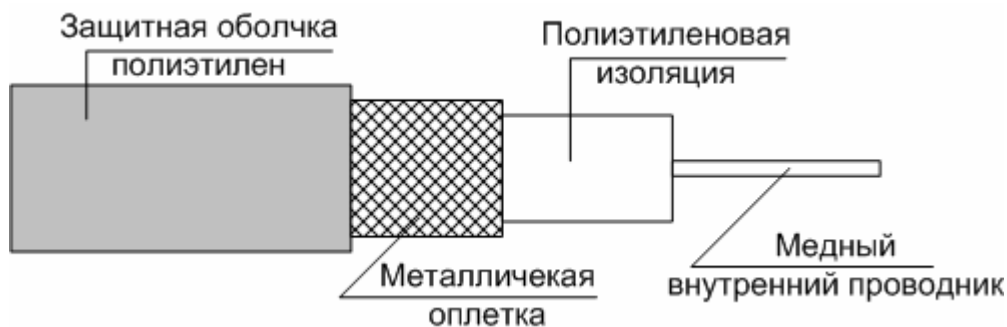


Рис.1

Электрические сигналы, кодирующие данные, передаются по жиле. Жила — это один провод (сплошная) или пучок проводов. Сплошная жила изготавливается, как правило, из меди. Жила окружена изоляционным слоем, который отделяет ее от металлической оплетки. Оплетка играет роль заземления и защищает жилу от электрических шумов (noise) и перекрестных помех (crosstalk). Перекрестные помехи — это электрические наводки, вызванные сигналами в соседних проводах.

Проводящая жила и металлическая оплетка не должны соприкасаться, иначе произойдет короткое замыкание, помехи проникнут в жилу, и данные разрушатся. Снаружи кабель покрыт непроводящим слоем — из резины, тефлона или пластика. Коаксиальный кабель более помехоустойчив, затухание сигнала в нем меньше чем в витой паре. Затухание (attenuation) — это уменьшение величины сигнала при его перемещении по кабелю.

Как уже говорилось, плетеная защитная оболочка поглощает внешние электромагнитные сигналы, не позволяя им влиять на передаваемые по жиле данные, поэтому коаксиальный кабель можно использовать при передаче на большие расстояния и в тех случаях, когда высокоскоростная передача данных осуществляется на несложном оборудовании.

Существует два типа коаксиальных кабелей:

- тонкий коаксиальный кабель;
- толстый коаксиальный кабель.

Выбор того или иного типа кабеля зависит от потребностей конкретной сети.

2.1. Тонкий коаксиальный кабель

Тонкий коаксиальный кабель — гибкий кабель диаметром около 0,5 см. Он прост в применении и годится практически для любого типа сети. Подключается непосредственно к платам сетевого адаптера компьютеров. Тонкий (*thin*) коаксиальный кабель способен передавать сигнал на расстояние до 185 м без его заметного искажения, вызванного затуханием.

Производители оборудования выработали специальную маркировку для различных типов кабелей. Тонкий коаксиальный кабель относится к группе, которая называется семейством RG-58, его волновое сопротивление равно 50 Ом. Волновое сопротивление (*impedance*) — это сопротивление переменному току, выраженное в омах. Основная отличительная особенность этого семейства — медная жила. Она может быть сплошной или состоять из нескольких переплетенных проводов. Расшифровка типов кабелей приведена в таблице 1

Коаксиальные кабели

Таблица 1

Кабель	Описание
RG-58 /U	Сплошная медная жила
RG-58 A/U	Переплетенные провода
RG-58 C/U	Военный стандарт для RG-58 A/U
RG-59	Используется для широкополосной передачи (например, в кабельном телевидении)
RG-6	Имеет больший диаметр по сравнению с RG-59, предназначен для более высоких частот, но может применяться и для широкополосной передачи
RG-62	Используется в сетях ArcNet®
RG-8 и RG-11	Толстый коаксиальный кабель, разработанный для сетей Ethernet 10Base-5. Имеет волновое сопротивление 50 Ом. Этот кабель обеспечивает хорошие механические и электрические характеристики (затухание на частоте 10 МГц - не хуже 18дБ/км), но его трудно монтировать - плохо гнется.

