**Российская Международная Академия Туризма**

#### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ

ТУРИСТСКОГО БИЗНЕСА

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**По курсу:** Компьютерные коммуникационные технологии

**Тема:** Основные виды и стандарты линий связи для компьютерных сетей

Выполнил: студентка группы ИМ-41

Специализация: информационный менеджмент

Бульдяева Татьяна Сергеевна

Проверил: Сафроно В.В.

Сергиев Посад

2007

**Реферат**

Тема курсовой работы «Основные виды и стандарты линий связи для компьютерных сетей». Объем работы составляет - 41 лис, количество рисунков - 10, количество используемых источников - 8.

Цель работы – рассмотрение понятия линий связи и более детальное изучение использования их в компьютерных сетях. Объектом исследования данной работы являются линии связи. Предметом исследования – основные виды и стандарты линий связи, применяемые для компьютерных сетей.

В соответствии с объектом и предметом исследования были поставлены следующие задачи: осветить основные исторические этапы становления и развития линий связи; перечислить основные виды каналов связи для компьютерных сетей; рассмотреть существующие стандарты линий связи.

За последний период развития в области связи, наибольшее распространение получили оптические кабели и волоконно-оптические системы передачи, которые по своим характеристикам намного превосходят все традиционные кабели системы связи. Связь по волоконно-оптическим кабелям, является одним из главных направлений научно-технического прогресса. Оптические системы и кабели используются не только для вычислительной техники, но и для организации телефонной городской и междугородней связи, для кабельного телевидения, видеотелефонирования, радиовещания, технологической связи и т.д.

Курсовая работа состоит из трех глав. В первой главе представлено историческое развитие каналов связи. Во второй главе раскрывается понятие линий связи, приводятся их основные характеристики, перечислятся основные виды каналов связи, применяемые в компьютерных сетях: «витая пара», коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель; беспроводная среда передачи данных. В третьей главе рассматриваются основные стандарты линий связи для компьютерных сетей.

**Содержание**

[Введение 4](#_Toc156739737)

[1 История развития линий связи 5](#_Toc156739738)

[2 Основные виды линий связи 8](#_Toc156739739)

[2.1 Кабель типа «витая пара» 10](#_Toc156739740)

[2.2 Коаксиальныый кабель 14](#_Toc156739741)

[2.3 Волоконно-оптический кабель 17](#_Toc156739742)

[2.4 Беспроводная среда передачи данных 21](#_Toc156739743)

[3 Стандарты линий связи 31](#_Toc156739744)

[3.1 Стандарты кабелей на основе экранированной и неэкранированной «витой пары» 33](#_Toc156739745)

[3.2 Стандарты коаксиальных кабелей 36](#_Toc156739746)

[3.3 Стандарты волоконно-оптических кабелей 37](#_Toc156739747)

[Заключение 40](#_Toc156739748)

[Список использованных источников 41](#_Toc156739749)

Введение

В настоящее время, с каждым днем все более увеличивается количество корпоративных сетей, существующие сети расширяются, возрастает число пользователей этих сетей. Причем растут также и требования Основными направлениями экономического и социального развития страны на период до 2006 года, определена программа дальнейшего развития связи, которая предусматривает продолжить развитие и повысить надёжность связи страны на базе новейших достижений науки и техники и развить высокоавтоматизированное производство волоконно-оптических кабелей связи.

Особое место занимают кабельные линии связи, обладающие хорошей защищенностью каналов связи от атмосферных влияний и различных помех, высокой устойчивостью и долговечностью. Эти качества особенно проявляются на современном этапе развития техники кабельной связи с применением многоканальных систем связи.

Курсовая работа состоит из трех глав. В первой главе представлено историческое развитие каналов связи. Во второй главе раскрывается понятие линий связи, приводятся их основные характеристики, перечислятся основные виды каналов связи, применяемые в компьютерных сетях: «витая пара», коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель; беспроводная среда передачи данных. В третьей главе рассматриваются основные стандарты линий связи для компьютерных сетей.

1 История развития линий связи

Линии связи возникли одновременно с появлением электрического телеграфа. Первые линии связи были кабельными. Однако вследствие несовершенства конструкции кабелей подземные кабельные линии связи вскоре уступили место воздушным. Первая воздушная линия большой протяженности была построена в 1854 г. между Петербургом и Варшавой. В начале 70-х годов 19 столетия была построена воздушная телеграфная линия от Петербурга до Владивостока длиной около 10 тыс. км. В 1939 г. была пущена в эксплуатацию величайшая в мире по протяженности высокочастотная телефонная магистраль Москва—Хабаровск длиной 8300 км.

Создание первых кабельных линий связано с именем русского ученого П. Л. Шиллинга. Еще в 1812 г. Шиллинг в Петербурге демонстрировал взрывы морских мин, использовав для этой цели созданный им изолированный проводник. В 1851 г. одновременно с постройкой железной дороги между Москвой и Петербургом был проложен телеграфный кабель, изолированный гуттаперчей. Первые подводные кабели были проложены в 1852 г. через Северную Двину и в 1879 г. через Каспийское море между Баку и Красноводском. В 1866 г. вступила в строй кабельная трансатлантическая магистраль телеграфной связи между Францией и США.

В 1882—1884 гг. в Москве, Петрограде, Риге, Одессе были построены первые в России городские телефонные сети. В 90-х годах прошлого столетия на городских телефонных сетях Москвы и Петрограда были подвешены первые кабели, насчитывающие до 54 жил. В 1901 г. началась постройка подземной городской телефонной сети.

Первые конструкции кабелей связи, относящиеся к началу XX века, позволили осуществлять телефонную передачу на небольшие расстояния. Это были так называемые городские телефонные кабели с воздушно-бумажной изоляцией жил и парной их скруткой. Важным этапом в развитии техники связи явилось изобретение, а начиная с 1912—1913 гг. освоение производства электронных ламп. В 1917 г. В. И. Коваленковым был разработан и испытан на линии телефонный усилитель на электронных лампах. В 1923 г. была осуществлена телефонная связь с усилителями на линии Харьков—Москва—Петроград.

В 30-х годах началось развитие многоканальных систем передачи. В последующем стремление расширить спектр передаваемых частот и увеличить пропускную способность линий привело к созданию новых типов кабелей, так называемых коаксиальных. Но массовое изготовление их относится лишь к 1935 г., к моменту появления новых высококачественных диэлектриков типа эскапона, высокочастотной керамики, полистирола, стирофлекса и т. д. Первая коаксиальная линия на 240 каналов ВЧ телефонирования была проложена в 1936 г. По первым трансатлантическим подводным кабелям, проложенным в 1856г., организовывали лишь телеграфную связь, и только через 100 лет, в 1956г., была сооружена подводная коаксиальная магистраль между Европой и Америкой для многоканальной телефонной связи.

Советскими учеными, академиками Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым, выполнены фундаментальные исследования в области оптоэлектроники и квантовой техники. Первые работы по освоению оптического диапазона волн для целей связи относятся к началу 60-х годов. В качестве тракта передачи использовались приземные слои атмосферы и световоды с периодической коррекцией расходимости и направления луча с помощью системы линз и зеркал. Открытые (атмосферные) линии оказались подверженными влиянию метеорологических условий и не обеспечивали необходимой надежности связи. Линзовые световоды с дискретной коррекцией оказались весьма дорогостоящими, требовали тщательной юстировки линз и сложных устройств автоматического управления лучом. Они не нашли практического применения на сетях связи.

Создание высоконадежных оптических кабельных систем связи стало возможным в результате разработки в начале 70-х годов оптических волокон с малыми потерями. Такие волокна в значительной мере стимулировали разработку специализированного оборудования и элементов линейного тракта ВОСП.

Создание волоконного световода и получение непрерывной генерации полупроводникового лазера сыграли решающую роль в быстром развитии волоконно-оптической связи. К началу 80-х годов были разработаны и испытаны в реальных условиях волоконно-оптические системы связи. Основные сферы применения таких систем — телефонная сеть, кабельное телевидение, внутри объектовая связь, вычислительная техника, система контроля и управления технологическими процессами и т. д.