2.2. Толстый коаксиальный кабель

Толстый (*thick*) коаксиальный кабель — относительно жесткий кабель с диаметром около 1 см. Иногда его называют "стандартный Ethernet", поскольку он был первым типом кабеля, применяемым в Ethernet — популярной сетевой архитектуре. Медная жила этого кабеля толще, чем у тонкого коаксиального кабеля.

Чем толще жила у кабеля, тем большее расстояние способен преодолеть сигнал. Следовательно, толстый коаксиальный кабель передает сигналы дальше, чем тонкий, — до 500 м. Поэтому толстый коаксиальный кабель иногда используют в качестве основного кабеля [магистрала (*backbone*)], который соединяет несколько небольших сетей, построенных на тонком коаксиальном кабеле.

Для подключения к толстому коаксиальному кабелю применяют специальное устройство — трансивер (*transceiver*). Трансивер снабжен специальным коннектором, который назван — "зуб вампира" (*vampire tap*) или "пронзающий ответвитель" (*piercing tap*). Этот "зуб" проникает через изоляционный слой и вступает в непосредственный физический контакт с проводящей жилой. Чтобы подключить трансивер к сетевому адаптеру, надо кабель трансивера подключить к коннектору AUI-порта сетевой платы. Этот

коннектор известен также как DIX-коннектор (Digital Intel Xerox®), в соответствии с названиями фирм-разработчиков, или коннектор DB-15.

2.3. Компоненты кабельной системы на базе коаксиальных кабелей

Как правило, чем толще кабель, тем сложнее с ним работать. Тонкий коаксиальный кабель гибок, прост в установке и относительно недорог. Толстый кабель трудно гнуть, и, следовательно, его сложнее устанавливать. Это очень существенный недостаток, особенно если необходимо проложить кабель по трубам или желобам. Толстый коаксиальный кабель дороже тонкого, но при этом он передает сигналы на большие расстояния.

Для подключения тонкого коаксиального кабеля к компьютерам используются так называемые BNC-коннектор (British Naval Connector, BNC). В семействе BNC несколько основных компонентов:

- BNC-коннектор. BNC-коннектор либо припаивается, либо обжимается на конце кабеля.
- BNC T-коннектор. T-коннектор соединяет сетевой кабель с сетевой платой компьютера.
- BNC баррел-коннектор. Баррел-коннектор применяется для сращивания двух отрезков тонкого коаксиального кабеля.
- BNC-коннектор. В сети с топологией "шина" для поглощения "свободных" сигналов терминаторы устанавливаются на каждом конце кабеля. Иначе сеть не будет работать.

Выбор того или иного класса коаксиальных кабелей зависит от того, где этот кабель будет прокладываться. Существует два класса коаксиальных кабелей:

- поливинилхлоридные;
- пленумные — для прокладки в области пленума.

Поливинилхлорид (PVC) — это пластик, который применяется в качестве изолятора или внешней оболочки у большинства коаксиальных кабелей. Кабель PVC достаточно гибок, его можно прокладывать на открытых участках помещений. Однако при горении он выделяет ядовитые газы.

Пленум (plenum) — это небольшое пространство между фальш-потолком и перекрытием, обычно его используют для вентиляции. Требования пожарной безопасности строго ограничивают типы кабелей, которые могут быть здесь проложены, поскольку в случае пожара выделяемые ими дым или газы распространяются по всему зданию.

3. Витая пара

Использование:

- телефонные системы и внутренние коммуникации (H-р офисная сеть)
- используется в локальных сетях, спецификации 10Base-T, 100Base-TX, 100Base-T4, 1000Base-CX, 1000Base-T, 100VG-AnyLAN.

Характеристики витой пары:

- точка-точка, многоточечное, звезда
- большое число пар в кабеле (до 250)
- нормируется число витков на 1 м
- потери, 1 дБ/км (для звука)
- 5-6 км, аналог+усилители
- 2-3 км, цифра+повторители
- проблемы при передаче сигнала
 - помехи от силового кабеля
 - перекрестные помехи
 - нуждается в экранирование
- малая защищенность от помех
- самый дешевый
- для соединения двух аналоговых устройств ширина спектра 250 КГц
- частота > 25 МГц для малых длин (100 м)
- вероятность ошибки 10^{-5}

Самая простая витая пара (*twisted pair*) — это два переплетенных вокруг друг друга изолированных медных провода. Существует два типа тонкого кабеля: неэкранированная (*unshielded*) витая пара (UTP) и экранированная (*shielded*) витая пара (STP). Несколько витых пар часто помещают в одну защитную оболочку. Их количество в таком кабеле может быть разным. Завивка проводов позволяет избавиться от электрических помех, наводимых соседними парами и другими источниками, например двигателями, реле и трансформаторами.

3.1. Неэкранированная витая пара

Неэкранированная витая пара (спецификация 10BaseT) широко используется в ЛВС, максимальная длина сегмента составляет 100 м. Неэкранированная витая пара состоит из двух изолированных медных проводов (рис.2). Существует несколько спецификаций, которые регулируют количество витков на единицу длины — в зависимости от назначения кабеля.

Неэкранированная витая пара определена в особом стандарте — *Electronic Industries Association and the Telecommunications Industries Association (EIA/TIA) 568 Commercial Building Wiring Standard*. EIA/TIA 568 на основе UTP — устанавливает стандарты для различных случаев, гарантируя единообразие продукции.

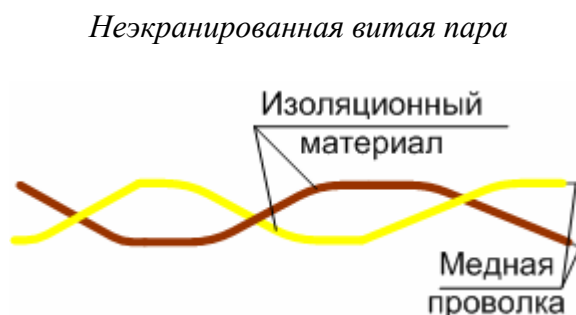


Рис.2

Эти стандарты включают пять категорий UTP.

- Категория 1. Традиционный телефонный кабель, по которому можно передавать только речь, но не данные. Большинство телефонных кабелей, произведенных до 1983

года, относится к категории 1.

- Категория 2. Были впервые применены фирмой IBM при построении собственной кабельной системы Кабель, способный передавать данные со скоростью до 4 Мбит/с и сигналы со спектром до 1 МГц. Состоит из четырех витых пар.
- Категория 3. Кабель, способный передавать данные со скоростью до 10 Мбит/с и речевую информацию в аналоговой форме. Работает в диапазоне до 16 МГц. Состоит из четырех витых пар с девятью витками на метр.
- Категория 4. Кабель, способный передавать данные со скоростью до 16 Мбит/с. Работает на частоте передачи сигнала в 20 МГц и обеспечивает повышенную помехоустойчивость и низкие потери сигнала. Состоит из четырех витых пар, шаг скрутки 0.3-3.3 см
- Категория 5. Кабель, способный передавать данные со скоростью до 100 Мбит/с. Характеристики определяются в диапазоне до 100 МГц. Состоит из четырех витых пар медного провода, шаг скрутки 1,65-2,64 см
- Кабели категории 5e в отличие от кабелей категории 5 обладают гораздо большим запасом по своим характеристикам. И категория 5 и 5e регламентированы на диапазоне от 1 до 100 МГц, но при этом каждый производитель тестирует своё оборудование на более широком диапазоне частот вплоть до 350 МГц.
- Особое место занимают кабели категорий 6 и 7, которые промышленность начала выпускать сравнительно недавно. Для кабеля категории 6 характеристики определяются до частоты 200 МГц., а для категории 7 - до 600 МГц. Кабели категории 7 обязательно экранируются, причем как каждая пара, так и весь кабель в целом. Кабель категории 6 может быть как экранированным, так и неэкранированным. Основное назначение этих кабелей - поддержка высокоскоростных протоколов на отрезках кабеля большей длины, чем кабель UTP категории 5. Стандарты на кабели категории 6 и 7 пока не приняты, хотя некоторые производители уже начали их выпуск.