В России активно ведется строительство волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) различного назначения: городских, зоновых, магистральных. В 86 городах (Москва, Нижний Новгород, С.-Петербург, Новосибирск, Тбилиси, Киев, Баку, Ташкент, Минск, Кишинев и др.) действуют оптические соединительные линии между АТС с цифровыми системами передачи ИКМ-120. Построен ряд зоновых линий внутриобластного назначения, например: С.-Петербург—Сосновый бор, Уфа—Стерлитамак, Тула—Щекино, Воронеж—Павловск, Рязань—Мосолово, Майкоп—Краснодар, Клин—Солнечногорск, Ростов—Азов, Курская область, Минск—Смолевичи, Рига—Юрмала и др. Построена одномодовая магистраль С.-Петербург—Минск протяженностью 1000 км на большое число каналов.

В России с участием инофирм осуществляется строительство транссибирской линии (ТСЛ), которая свяжет Японию, Россию, Европу. Общее число каналов составит 30 000. Половина из них предназначена для России; в крупных городах, расположенных по трассе, часть этих каналов будет выделяться, вторая половина каналов пройдет транзитом на Европу. Транссибирская линия после включения в мировую межнациональную сеть связи замкнет глобальное волоконно-оптическое кольцо, которое охватит четыре континента (Европа—Америка—Азия—Австралия) и пройдет через три океана (Атлантический, Тихий, Индийский).

2 Основные виды линий связи

Линии связи состоят в общем случае из физической среды, по которой передаются информационные сигналы, аппаратуры передачи данных и промежуточной аппаратуры. Синонимом термина «линии связи» является термин «канал связи». В зависимости от среды передачи данных линии связи делятся на:

1. проводные (воздушные);
2. кабельные (медные и волоконно-оптические);
3. радиоканалы (наземной и спутниковой связи).

Проводные линии связипредставляют собой провода без каких-либо изолирующих или экранирующих оплеток, проложенные между столбами и вися­щие в воздухе. По таким линиям связи традиционно передаются телефонные или телеграфные сигналы, но при отсутствии других возможностей эти линии исполь­зуются и для передачи компьютерных данных. Скоростные качества и помехоза­щищенность этих линий оставляют желать лучшего. Сегодня проводные линии связи быстро вытесняются кабельными.

Кабельные линиипредставляют собой достаточно сложную конструкцию. Кабель состоит из проводников, заключенных в несколько слоев изоляции: электрической, электромагнитной, механической, а также, возможно, климатической. Кроме того, кабель может быть оснащен разъемами, позволяющими быстро выполнять присо­единение к нему различного оборудования. В компьютерных сетях применяются три основных типа кабеля: кабели на основе скрученных пар медных проводов, коак­сиальные кабели с медной жилой, а также волоконно-оптические кабели.

Радиоканалы наземной и спутниковой связиобразуются с помощью передатчика и приемника радиоволн. Существует большое количество различных типов радиоканалов, отличающихся как используемым частотным диапазоном, так и дальностью канала. Диапазоны коротких, средних и длинных волн (КВ, СВ и ДВ), называемые также диапазонами амплитудной модуляции (АМ) по типу используемого в них метода модуляции сигнала, обеспечивают дальнюю связь, но при невысокой скорости передачи данных. Более скоростными являются каналы, работающие на диапазонах ультракоротких волн (УКВ), для которых характерна частотная модуляция (FМ), а также диапазонах сверхвысоких частот (СВЧ). В диапазоне СВЧ (свыше 4 ГГц) сигналы уже не отражаются ионосферой Земли и для устойчивой связи требуется наличие прямой видимости между передатчиком и приемником. Поэтому такие частоты использу­ют либо спутниковые каналы, либо радиорелейные каналы, где это условие выполнятся.

Каждый тип среды передачи информации имеет определенные характеристики, которые делают подходящим для конкретных видов сетей. При выборе оптимального типа носителя следует знать следующие характеристики среды передачи данных:

* стоимость;
* сложность инсталляции;
* пропускная способность;
* затухание сигнала;
* подверженность электромагнитным помехам (EMI).

Стоимость каждой среды передачи данных следует сравнить с ее производительностью и доступны­ми ресурсами. Например, распространенной практикой среди сетевых интеграторов является попытка использовать для сети незадействованные телефонные линии, проложенные в здании. Хотя это умень­шает стоимость, но во многих случаях подобное решение будет нежизнеспособным.

Сложность инсталляции зависит от конкретной ситуации. Одни типы носителей инсталлируются с помощью простых инструментов и не требуют большой подготовки, другие нуждаются в длительном обучении сотрудни­ков, и их инсталляцию лучше предоставить профессионалам.

Возможности среды передачи данных обычно оцениваются по полосе пропускания. В сетевой отрасли пропускная способность (и полоса пропускания) измеряется в мегабитах в секунду (Мбит/с). Большая полоса пропускания обычно повышает возможности передачи сигналов и производительность сети.

Важной характеристикой сети является число компьютеров, которые можно легко подключить к сетевым кабелям. Каждая сетевая кабельная система имеет естественное для нее число узлов, превышение которого требует применения специальных устройств: мостов, маршрутизаторов, повторителей и концентраторов, позволяющих расширить сеть.

При передаче электромагнитные сигналы слабеют. Это явление называется затуханием. Транслируемые сигналы теряют свою мощность — поглощаются и уходят в неверном направлении, что накладывает ограничения на расстояние, преодолеваемое сигналами до наступления неприемлемого уровня. Если сигнал становится слишком слабым, в нем трудно отличить 1 от 0, и в коммуникационном канале возникают ошибки. Из-за затухания и рассеяния необходимо очень внимательно контролировать длину сетевого кабеля, чтобы она не превышала максимальной длины, рекомендуемой для данного типа кабеля.

Электромагнитные помехи (ЕМI) влияют на передаваемый сигнал. Они вызываются внешними электромагнитными волнами, искажающими полезный сигнал, что затрудняет его декодирование принимающим компьютером. Родственной проблемой является возможность перехвата сигнала, особенно если в сети необходима высокая степень защиты.

2.1 Кабель типа «витая пара»

В кабелях типа "витая пара" для передачи сигналов используются одна или более пар скрученных медных проводников. Такой кабель широко применяется в телекоммуникациях.

Поскольку медные проводники, проводящие электрические сигналы, близко прилегают друг к другу, каждый из них может создавать помехи в другом. Такое взаимодействие проводников называют пере­крестными наводками. Для уменьшения перекрестных и внешних помех проводники перекру­чиваются. Перекручивание позволяет сигналам, испускаемым проводниками, гасить друг друга и предохранять кабель от внешних шумов (рис.1).



**Изоляция Медный проводник**

Рисунок 1 – Кабель «витая пара»

Существует два типа кабеля «витая пара»:

* Неэкранированная «витая пара» (Unshielded Twisted Pair, UTP);
* Экранированная «витая пара»(Shielded Twisted Pair, STP).

Кабель типа *"неэкранированная витая пара" (UТР)* состоит из нескольких витых пар, заключенных в пластмассовую оболочку (рис.2).

**Защитная оболочка**

**/**



**Провод**

Рисунок 2 – Неэкранированная «витая пара»

Кабель "неэкранированная витая пара" может состоять из четырех или восьми про­водников. Кабель UТР с четырьмя жилами называется двухпарным. Сетевые топологии, использующие UТР, требуют применения как минимум двухпарного кабеля.

Поскольку кабель UТР первоначально применялся в телефонных системах, прокладка UТР часто напоминает установку телефонных систем. Для четырехпарного кабеля необходим модульный разъем Rj-45. Для двухпарного кабеля нужен телефонный разъем Rj-11**.** Два разъема (коннектора) подключа­ются к обоим концам соединительного кабеля. Один разъем вставляется в компьютер или другое уст­ройство, а другой — в стенную кабельную розетку. Стенная розетка соединяет ответвительный кабель сети (абонентский отвод) с основным кабелем.

Основной кабель подключается к коммутационной панели. Коммутационная панель обеспечивает связь с помощью основных соединительных кабелей с другими пользовательскими и коммуникационны­ми устройствами.