Большинство телефонных систем использует неэкранированную витую пару. Это одна из причин ее широкой популярности. Причем во многих зданиях, при строительстве, UTP прокладывают не только для сегодняшних нужд телефонизации, но и, предусматривая запас кабеля, в расчете на будущие потребности. Если установленные во время строительства провода рассчитаны на передачу данных, их можно использовать и в компьютерной сети. Однако надо быть осторожным, так как обычный телефонный провод не имеет витков, и его электрические характеристики могут не соответствовать тем, какие требуются для надежной и безопасной передачи данных между компьютерами.

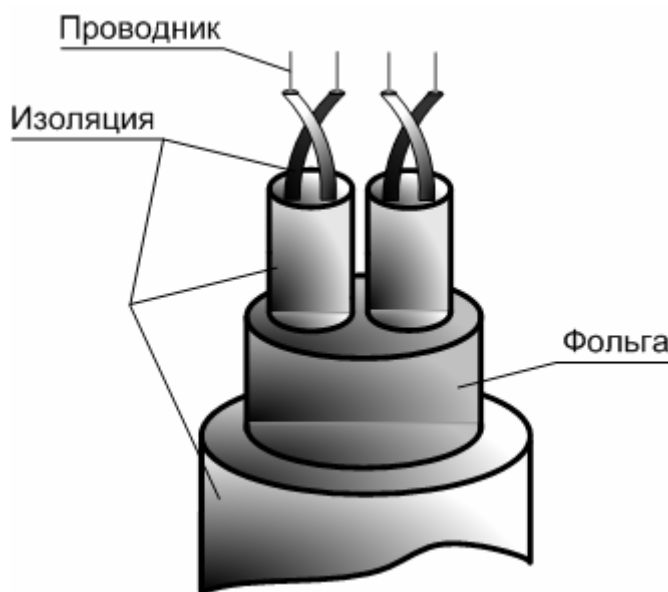
Одной из потенциальных проблем для всех типов кабелей являются перекрестные помехи — это электрические наводки, вызванные сигналами в смежных проводах. Неэкранированная витая пара особенно страдает от перекрестных помех. Для уменьшения их влияния используют экран.

3.2. Экранированная витая пара

Кабель экранированной витой пары (STP) имеет медную оплетку, которая обеспечивает большую защиту, чем неэкранированная витая пара. Кроме того, пары проводов STP обмотаны фольгой. В результате экранированная витая пара обладает прекрас-

ной изоляцией, защищающей передаваемые данные от внешних помех. Все это означает, что STP, по сравнению с UTP, меньше подвержена воздействию электрических помех и может передавать сигналы с более высокой скоростью и на большие расстояния.

Экранированная витая пара STP защищает передаваемые сигналы от внешних помех, а также меньше излучает электромагнитных колебаний в эфире, что защищает от перехвата информации, передаваемой в сети. Наличие заземляемого экрана делает кабель дорогим и резко усложняет его прокладку, так как требует выполнения качественного заземления. Экранированный кабель применяется только для передачи данных, а аудиоинформация по нему не передается. Используется в системах, предъявляющих высокие требования к конфиденциальности передаваемой информации.



Основным стандартом, определяющим параметры экранированной витой пары, является фирменный стандарт IBM. В этом стандарте кабели разделяются не на категории, а на типы: Type 1, Type 2, ..., Type 9.