Основные характеристики кабеля:

* стоимость - стоимость кабеля UТР очень низка по сравнению с другой средой передачи данных;
* установка - прокладка кабеля UТР проста и не требует особой квалификации. Поскольку для UТР необходимо оборудование, аналогичное аппаратуре телефонной связи, обслуживание и ре­конфигурация сети будет относительно несложной;
* пропускная способность - при применении большинства существующих технологий кабель UТР поддерживает передачу данных со скоростью от 1 до 155 Мбит/с на расстояние до 100 метров. Наиболее распространена скорость передачи 10 Мбит/с;
* число узлов **-** поскольку кабелем UТР можно соединить только два компьютера, число компью­теров в сети UТР ограничивается не кабелем. Оно определяется концентратором (или концент­раторами), соединяющим эти кабели. В сети Ethernetверхний предел составляет 75 узлов на один домен, но фактически зависит от типа трафика в сети. Согласно спецификации, верхний предел равен 1024 узлам, но вряд ли удастся его достичь;
* затухание **-** сигнал, передаваемый по медному кабелю, обычно быстро затухает. Из-за этого при использовании UТР расстояние обычно ограничивается 100 метрами;
* электромагнитные помехи - кабель UТР сильно подвержен ЕМI.Скручивание уменьшает пере­крестные наводки, но некоторые шумы остаются. Кроме того, электромагнитные волны могут ис­пускаться такими внешними устройствами, как электрические моторы и люминесцентные лампы. Поскольку медный кабель также генерирует сигналы, UТР подвержен перехвату информации.

Единственным отличием между «*экранированной витой парой» (SТР)* и UТР состоит в том, что кабель SТР экранирован (обычно покрыт алюминиевой/полиэстеровой оболочкой). Этот экран защищает внут­реннюю оболочку кабеля (рис.3)



Рисунок 3 – Экранированная «витая пара»

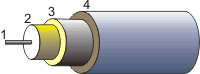
SТР был первым кабелем "витая пара", использованным в локальной сети. В настоящее время широко использу­ются оба типа витой пары.

SТР имеет следующие характеристики:

* стоимость **-** основная масса кабелей SТР имеет высокую стоимость. Кабели SТР дороже, чем UТР и тонкий коаксиальный кабель, но дешевле, чем толстый коаксиальный или волоконно-оп­тический кабель;
* установка **-** необходимость применения специальных разъемов делает установку SТР более труд­ной, чем UТР. Разъемы должны заземляться. Для упрощения следует использовать стандартизи­рованные кабели. Поскольку SТР — жесткий и толстый кабель, работать с ним довольно трудно;
* пропускная способность - поскольку экранирование уменьшает влияние внешних помех, тео­ретически SТР позволяет передавать 500 Мбит/с на расстояние 100 м. Между тем лишь в не­многих инсталляциях скорость передачи данных превышает 155 Мбит/с. В настоящее время в большинстве сетей SТР данные передаются со скоростью 16 Мбит/с;
* число узлов -поскольку кабелем SТР можно соединить только два компьютера, число узлов в сети SТР ограничивает концентратором. В сети Token Ring полезный верхний предел составляет 200 узлов на одно кольцо, но он зависит от тра­фика в сети. Согласно спецификации верхний предел составляет 270 узлов;
* затухание - стандартное огра­ничение составляет 100 метров;
* электромагнитные помехи **-** самая существенная разница между SТР и UГР состоит в умень­шении влияния ЕМI. Экранирование в значительной степени блокирует помехи, однако, как любой медный кабель, SТР все равно остается подверженным ЕМI и перехвату информации.

2.2 Коаксиальный кабель

Коаксиальный кабельимеет два проводника с общей центральной осью. В центре такого кабеля про­ходит сплошной медный проводник или многожильный провод. Он заключен в пластиковый вспенен­ный изолированный слой. Такой же изолирующий слой покрывает второй проводник — цилиндрическую оплетку, металлическую фольгу или то и другое. Оплетка предохраняет провод от электромагнитных помех. Ее часто называют экраном. Внешний слой такого кабеля образует жесткая пластмассовая оболочка, обеспечивающая защиту и изоляцию (рис. 4).



1- центральный проводник; 2- изолятор; 3- проводник - экран; 4- внешний изолятор.

Рисунок 4 – Коаксиальный кабель

Наибольшее применение имеют кабели среднего (2,6/9,5мм) и малогабаритного (1,2/4,6мм) типов. В ряде случаев используют комбинированные конструкции кабелей, состоящие из 4, 6, 8 коаксиальных пар среднего типа и 4, 6 малогабаритных пар. Средние коаксиальные пары предназначены для организации многоканальной связи и телевидения на большие расстояния между оконечными пунктами и крупными узлами связи. Малогабаритные коаксиальные кабели предназначены для строительства кабельных магистралей ограниченной протяженности, рокадных линий между магистралями,   устройства глубоких вводов радиорелейных линий и обеспечения областных связей. Достоинствами этих кабелей являются простота конструкции, дешевизна и технологичность их изготовления.

Большие коаксиальные пары представляют собой, как правило, одну пару большого размера (7/27мм  11/40мм и др.). Они используются по двухкабельной системе и предназначаются для организации большого числа каналов на главных направлениях связи.

Сети на коаксиальном кабеле создаются путем объединения Т-образных секций в один длинный сегмент. Два свободных конца сегмента завершаются терминаторами (рис. 5). ПК подключаются к одному из концов Т-образной секции. Данные передаются вдоль всего сегмента и достигают всех устройств, входящих в сегмент (рис. 6).



Рисунок 5 – Терминатор и Т-коннектор

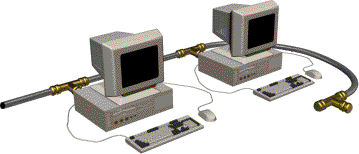


Рисунок 6 – Соединение компьютеров с помощью коаксиального кабеля

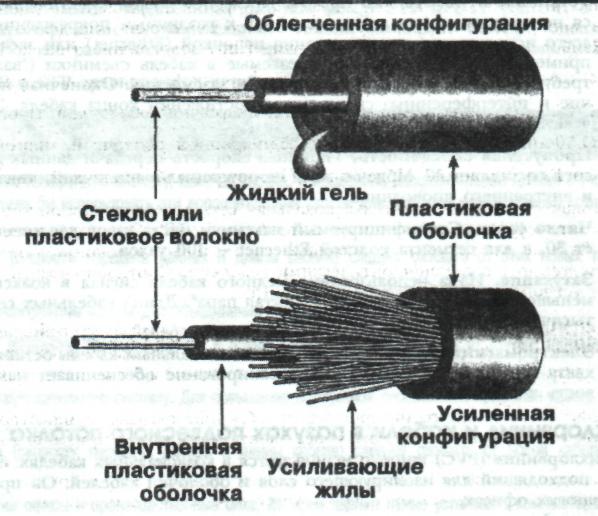
Для того чтобы сеть функционировала, весь сегмент должен оставаться неповрежденным. Это означает, что, если какая-нибудь секция кабеля повреждена или отключена, то сеть работать не будет. В процессе модернизации сети (например, путем добавления новых ПК) происходит разрыв сегмента, что делает сеть временно неработоспособной. Коаксиальный кабель может использоваться только для сетей стандарта Ethernet.

Коаксиальный кабель имеет следующие характеристики:

* стоимость - коаксиальный кабель относительно недорог. Стоимость тонкого коаксиального ка­беля меньше, чем SТР или UTР категории 5. Толстый коаксиальный кабель дороже SТР или UTР категории 5, но дешевле волоконно-оптического кабеля;
* установка - после небольшой практики подключение разъемов становит­ся несложным, а сам кабель устойчив к различным повреждениям. Коаксиальный кабель требует наличия оконечной нагрузки и заземления. Заземление завершает электри­ческую цепь;
* пропускная способность -типичная скорость передачи данных для современной коаксиальной сети составляет 10 Мбит/с;
* число узлов - специфицируемый максимум числа узлов для сегмента тонкой Еthernet составля­ет 30, а для сегмента толстой Еthernet — 100 узлов;
* затухание - из-за использования медного кабеля сигнал в коаксиальном кабеле затухает, но в меньшей степени, чем в кабеле "витая пара". Длина кабельных сегментов ограничивается двумя тысячами метров;
* электромагнитные помехи - медный коаксиальный кабель остается подверженным ЕМI и пере­хвату информации.

2.3 Волоконно-оптический кабель

Волоконно-оптический кабель передает не электрические, а световые сигналы. Он намного более эффективный, чем другая среда передачи данных. Когда снизится его стоимость, этот кабель станет оптимальным выбором для сетей.