- Основным типом экранированного кабеля является кабель Type 1 стандарта IBM. Он состоит из 2-х пар скрученных проводов, экранированных проводящей оплеткой, которая заземляется. Электрические параметры кабеля Type 1 примерно соответствуют параметрам кабеля UTP категории 5. Однако волновое сопротивление кабеля Type 1 равно 150 Ом.
- Экранированные витые пары используются также в кабеле IBM type 2, который представляет кабель Type 1 с добавленными 2 парами неэкранированного провода для передачи голоса.

Не все типы кабелей стандарта IBM относятся к экранированным кабелям - некоторые определяют характеристики неэкранированного телефонного кабеля (Type 3) и оптоволоконного кабеля (Type 5).

3.3. Компоненты кабельной системы на базе витой пары

Соединители (connectors). Для подключения витой пары к компьютеру используются телефонные коннекторы RJ-45. На первый взгляд, они похожи на RJ-11, но в действительности между ними есть существенные отличия. Во-первых, вилка RJ-45 чуть больше по размерам и не подходит для гнезда RJ-11. Во-вторых, коннектор RJ-45 имеет восемь контактов, а RJ-11 — только четыре. Построить развитую кабельную систему и в то же время упростить работу с ней поможет ряд очень полезных компонентов.

Распределительные стойки и полки (distribution racks, shelves). Распределительные стойки и полки предназначены для монтажа кабеля. Они позволяют централи-

зованно организовать множество соединений и при этом занимают достаточно мало места.

Коммутационные панели (*patch panels*). Существуют разные типы панелей расширения. Они поддерживают до 96 портов и скорость передачи до 100 Мбит/с.

Панели расширения. Одинарные или двойные вилки RJ-45 подключаются к панелям расширения или настенным розеткам. Они обеспечивают скорость передачи до 100 Мбит/с.

4. Оптоволоконный кабель

Использование:

- магистрали до 100 км, 20 000 - 60 000 голосовых каналов одновременно
- в городе (для обмена между большими сетями) 10 км 100 000 голосовых каналов
- в сельской местности магистрали, 40-150км, 5 000 голосовых каналов
- соединение АТС с домашней или офисной сетью
- локальная сеть = 600Mbps FDD-II для сотен/тысяч станций

Основные характеристики волокон:

- Затухание (дБ/км) - потери на поглощение и рассеяние излучения в волокне
- Дисперсия, т.е. зависимость скорости распространения от длины излучения. Т.к. светодиод или лазер излучают спектр частот, то дисперсия приводит к расширению импульса.
Оценка дисперсии - полоса пропускания (МГц×км)
Для многомодовых от 100 до 1000 МГц×км
Для одномодовых менее 20 [пс/нм]×км
- Небольшой размер, мало весит ствола
- Используется дл прокладки магистралей
- Высокая пропускная способность, небольшая величина погонного затухания и , следовательно, большие расстояния передачи, отсутствие шумов, вызывающих ошибки при передаче, невозможность перехвата передаваемой информации вследствие отсутствия внешних излучений.
- Возможность создания многоканальной линии путем применения нескольких передающих лазерных пучков.
- Невосприимчивость к электромагнитным помехам.
- Кабели хорошо гнутся, а в соответствующей изоляции обладают хорошей механической прочностью.
- Сложно выполнять ответвления (трудность соединения с разъемами и между собой при необходимости наращивания длины кабеля).
- Высокая стоимость кабеля, оборудования и монтажа.

В оптоволоконном кабеле цифровые данные распространяются по оптическим волокнам в виде модулированных световых импульсов. Это относительно надежный (защищенный) способ передачи, поскольку электрические сигналы при этом не передаются. Следовательно, оптоволоконный кабель нельзя вскрыть и перехватить данные, от чего не застрахован любой кабель, проводящий электрические сигналы. Оптоволоконные линии предназначены для перемещения больших объемов данных на очень высоких скоростях, так как сигнал в них практически не затухает и не искажается. Оптиче-

ское волокно — чрезвычайно тонкий стеклянный цилиндр, называемый жилой (core), покрытый слоем стекла, называемого оболочкой, с иным, чем у жилы, коэффициентом преломления. Иногда оптоволокно производят из пластика. Пластик проще в использовании, но он передает световые импульсы на меньшие расстояния по сравнению со стеклянным оптоволокном (рис.3).