Волоконно-оптический кабель имеет внутренний сердечник из стекла или пластика, проводящий свет. Внутренний сердечник кабеля покрыт оболочкой — слоем стекла, отражающим свет. Оптическое волокно заключено в защитную пластиковую оболочку, которая может иметь различную жесткость (рис. 7).

Рисунок 7 – Пример двух типов волоконно-оптических кабелей

В жестких, усиленных конфигурациях волокна полностью "упакованы" в пластиковую оболочку, а для укрепления кабеля он иногда содержит усиливающие жилы. В облегченных конфигурациях между внутренней и внешней оболочкой оставлено пространство, заполненное гелем или другим специальным материалом. Внутренняя защитная оболочка обеспечивает необходимую жесткость, делающую кабель устойчивым к разрывам, а также перегреву или переохлаждению. Дополнительную защиту дает гель, усиливающие жилы и внешняя оболочка.

Кабель может содержать одно светопроводящее волокно, но обычно их несколько. Волоконно-опти­ческий кабель компактнее и легче, чем медный. Диаметр одного волокна примерно соответствует че­ловеческому волосу.

Существует несколько типов оптических волокон, обладающих различными свойствами. Они отличаются друг от друга зависимостью коэффициента преломления от радиуса центрального волокна. На рис. 8 показаны три разновидности волокна (А, Б и В). Буквами А и Б помечен мультимодовый вид волокона. Тип Б имеет меньшую дисперсию времени распространения и по этой причине вносит меньшие искажения формы сигнала. Установлено, что, придавая световым импульсам определенную форму, дисперсионные эффекты можно полностью исключить. При этом появляется возможность передавать импульсы на расстояние в тысячи километров без искажения их формы. Такие импульсы называются солитонами.

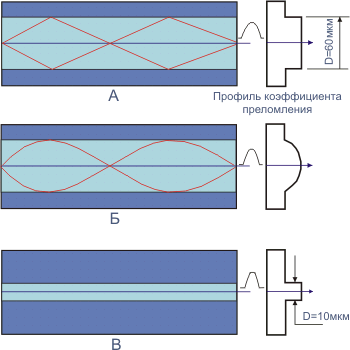


Рисунок 8 - Разновидности оптических волокон, отличающиеся зависимостью коэффициента преломления от радиуса

При современных технологиях необходимо использовать повторители через каждые 30 км (против 5 км для медных проводов). По сравнению с медными проводами оптоволоконные кабели несравненно легче. Так одна тысяча скрученных пар при длине 1 км весит 8 тонн, а два волокна той же длины, обладающие большей пропускной способностью, имеют вес 100кг. Это обстоятельство открывает возможность укладки оптических кабелей вдоль высоковольтных линий связи, подвешивая или обвивая их вокруг проводников.

Буквой В помечен одномодовый вид волокна (понятие мода связано с характером распространения электромагнитных волн). В упрощенном виде можно считать, что мода - это одна из возможных траекторий, по которой может распространяться свет в волокне. Чем больше мод, тем больше дисперсионное искажение формы сигнала. Одномодовое волокно позволяет получить полосу пропускания в диапазоне 50-100 ГГц-км. Эта разновидность волокна воспринимает меньшую долю света на входе, за то обеспечивает минимальное искажение сигнала и минимальные потери амплитуды. Следует также иметь в виду, что оборудование для работы с одномодовым волокном значительно дороже. Число мод, допускаемых волокном, в известной мере определяет его информационную емкость. Модовая дисперсия приводит к расплыванию импульсов и их наезжанию друг на друга. Дисперсия зависит от диаметра центральной части волокна и длины волны света.

Типичная волоконно-оптическая локальная сеть содержит компьютер или сетевое устройство с во­локонно-оптической платой сетевого интерфейса (NIC). Эта плата имеет входной и выходной интерфейсы. Данные интерфейсы с помощью специальных волоконно-оптических разъемов соединяются непосредственно с волоконно-оптическими кабелями. Противоположный конец кабеля подключается к связному устройству или стыковочному центру.

Устройства оптического интерфейса преобразуют сигналы компьютера в свет, передаваемый через оптоволокно. Когда свет проходит через кабель и достигает приемного конца, тот же интерфейс превращает его обратно в сигналы компьютера. Для одномодовых кабелей импульсы света создаются диодами с лазерной накачкой (ILD), генерирующими свет высокого качества. При приеме светового импульса он преобразуется в электрический сигнал P-i-N диодами (P-intrinsic-N) или фотодиодами.

Волоконно-оптический кабель имеет следующие характеристики:

* стоимость - волоконно-оптический кабель обходится несколько дороже, чем медный, но эта сто­имость быстро снижается. Между тем сопутствующие затраты на оборудование здесь намного выше, чем для медного кабеля. Устройства одномодовой волоконной оптики дороже и сложнее в инсталляции, чем многомодовые устройства;
* установка - волоконно-оптический кабель сложнее прокладывать, чем медный. Каждое соедине­ние и стык такого кабеля требуют тщательной работы, поскольку свет не должен встречаться в таких местах с какими-либо препятствиями. Кроме того, волоконно-оптический кабель имеет максимальный радиус изгиба, что существенно осложняет его прокладку;
* пропускная способность -благодаря использованию света, который имеет намного большую частоту, чем электрические сигналы, волоконно-оптический кабель может обеспечивать чрезвы­чайно высокую пропускную способность. Существующие технологии позволяют передавать по нему данные со скоростью от 100 Мбит/с до 2 Гбит/с;
* число узлов - поскольку волоконно-оптическим кабелем можно соединить только два компью­тера, число узлов определяется кон­центратором. В сети Ethernet полезный верхний предел составляет 75 узлов на один домен;
* затухание -волоконно-оптический кабель дает намного меньшее затухание, чем медный, по­скольку свет не излучается вне кабеля, как электрический сигнал в медных проводах. Волокон­но-оптические кабели способны переносить сигнал на расстояние, измеряемое километрами. Несмотря на малое затухание, волоконной оптике свойственна другая проблема — хроматичес­кая дисперсия. Волны света различной длины стекло пропускает по-разному, поэтому импульс света, проходя через кабель, "размазывается". Получается эффект радуги — световой сигнал раз­деляется на цветовые компоненты. В одномодовых кабелях передается свет одной частоты, поэтому здесь нет эффекта хроматической дисперсии. Одномодовый воло­конно-оптический кабель можно использовать для прокладки сетевых магистралей длиной в сотни километров;
* электромагнитные помехи - волоконно-оптический кабель не подвержен электромагнитным по­мехам. Кроме того, он не дает утечки сигнала, что значительно осложняет перехват информа­ции. Поскольку такой кабель не требует заземления, здесь нет проблемы сдвига электрического потенциала земли и искрения. Подобный тип кабеля идеально подходит для высоковольтных зон и там, где нужна высокая степень защиты информации.

2.4 Беспроводная среда передачи данных

Беспроводная среда передачи данных полезна, когда большое расстояние или препятствия затрудняют применение другого носителя. Существуют три основных типа беспроводной среды передачи данных: радиоволны, микроволновое и инфракрасное излучение.

**Радиоволны** имеют частоту от 10 килогерц (КГц) до 1 гигагерца (ГГц). Диапазон спектра электро­магнитных волн от 10 КГц до 1 ГГц называется радиочастотами (RF). Радиоволны бывают следующих типов: короткие; очень короткие частоты (VHF) — телевидение и радио FМ; ультракороткие (UHF) — радио и телевидение.

Деятельность на большинстве радиочастот регулируется. Для использования регулируемой частоты нужно получить лицензию в соответствующих местных органах надзора. Получение лицензии может стоить немалых средств, занять много времени и затруднить смену оборудования. Между тем лицензирование гарантирует, что в выделенном диапазоне будет чистый эфир.

Преимущество нерегулируемых частот в том, что на них накладываются незначительные ограниче­ния. Между тем одно правило ограничивает их полезность: мощность оборудования для таких частот недолжна превышать одного ватта. Смысл данного правила состоит в том, чтобы ограничить возмож­ные помехи. Если говорить о сетях, то нерегулируемые радиокоммуникации ограничивают использова­ние диапазонов частот.