Каждое стеклянное оптоволокно передает сигналы только в одном направлении, поэтому кабель состоит из двух волокон с отдельными коннекторами. Одно из них служит для передачи, а другое — для приема. Жесткость волокон увеличена покрытием из пластика, а прочность — волокнами из кевлара.

Передача по оптоволоконному кабелю не подвержена электрическим помехам и ведется на чрезвычайно высокой скорости (в настоящее время до 100 Мбит/с, теоретически возможная скорость — 200 000 Мбит/с). По нему можно передавать световой импульс на многие километры.

В зависимости от соотношения показателя преломления сердцевина/оболочка и от величины диаметра сердцевины различают:

- многомодовое волокно со ступенчатым изменением показателя преломления.
- многомодовое волокно с плавным изменением показателя преломления.
- одномодовое волокно.

Понятие "мода" описывает режим распространения световых лучей во внутреннем сердечнике кабеля.

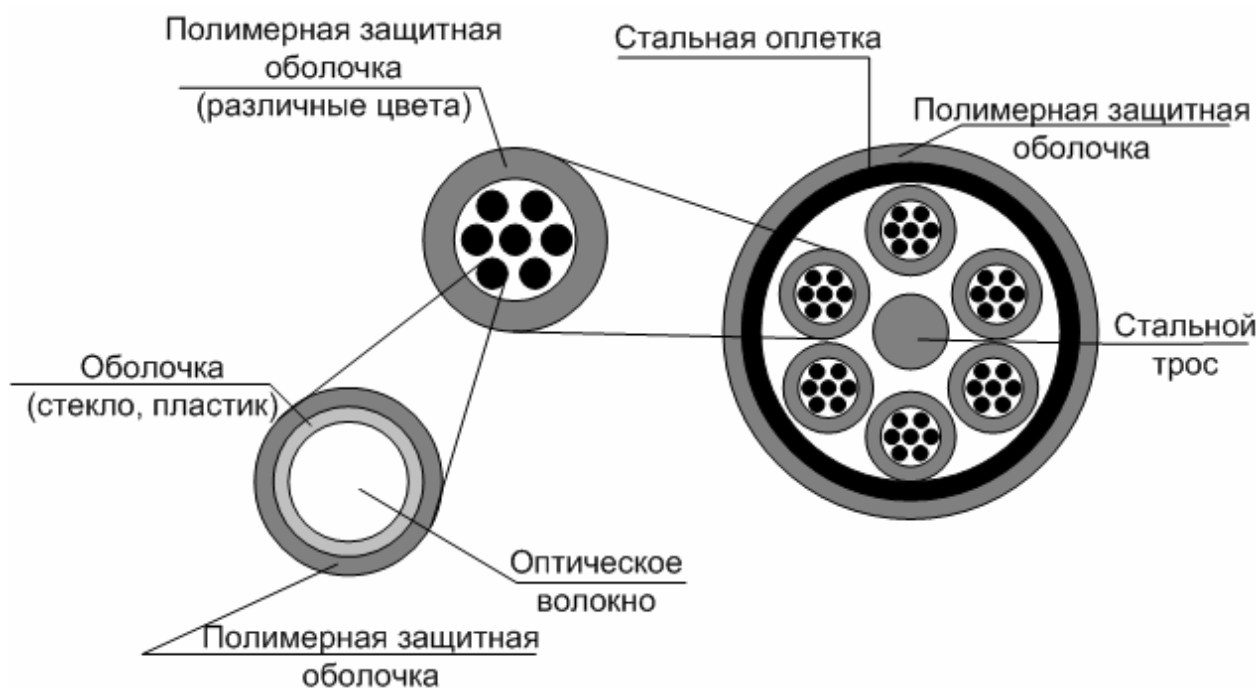


Рис.3

Одномодовый кабель

В одномодовом кабеле используется центральный проводник очень малого диаметра - от 5 до 10 мкм (рис.4). Для передачи информации применяется свет с длиной волны 1550 нм. При этом практически все лучи света распространяются вдоль оптической оси световода, не отражаясь от внешнего проводника. Затухание - 0,1-0,3 дБ/км. Изготовление тонких качественных волокон представляет сложный технологический процесс, что делает одномодовый кабель достаточно дорогим. Кроме того, в волокно

такого маленького диаметра достаточно сложно точно направить пучок света, не потеряв при этом значительную часть его энергии.