Радиоволны могут распространяться направленно или не направленно. Для широковещательной трансляции радиосигналов используются различные виды антенн. Вот некоторые из них: вышка для ненаправленной радиопередачи; полуволновая симметричная вибраторная антенна (диполь); провод произвольной длины; направленные антенны.

Мощность сигнала в диапазоне радиочастот определяется антенной и трансивером (устройством для приема и передачи сигнала в различных средах передачи данных, таких как медный кабель, радиоволны их волоконно-оптический кабель). Каждый диапазон частот имеет характеристики, влияющие на его использование в компьютерных сетях. Частоты, применяемые в компьютерных радиосетях, можно раз­бить на три категории:

1. одночастотные низкой мощности;
2. одночастотные высокой мощности;
3. с широким спектром.

*Радиосети с одной частотой и сигналом низкой мощности* работают только на одной частоте. Дальность действия маломощных устройств обычно ограничена 20 — 30 метрами. Хотя радиоволны низких час­тот могут проникать через некоторые материалы, малая мощность ограничивает их распространение небольшими открытыми пространствами.

Одночастотные трансиверы с сигналом низкой мощности имеют следующие характеристики:

* диапазон частот - одночастотные продукты с сигналом низкой мощности могут использовать любую радиочастоту, однако гигагерцовые диапазоны обеспечивают лучшую пропускную способ­ность;
* стоимость - большинство решений имеет умеренную цену;
* инсталляция - если антенна и оборудование заранее конфигурированы, большинство систем просты в инсталляции. В то же время некоторые решения требуют советов экспертов. Для ис­ключения влияния других сигналов иногда необходима диагностика;
* пропускная способность - скорость передачи данных составляет от 1 до 10 Мбит/с;
* число узлов - данный тип сетей обычно реализуется как один домен, поэтому здесь действуют те же ограничения, что и в сети Ethernet с обычными кабелями. Число узлов ограничивается полосой частот и непроизводительными потерями коммуникаций;
* затухание - определяется радиочастотой и мощностью сигнала. Одночастотная мало­мощная передача дает большое затухание из-за малой мощности сигнала;
* электромагнитные помехи - устойчивость к ЕМI низкая, особенно в нижних диапазонах частот, где создают шумы электромоторы и различные промышленные устройства. Велика и вероят­ность перехвата информации, хотя из-за ограниченного радиуса действия он возможен обычно лишь в том же здании, где находится локальная сеть.

*Одночастотная передача большой мощности* аналогична одночастотной трансляции малой мощности, но позволяет перекрывать большие расстояния. Ее можно использовать для удаленной внешней переда­чи. При этом сигнал способен преодолевать зону прямой видимости и распространяться за горизонт, отражаясь от верхних слоев атмосферы Земли. Радиосети с одной частотой и сигналом большой мощ­ности могут оказаться идеальным решением для организации мобильных сетей, обмена информацией с транспортным средством, кораблем или самолетом. Скорость передачи данных здесь аналогична одночастотным сетям с сигналом малой мощности, но информация передается на большие расстояния.

Радиосети с одной частотой и сигналом большой мощности имеют следующие характеристики:

* диапазон частот **-** как и в случае одночастотных сетей с сигналом малой мощности, радиосети большой мощности могут использовать любую радиочастоту, но для получения высокой пропускной способности предпочтительнее высокочастотный гигагер­цовый диапазон;
* стоимость - радиотрансиверы относительно недороги, однако другое оборудование (антенны, повторители и т.д.) требует дополнительных вложений, что превращает одночастотные радиосети в умеренно или очень дорогое решение;
* инсталляция - построение таких сетей отличается сложностью. Мощное оборудование должны устанавливать и обслуживать квалифицированные специалисты. Его неправильная инсталляция или настройка может привести к снижению скорос­ти передачи данных, потерю сигнала и даже к помехам от местного радио;
* пропускная способность составляет от 1 до 10 Мбит/с;
* число узлов - данный тип сетей обычно реализуется как один домен, поэтому здесь действуют те же ограничения, что и в сети Ethernet с обычными кабелями;
* затухание - высокая мощность уменьшает затухание сигнала, а для увеличения диапазона его действия можно использовать повторители. Уровень затухания достаточно низкий;
* электромагнитные помехи - устойчивость одночастотной трансляции к помехам и перехвату информации невысокая, как и в случае маломощной передачи. Поскольку сигнал распространя­ется на большое расстояние, вероятность его перехвата увеличивается.

*Радиообмен в широком спектре* (передача с разнесением сигнала по спектру) использует те же час­тоты, что и другие виды радиосетей, но вместо одной частоты здесь задействовано одновременно не­сколько частот. Для этого можно использовать две схемы модуляции: прямую последовательную модуляцию и модуляцию со скачкообразным изменением частоты.

Прямая частотная модуляция является наиболее распространенной схе­мой. Она предусматривает разбиение исходных данных на фрагменты, которые транслируются затем вотдельных частотах. Для предотвращения или затруднения перехвата информации передаются также ложные сигналы. Передатчик координирует свою работу с приемником, которому известны разрешен­ные частоты. Благодаря этому приемник может выделить фрагменты данных и выполнить их сборку, игнорируя ложную информацию.

Сигнал можно перехватить, но трудно проследить правильную последовательность, собрать фраг­менты данных и узнать, какие из них настоящие, чтобы получить верное сообщение. Таким образом, перехват информации крайне затрудняется. Существующие 900-мегагерцовые системы с прямой последовательной модуляцией поддерживают скорости передачи данных от 2 до 6 Мбит/с. Более высокие частоты позволяют увеличить эту скорость.

Модуляция со скачкообразным изменением частоты предусматривает быстрое переключение между несколькими заранее выделенными частотами. Передатчик и приемник должны быть очень хорошо синхронизированы, чтобы такая схема работала. За счет одновременной передачи на нескольких частотах можно расширить полосу пропускания.

Трансиверы, передающие сигнал с разнесением по спектру, имеют следующие характеристики:

* диапазон частот -сети с разнесением сигнала по спектру обычно работают на не лицензируемых частотах. В США распространены устройства, использующие диапазон от 902 до 928 МГц, но становятся доступными и устройства, функционирующие на частоте 2.4 ГГц;
* стоимость **-** хотя стоимость зависит от вида применяемого оборудования, по сравнению с дру­гими беспроводными решениями радиосети с разнесением сигнала по спектру обычно недороги;
* инсталляция **-** зависит от типа оборудования;
* число узлов **-** данный тип сетей обычно реализуется как один домен, число узлов ограничивается полосой частот и непроизводительными потерями при коммуникациях;
* затухание - поскольку системы, передающие сигнал с разнесением по спектру, работают с малой мощностью, они дают слабый сигнал, подверженный затуханию;
* электромагнитные помехи -устойчивость к помехам низкая, но благодаря использованию раз­ных частот для полного искажения сигнала помеха должна быть многочастотной. Подвержен­ность перехвату информации низкая.

**Спутниковые микроволновые системы** передают сигнал между направленными параболическими ан­теннами. Они используют гигагерцовый диапазон частот и действуют в пределах прямой видимости. Основное отличие спутниковых систем в том, что одна антенна находится на спутнике, висящем над Землей на геостационарной орбите на высоте около 50 тыс. км. Таким образом, для спутниковых микроволновых систем достижимы самые отдаленные места и мобильные устройства.

Работают эти системы следующим образом: ЛС посылает по кабелю сигнал на антенну, которая передает его на орбитальный спутник. Спутник с помощью своей антенны транслирует сигнал в другой пункт на земле или, если этот пункт находится на проти­воположной стороне земного шара, на другой спутник.

Поскольку сигнал транслируется на расстояние в 50000 км на спутник и снова на Землю, спутнико­вые коммуникации покрывают расстояние между континентами так же легко, как дис­танцию в несколько километров, однако при этом возникают задержки между передачей и приемом сигнала. Они называются задержками распространения и составляют от 0.5 до 5 секунд.