Для одномодовых кабелей применяются только когерентные источники излучения - например, полупроводниковые лазеры, по двум причинам. При таком малом диаметре оптического волокна световой поток, создаваемый светодиодом, невозможно без больших потерь направить в волокно. Кроме того, светодиод создает световое излучение, содержащее свет с различными длинами волн. Поскольку скорость распространения световых сигналов с разными длинами волн неодинакова, на вход приемника составляющие светового пучка приходят с различным запаздыванием, в результате чего фронт принимаемого светового сигнала размывается, и при декодировании возникают ошибки. Соответственно, при этом снижается дальность передачи. Лазерные излучатели работают на длинах волн 1300 и 1550 нм. Быстродействие современных лазеров позволяет модулировать световой поток с частотами 10 ГГц и выше.

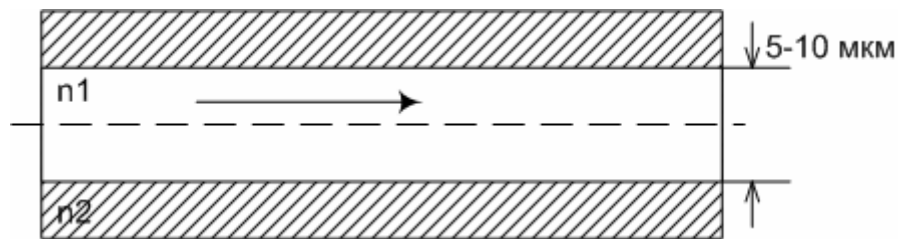


Рис.4 Одномодовое волокно.

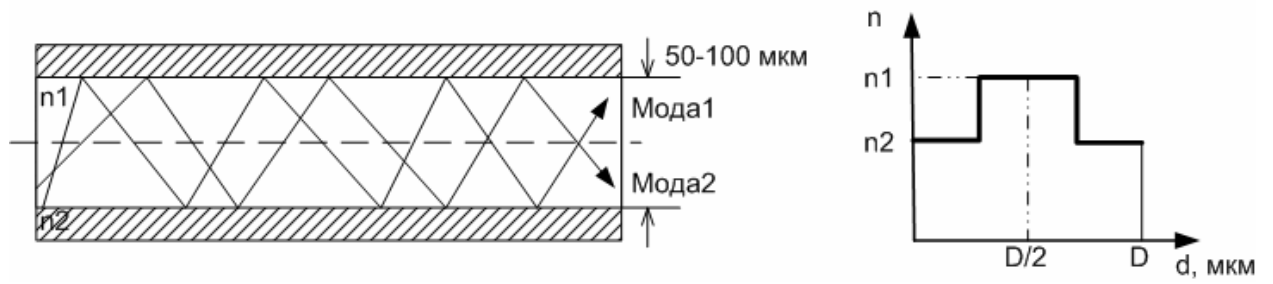
Многомодовый кабель

В многомодовых кабелях используются более толстые внутренние сердечники, которые легче изготовить технологически. В стандартах определены два наиболее употребительных многомодовых кабеля: 62,5/125 мкм и 50/125 мкм, где 62,5 мкм и 50 мкм - это диаметр центрального проводника, а 125 мкм - диаметр внешнего проводника. В многомодовых кабелях во внутреннем проводнике световой луч отражается от внешнего проводника под разными углами. Угол отражения луча называется модой луча. В многомодовых кабелях с плавным изменением коэффициента преломления режим распространения каждой моды имеет более сложный характер. Многомодовые кабели имеют более узкую полосу пропускания и обеспечивают скорость передачи от 500 до 800 МГц/км. Сужение полосы пропускания происходит из-за потерь световой энергии при отражениях, а также из-за интерференции лучей разных мод. Для таких кабелей применяется свет с длиной волны 1330 нм и 840 нм.