Спутниковые микроволновые системы имеют следующие характеристики:

* диапазон частот **-** спутниковые системы микроволновых коммуникаций работают в нижнем ги­гагерцовом диапазоне, обычно от 11 до 14 ГГц;
* стоимостьтаких систем и запуск спутника обходятся чрезвычайно дорого — в сотни миллионов долларов и больше. Некоторые компании, включая АТ&Т, Hughes Network System и Scientific-Atlanta, предлагают в аренду такие системы, что делает приемлемым использование их большим числом организаций. Между тем, хотя спутниковые коммуникации недешевы, про­кладка кабеля на такие расстояния стоит еще дороже;
* инсталляция **-** спутниковых микроволновых систем представляет собой сложную техническую задачу. Лучше предоставить ее профессионалам — специалистам в данной области;
* пропускная способность **-** обычно ско­рость передачи данных составляет от 1 до 10 Мбит/с;
* затухание -зависит от частоты, размера антенны, мощности сигнала и атмосферных условий. Плохие атмосферные условия (дождь и туман) отрицательно влияют на микроволны высокой частоты;
* электромагнитные помехи -микроволновые сигналы подвержены действию ЕМI, преднамерен­ных помех и перехвату информации. Кроме того, на них влияют атмосферные условия.

В **инфракрасных средах** передачи данных для пересылки сигнала применяется свет. Сигнал испуска­ется светодиодом (LED) или лазером (ILD), а принимается фотодиодами. В инфракрасных системах используется терагерцовый диапазон электромагнитного спектра.

Инфракрасная связь предусматривает наличие передатчика и приемника. При подключению к компьютеру внешнего устройства требуется специальный приемник инфракрасных лучей (трансивер, адаптер), находящийся в прямой видимости с устройством. Он подключается к инфракрасному порту компьютера, который должен быть предусмотрен на материской плате.

Благодаря высокой частоте (терагерцы) инфракрасная связь обеспечивает высокую пропускную спо­собность. В то же время инфракрасным сигналам присущ крупный недостаток*:* они не могут проникать через стены и другие объекты, а приему мешают сильные источники света.

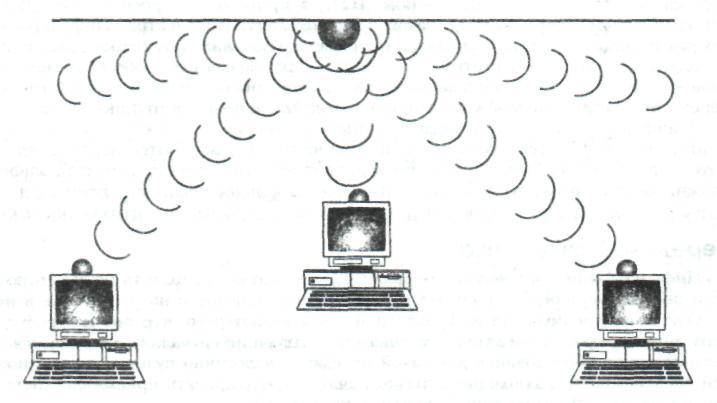
В инфракрасной среде передачи данных применяется свет очень узкого диапазона. Инфракрасные лучи распространяются в зоне прямой видимости или излучаются не направленно, отражаясь от стен и потолков. Передача "*точка-точка*" позволяет повысить скорость передачи информации, но устройства должны оставаться на своих местах. Кроме того, уменьшается затухание сигнала и затрудняется его перехват. Типичное компьютерное оборудование для такой передачи аналогично пультам дистанционного управления быто­вой электроникой. Необходимо только точно сориентировать приемник и передатчик (рис.9).



Рисунок 9 – Сеть с инфракрасной передачей «точка-точка»

Инфракрасные системы с передачей "точка-точка" обладают следующими характеристиками:

* диапазон частот - винфракрасных коммуникациях используется нижний диапазон световых час­тот - от 100 ГГц до 1000 терагерц (ТГц);
* стоимость **-** стоимость зависит от вида используемого оборудования. Системы, действующие на большом расстоянии, где обычно применяются мощные лазеры, могут быть очень дорогими;
* инсталляция **-** инфракрасные системы коммуникаций "точка-точка" требуют точной установки. Если применяются мощные лазеры, необходимы дополнительные меры предосторожности, по­скольку подобные устройства могут привести к ожогам глаз;
* пропускная способность -скорость передачи данных составляет от 100 Кбит/с до 16 Мбит/с (на расстоянии в километр);
* затухание зависит от качества и "чистоты" испускаемого света, а также от общих атмосферных условий и препятствий на пути сигнала;
* электромагнитные помехи - на инфракрасную передачу влияет интенсивный свет. Хорошо сфо­кусированные лучи препятствуют перехвату информации, поскольку прерывание сигнала сразу становится очевидным. Кроме того, зона возможного перехвата крайне ограничена.



Системы инфракрасной связи с *широковещательной передачей* позволяют принимать один сигнал нескольким ресиверам. Одним из важных преимуществ подобного решения является мобильность. Ра­бочие станции или другие устройства гораздо легче перемещать с места на место, чем при коммуника­циях "точка-точка" (рис.10).

Рисунок 10 – Инфракрасная связь с широковещательной передачей

Поскольку широковещательные инфракрасные сигналы не сфокусированы, как при передаче "точка-точка", такой тип систем дает более низкую пропускную способность. Обычно она составляет менее 1 Мбит/с, что слишком мало для большинства сетевых приложений. Системы инфракрасной связи с широковещательной передачей обладают следующими характеристиками:

* диапазон частот - в инфракрасных коммуникациях используется нижний диапазон световых час­тот - от 100 ГГц до 1000 ТГц;
* стоимость - стоимость зависит от требуемого качества света. Стандартное оборудование, при­меняемое в системах инфракрасной связи, достаточно недорогое. Мощная лазерная аппаратура значительно дороже;
* инсталляция - монтирование систем инфракрасных коммуникаций не представляет особых сложностей. Если устройства имеют хороший доступ и получают сильный сигнал, их можно расположить в любом месте в пределах досягаемости;
* число узлов – из-за низких скоростей в сети подобного типа можно объединить лишь незначи­тельное число компьютеров. Между тем в приложениях, где передаются незначительные объемы данных, можно связать друг с другом любое число устройств. Таким образом, число узлов в сетях подобного типа сильно зависит от конкретного применения;
* затухание - широковещательная инфракрасная передача, как и передача "точка-точка", зависит от качества и "чистоты" испускаемого света, а также от общих атмосферных условий. Поскольку устройства можно легко переместить, препятствия обычно не представляют проблемы;
* электромагнитные помехи - на инфракрасную передачу влияет интенсивный свет. Поскольку широковещательная передача охватывает большую зону, перехватить сигнал здесь гораздо проще.

3 Стандарты линий связи

В компьютерных сетях применяются кабели, удовлетворяющие определенным стандартам, что позволяет строить кабельную систему сети из кабелей и соединительных устройств разных производителей. Сегодня наиболее употребительными стандартами в мировой практике являются следующие:

1. американский стандарт EIA\TIA-568A, который был разработан совместными усилиями нескольких организаций: ANSI, EIA\TIA и лабораторией Underwriters Labs (UL). Стандарт EIA\TIA-568 разработан на основе предыдущей версии стандарта EIA\TIA-568 и дополнений к этому стандарту TSB-36 и TSB-40A;
2. международный стандарт ISO\IES 11801;
3. европейский стандарт EN50173.

Эти стандарты близки между собой и по многим позициям предъявляют к ка­белям идентичные требования. Однако есть и различия между этими стандартами, например, в международный стандарт 11801 и европейский ЕN50173 вошли неко­торые типы кабелей, которые отсутствуют в стандарте ЕIА/ТAI-568А.

До появления стандарта ЕIА/ТIА большую роль играл американский стандарт системы категорий кабелей Underwriters Labs, разработанный совместно с компа­нией Аnixter. Позже этот стандарт вошел в стандарт ЕIА/ТIА-568.

При стандартизации кабелей принят протокольно-независимый подход. Это означа­ет, что в стандарте оговариваются электрические, оптические и механические характери­стики, которым должен удовлетворять тот или иной тип кабеля или соединительного изделия — разъема, кроссовой коробки и т. п. Однако для какого протокола предназна­чен данный кабель, стандарт не оговаривает. Поэтому нельзя приобрести кабель для протокола Ethernet или FDDI, нужно просто знать, какие типы стандартных кабелей поддерживают протоколы Еthernet и FDDI.

В стандартах кабелей оговаривается достаточно много характеристик, из кото­рых наиболее важными являются:

* затухание- измеряется в децибелах на метр для опре­деленной частоты или диапазона частот сигнала;
* перекрестные наводки на ближнем конце -измеря­ются в децибелах для определенной частоты сигнала;
* импеданс (волновое сопротивление) *—* это полное (активное и реактивное) со­противление в электрической цепи. Импеданс измеряется в Омах и является относительно постоянной величиной для кабельных систем (например, для ко­аксиальных кабелей, используемых в стандартах Еthernet., импеданс кабеля дол­жен составлять 50 Ом). Для неэкранированной витой пары наиболее часто используемые значения импеданса — 100 и 120 Ом. В области высоких частот (100-200 МГц) импеданс зависит от частоты;
* активное сопротивление *—* это сопротивление постоянному току в электричес­кой цепи. В отличие от импеданса активное сопротивление не зависит от часто­ты и возрастает с увеличением длины кабеля;
* емкость *—* это свойство металлических проводников накапливать энергию. Два электрических проводника в кабеле, разделенные диэлектриком, представляют собой конденсатор, способный накапливать заряд. Емкость является нежелательной величиной, поэтому следует стремиться к тому, чтобы она была как можно меньше. Высокое значение емкости в кабеле приводит к искажению сигнала и ограничивает полосу пропус­кания линии.
* элект­рический шум — это нежелательное переменное напряжение в проводнике. Элект­рический шум бывает двух типов: фоновый и импульсный. Электрический шум можно также разделить на низко-, средне- и высокочастотный. Источниками фоно­вого электрического шума в диапазоне до 150 кГц являются линии электропере­дачи, телефоны и лампы дневного света; в диапазоне от 150 кГц до 20 МГц — компьютеры, принтеры, ксероксы; в диапазоне от 20 МГц до 1 ГГц — телеви­зионные и радиопередатчики, микроволновые печи. Основными источниками импульсного электрического шума являются моторы, переключатели и сва­рочные агрегаты. Электрический шум измеряется в милливольтах;
* диаметр или площадь сечения проводника -для медных проводников достаточно употребительной является американская система АWG (American Wire Gauge), которая вводит некоторые условные типы проводников, например 22 AWG, 24 AWG, 26 АWG. Чем больше номер типа проводника, тем меньше его диаметр. В вычислительных сетях наиболее употребительными являются типы провод­ников, приведенные выше в качестве примеров.

Приведенный перечень характеристик далеко не полон. Помимо универсальных характеристик, таких, например, как затухание, которые применимы для всех типов кабелей, су­ществуют характеристики, которые применимы только к определенному типу кабеля. Например, параметр шаг скрутки проводовиспользуется только для характеристи­ка витой пары, а параметр NЕХТ применим только к многопарным кабелям на основе витой пары.

Основное внимание в современных стандартах уделяется кабелям на основе витой пары и волоконно-оптическим кабелям.

3.1 Стандарты кабелей на основе экранированной и неэкранированной «витой пары»

*Медный неэкранированный кабель UТР* в зависимости от электрических и меха­нических характеристик разделяется на 5 категорий (Сategory 1 — Саtegorу 5). Кабели категорий 1 и 2 были определены в стандарте ЕIА/ТIА-568, но в стандарт 568А уже не вошли, как устаревшие.

Кабели *категории 1* применяются там, где требования к скорости передачи ми­нимальны. Обычно это кабель для цифровой и аналоговой передачи голоса и низкоскоростной (до 20 Кбит/с) передачи данных. До 1983 года это был основной тип кабеля для телефонной разводки.

Кабели *категории 2* были впервые применены фирмой IВМ при построении собственной кабельной системы. Главное требование к кабелям этой категории — способность передавать сигналы со спектром до 1 МГц.

Кабели *категории 3* были стандартизованы в 1991 году, когда был разработан Стандарт телекоммуникационных кабельных систем для коммерческих зданий(ЕIА-568), на основе которого затем был создан действующий стандарт ЕIА-568А. Стандарт ЕIА-568 определил электрические характеристики кабелей категории 3 для частот в диапазоне до 16 МГц, поддерживающих, таким образом, высокоско­ростные сетевые приложения. Кабель категории 3 предназначен как для передачи данных, так и для передачи голоса. Шаг скрутки проводов равен примерно 3 витка на 30,5 см. Кабели категории 3 сейчас составляют основу многих кабель­ных систем зданий, в которых они используются для передачи и голоса, и данных.

Кабели *категории 4* представляют собой несколько улучшенный вариант кабе­лей категории 3. Кабели категории 4 обязаны выдерживать тесты на частоте пере­дачи сигнала 20 МГц и обеспечивать повышенную помехоустойчивость и низкие потери сигнала. Кабели категории 4 хорошо подходят для применения в системах с увеличенными расстояниями (до 135 метров) и в сетях Token Ring с пропускной способностью 16 Мбит/с. На практике используются редко.

Кабели *категории 5* были специально разработаны для поддержки высокоскоростных протоколов. Поэтому их характеристики определяются в диапазоне до 100 МГц. Большинство новых высокоскоростных стандартов ориентируются на ис­пользование витой пары 5 категории. На этом кабеле работают протоколы со скоро­стью передачи данных 100 Мбит/с — FDDI, Fast Ethernet, 100VС-АnуLAN, а также более скоростные протоколы — АТМ на ско­рости 155 Мбит/с, и Gigabit Ethernet на скорости 1000 Мбит/с. Наиболее важные электромагнитные характеристики кабеля категории 5 имеют следующие значения:

* полное волновое сопротивление в диапазоне частот до 100 МГц равно 100 Ом;
* величина перекрестных наводок NЕХТ в зависимости от частоты сигнала долж­на принимать значения не менее 74 дБ на частоте 150 кГц и не менее 32 дБ на частоте 100 МГц;
* затухание имеет предельные значения от 0,8 дБ (на частоте 64 кГц) до 22 дБ (на частоте 100 МГц);
* активное сопротивление не должно превышать 9,4 Ом на 100 м;
* емкость кабеля не должна превышать 5,6 нф на 100 м.

Все кабели UТР независимо от их категории выпускаются в 4-парном исполне­нии. Каждая из четырех пар кабеля имеет определенный цвет и шаг скрутки. Обычно две пары предназначены для передачи данных, а две — для передачи голоса.

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 кабелей 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 UТР категории 5. Некоторые специалисты сомневаются в необходимости применения кабелей категории 7, так как стоимость кабельной системы при их использовании получается соизмери­мой по стоимости сети с использованием волоконно-оптических кабелей, а харак­теристики кабелей на основе оптических волокон выше.

*Экранированная витая пара SТР* хорошо защищает передаваемые сигналы от внешних помех, а также меньше излучает электромагнитных колебаний вовне, что за­щищает, в свою очередь, пользователей сетей от вредного для здоровья излучения. Наличие заземляемого экрана удорожает кабель и усложняет его прокладку, так как требует выполнения качественного заземления. Экранированный кабель при­меняется только для передачи данных, а голос по нему не передают.

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

Основным типом экранированного кабеля является кабель Туре 1 стандарта IВМ. Он состоит из 2-х пар скрученных проводов, экранированных проводящей оплеткой, которая заземляется. Электрические параметры кабеля Туре 1 примерно соответствуют параметрам кабеля UТР категории 5. Однако волновое сопротивление кабеля Туре 1 равно 150 Ом (UТР категории 5 имеет волновое сопротивление 100 Ом), поэтому простое «улучшение» кабельной проводки сети путем замены неэкранированной пары UТР на SТР Туре 1 невозможно. Трансиверы, рассчитанные на работу с кабелем, имеющим волновое сопротивление 100 Ом, будут плохо работать на волновое сопротивление 150 Ом. Поэтому при использовании SТР Туре 1 необходимы соответствующие трансиверы. Такие трансиверы имеются в сетевых адаптерах Token Ring, так как эти сети разрабатывались для работы на экранированной витой паре. Некоторые другие стандарты также поддерживают кабель SТР Туре 1 — например, 100VG-AnyLAN, а также Fast Ethernet (хотя основным типом кабеля для Fast Ethernet является UТР категории 5). В случае если технология может использовать UТР и SТР, нужно убедиться, на какой тип кабеля рассчита­ны приобретаемые трансиверы. Сегодня кабель SТР Туре 1 включен в стандарты EIA\TIA-568A, ISO 11801 и ЕN50173, то есть приобрел международный статус.