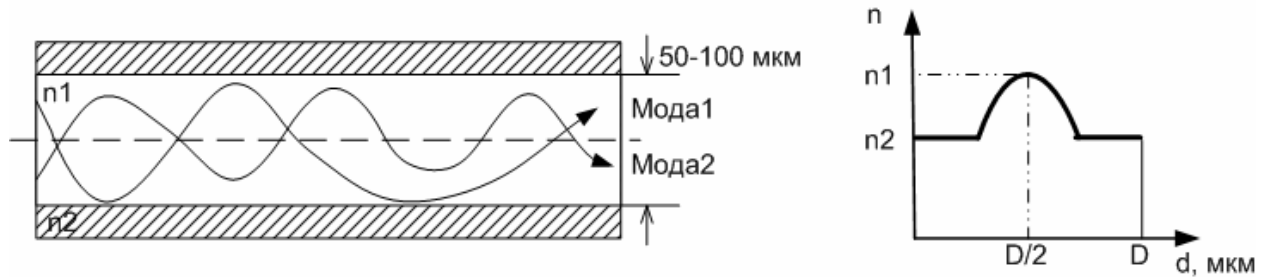
Для многомодовых кабелей используются более дешевые светодиодные излучатели. Светодиоды могут излучать свет с длиной волны 850 нм и 1300 нм. Лазерные излучатели создают когерентный поток света, за счет чего потери в оптических волокнах становятся меньше, чем при использовании некогерентного потока светодиодов.

Угол полного внутреннего отражения, при котором падающее на границу двух сред излучение полностью отражается без проникновения во внешнюю среду, определяется соотношением $\vartheta = \arccos(n_2/n_1)$, где n_1 - показатель преломления сердечника ОВ, n_2 - показатель преломления оболочки ОВ, причем $n_1 > n_2$. Излучение должно вводиться в волокно под углом к оси меньшим ϑ .

В зависимости от вида профиля показателя преломления сердцевины различают ступенчатые и градиентные ОВ. У ступенчатых ОВ показатель преломления сердцевины постоянен (Рис. 5, а). У градиентных ОВ показатель преломления сердцевины плавно меняется вдоль радиуса от максимального значения на оси до значения показателя преломления оболочки (Рис. 5, б).



а) Многомодовое волокно со ступенчатым изменением показателя преломления.



б) Многомодовое волокно с плавным изменением показателя преломления.

Рис.5

На выходе размытый сигнал. Как бороться с размытым сигналом?

- Используют тонкий оптоволоконный проводник
- Источник сигнала берут таким, чтобы он излучал волны одной частоты и скорости распространения были одинаковыми (т.е. надо использовать монохромный излучатель)

Вывод:

Коаксиальный кабель – помехозащищен, вероятность ошибки мала, более надежен, чем витая пара(но дороже) имеет широкую полосу пропускания, может быть использован для соединения локальных сетей на больших расстояниях, дешевле оптоволокна, безопасен и прост в установке.

Витая пара самый распространенный тип сетевого кабеля, самый дешевый, чаще других используется в локальных сетях объединяющих несколько компьютеров, легко монтируется, прост в использовании. Подвержен помехам, можно использовать экранированную витую пару, но она стоит дороже. Рассчитан на небольшие расстояния в пределах десятков метров.

Оптоволокно самый дорогой, но зато самый надежный и довольно быстрый вид передачи данных, как для передачи на дальние расстояния, так и в пределах сети. Используется в магистралях передачи данных. Сложный монтаж, высокая стоимость оборудования

Список используемой литературы:

- <http://u-pereslavl.botik.ru>
- <http://book.itep.ru>
- <http://ermak.cs.nstu.ru>
- <http://www.w3.org>
- <http://kunegin.narod.ru>