Экранированные витые пары используются также в кабеле IВМ Туре 2, кото­рый представляет кабель Туре 1 с добавленными 2 парами неэкранированного провода для передачи голоса. Для присоединения экранированных кабелей к оборудованию используются разъемы конструкции IВМ.

3.2 Стандарты коаксиальных кабелей

Существует большое количество типов коаксиальных кабелей, используемых в се­тях различного типа — телефонных, телевизионных и компьютерных. Ниже приво­дятся основные типы и характеристики этих кабелей.

* RG-8 и RG-11 — «толстый» коаксиальный кабель, разработанный для сетей Еthernet 10Ваsе-5. Имеет волновое сопротивление 50 Ом и внешний диаметр около 12 мм. Этот кабель имеет достаточно толстый внутренний проводник диаметром 2,17мм, который обеспечивает хорошие механические и электрические характеристики. Зато этот кабель сложно монтировать — он плохо гнется;
* RG-58/U, RG-58 А/U и RG-58 *С*/U— разновидности «тонкого» коаксиального кабеля для сетей Еthernet 10Ваsе-2. Кабель RG-58/U имеет сплошной внутрен­ний проводник, а кабель RG-58 А/U — многожильный. Кабель RG-58 С/U про­ходит «военную приемку». Все эти разновидности кабеля имеют волновое сопротивление 50 Ом, но обладают худшими механическими и электрическими характеристиками по сравнению с «толстым» коаксиальным кабелем. Тонкий внутренний проводник 0,89 мм не так прочен, зато обладает гораздо большей гибкостью, удобной при монтаже. Затухание в этом типе кабеля выше, чем в «толстом» коаксиальном кабеле, что приводит к необходимости уменьшать длину кабеля для получения одинакового затухания в сегменте;
* RG-59 — телевизионный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. Широко применяется в кабельном телевидении;
* RG-62 — кабель с волновым сопротивлением 93 Ома, использовался в сетях АгсNet, оборудование которых сегодня практически не выпускается.

Коаксиальные кабели с волновым сопротивлением 50 Ом (то есть «тонкий» и «толстый») описаны в стандарте ЕIА/ТIА-568. Новый стандарт ЕIА/ТIА-568А коаксиальные кабели не описывает, как морально устаревшие.

3.3 Стандарты волоконно-оптических кабелей

Как уже говорилось во второй главе, волоконно-оптические кабели состоят из центрального проводника света (сердце­вины) — стеклянного волокна, окруженного другим слоем стекла — оболочкой, об­ладающей меньшим показателем преломления, чем сердцевина. Распространяясь по сердцевине, лучи света не выходят за ее пределы, отражаясь от покрывающего слоя оболочки. В зависимости от распределения показателя преломления и от ве­личины диаметра сердечника 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. В одномодовом кабеле (SМF)используется центральный проводник очень малого диаметра, соизмеримого с длиной волны све­та — от 5 до 10 мкм. При этом практически все лучи света распространяются вдоль оптической оси световода, не отражаясь от внешнего проводника. Полоса пропуска­ния одномодового кабеля очень широкая — до сотен гигагерц на километр. Изготов­ление тонких качественных волокон для одномодового кабеля представляет сложный технологический процесс, что делает одномодовый кабель достаточно дорогим. Кроме того, в волокно такого маленького диаметра достаточно сложно направить пучок света, не потеряв при этом значительную часть его энергии.

В многомодовых кабелях (ММF)используются более широкие 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 или 50 мкм — это диаметр центрального проводника, а 125 мкм — диаметр внешнего проводника.

В многомодовых кабелях во внутреннем проводнике одновременно существует несколько световых лучей, отражающихся от внешнего проводника под разными углами. Угол отражения луча называется модой луча. Многомодовые кабели имеют более узкую полосу пропускания — от 500 до 800 МГц/км. Сужение полосы происходит из-за потерь световой энергии при от­ражениях, а также из-за интерференции лучей разных мод. В качестве источников излучения света в волоконно-оптических кабелях при­меняются светодиоды и полупроводниковые лазеры.

Для одномодовых кабелей применяются только полупроводниковые лазеры, так как при таком малом диаметре оптического волокна световой поток, создаваемый светодиодом, невозможно без больших потерь направить в волокно. Для многомодовых кабелей используются более дешевые светодиодные излучатели.

Лазерные излучатели работают на длинах волн 1300 и 1550 нм. Быстродействие современных лазеров позволяет модулировать световой поток с частотами 10 ГГц и выше. Лазерные излучатели создают когерентный поток света, за счет чего потери в оптических волокнах становятся меньше, чем при использовании некогерентного потока светодиодов.

Использование только нескольких длин волн для передачи информации в оп­тических волокнах связанно с особенностью их амплитудно-частотной характери­стики. Именно для этих дискретных длин волн наблюдаются ярко выраженные максимумы передачи мощности сигнала, а для других волн затухание в волокнах существенно выше.

Волоконно-оптические кабели присоединяют к оборудованию разъемами МIС, SТ и SС.

Волоконно-оптические кабели обладают отличными характеристиками всех ти­пов: электромагнитными, механическими (хорошо гнутся, а в соответствующей изоляции обладают хорошей механической прочностью). Однако у них есть один серьезный недостаток — сложность соединения волокон с разъемами и между со­бой при необходимости наращивания длины кабеля.

Сама стоимость волоконно-оптических кабелей ненамного превышает стоимость кабелей на витой паре, однако проведение монтажных работ с оптоволокном обходит­ся намного дороже из-за трудоемкости операций и высокой стоимости применяемого монтажного оборудования. Так, присоединение оптического волокна к разъему тре­бует проведения высокоточной обрезки волокна в плоскости строго перпендику­лярной оси волокна, а также выполнения соединения путем сложной операции склеивания, а не обжатия, как это делается для витой пары. Выполнение же нека­чественных соединений сразу резко сужает полосу пропускания волоконно-опти­ческих кабелей и линий.

Заключение

В компьютерных сетях сегодня применяются практически все описанные типы физических сред передачи данных, но наиболее перспективными являются волоконно-оптические. На них сегодня строятся как магистрали крупных территори­альных сетей, так и высокоскоростные линии связи локальных сетей.

Темпы роста волоконной оптики и оптоэлектроники на мировом рынке опережают все другие отрасли техники и составляют 40 % в год. В ряде стран (Англия, Япония, Франция, Италия и др.) уже сейчас при строительстве сооружений связи используются в основном оптические кабели. О масштабах развития волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) свидетельствуют объемы производства оптических волокон в США. За последнее время ими изготовлено около 10 млн. км волокна. Такое количество позволило бы сделать 250 витков вокруг всего земного шара.

Применяя волоконно-оптическую связь, резко увеличивается объем передаваемой информации по сравнению с такими широко распространенными средствами, как спутниковая связь и радиорелейные линии, это объясняется тем, что волоконно-оптические системы передачи имеют более широкую полосу пропускания.

Популярной средой является также витая пара, которая характеризуется отличным соотноше­нием качества к стоимости, а также простого монтажа. С помощью витой пары обычно подключают конечных абонентов сетей на расстояниях до 100 метров от концентратора. Спутниковые каналы и радиосвязь используются чаще всего в тех случаях, когда кабельные связи применить нельзя — например, при прохождении канала через малонаселенную местность или же для связи с мобильным пользова­телем сети, таким как шофер грузовика, врач, совершающий обход, и т. п.

Список использованных источников

1. И.И., Верник С.М. Линии связи. – М.: Радио и связь, 1995. – 457с., ил.
2. Гроднев И.И., Ларин Ю.Т. Оптические кабели. – М.: Энергоиздат, 1997. – 379с., ил.
3. Гроднев И.И. Фролов П.А. Коаксиальные кабели связи. – М.: Радио и связь, 1983. – 336с., ил.
4. Мурадян А.Г, Гольдфарб И.С. Оптические кабели многоканальных линий связи. – М.: Радио и связь, 1995. – 307с., ил.
5. Мидвинтер Дж. Э. Волоконные световоды для передачи информации. – М.: Энергоиздат, 1996с., ил.
6. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2003. – 672с., ил.
7. Поляков В.Т. Посвящение в радиоэлектронику. – М.: Радио и связь, 1998. – 650с., ил.
8. www.osp.raid.ru