Среды передачи информации

Международная организация по стандартизации/Международная электротехническая комиссия (ISO/IEC) разработали стандарт ISO/IEC 11801, определяющий спецификации на кабели и соединители.

Институт инженеров по радиотехнике и электронике (IEEE) разработал стандарт 802.11 на беспроводные сети

Среды передачи данных

Любовь Горшкова, Григорий Ефимов

**При построении сети необходимо, прежде всего, определить, при помощи какого носителя следует передавать связные сигналы, которые принято называть слаботочными.**

Под средой передачи данных понимают физическую субстанцию, по которой происходит передача электрических сигналов, использующихся для переноса той или иной информации, представленной в цифровой форме.

Среда передачи данных может быть естественной и искусственной. Естественная среда - это существующая в природе среда; чаще всего естественной средой для передачи сигналов является атмосфера Земли, но возможно также использование других сред - безвоздушного пространства, воды, грунта, корабельного корпуса и т.д. Соответственно под искусственными понимают среды, которые были специально изготовлены для использования в качестве среды передачи данных. Представителями искусственной среды являются, например, электрические и оптоволоконные (оптические) кабели.

Будем рассматривать среды передачи данных согласно их распространенности, поэтому начнем со сред передачи данных, которые мы решили называть искусственными.

#### ****Искусственные среды. Классификация и применение****

Типичными и наиболее распространенными представителями искусственной среды передачи данных являются кабели. При создании сети передачи данных выбор осуществляется из следующих основных видов кабелей: волоконно-оптический (fiber), коаксиал (coaxial) и витая пара (twisted pair). При этом и коаксиал (коаксиальный кабель), и витая пара для передачи сигналов используют металлический проводник, а волоконно-оптический кабель - световод, сделанный из стекла или пластмассы.

Справедливости ради следует отметить, что помимо оптических волокон, для передачи слаботочных сигналов в электронике применяют углеродные волокна (carbon fibers). Такая "экзотическая" среда применяется, в частности, для соединения усилителей мощности с акустическими колонками класса high-end (считается, что электрический сигнал, передаваемый по такому "акустическому" кабелю, испытывает меньшее рассеяние, чем в металлическом кабеле). В такой аппаратуре применяют также кабели из серебра, что обеспечивает получение так называемого "серебряного" звучания.

Но не будем отвлекаться. Прежде чем в 1992 году были одобрены стандарты на сеть Ethernet в части установки неэкранированной витой пары, в большинстве локальных сетей использовался коаксиальный кабель. Но в последующих инсталляциях, в основном, использовали более гибкую и менее дорогостоящую среду - неэкранированную витую пару. Кроме того, все большее распространение получает волоконно-оптический кабель за счет своих лучших характеристик по сравнению с электрическими кабелями. Однако волоконно-оптический кабель обладает существенным недостатком - высокой стоимостью, поэтому он чаще всего используется в магистральной сети, а до рабочих мест протягивается пока еще относительно редко. (Кстати, волоконно-оптические кабели также широко используются для соединения проигрывателей с усилителями в аудиоаппаратуре класса high-end.)

При выборе кабеля, особенно электрического, возникает противоречие между достижением высокой скорости передачи и покрытием большого расстояния. Дело в том, что можно увеличить скорость передачи данных, но это уменьшает расстояние, на которое данные могут перемещаться без восстановления (регенерации). В таких ситуациях могут помогать устройства, осуществляющие регенерацию сигналов, в частности, повторители и усилители. Однако при этом некоторые ограничения накладывают физические свойства кабеля. Так, электрические кабели обладают характеристикой, считающейся косвенной, - импендансом (чем выше импенданс - тем выше сопротивление), которая может стать источником осложнений при попытке соединить два кабеля с различным импендансом.

#### ****Коаксиальный кабель****

Коаксиальный кабель(coaxial), или коаксиал имеет длинную историю. Если в вашем доме есть кабельное телевидение, то вы имеете коаксиальный кабель. Кабельное телевидение использует те же самые принципы, что и широкополосная передача, применяемая в сетях передачи данных. Широкополосная сеть и кабельное телевидение используют важное достоинство коаксиального кабеля - его способность передавать в один и тот же момент множество сигналов. Каждый такой сигнал называется каналом. Все каналы организуются на разных частотах, поэтому они не мешают друг другу.

Коаксиальный кабель обладает широкой полосой пропускания; это означает, что в ней можно организовать передачу трафика на высоких скоростях. Он также устойчив к электромагнитным помехам (по сравнению с витой парой) и способен передавать сигналы на большое расстояние. Кроме того, с технологией передачи сигналов по коаксиальному кабелю хорошо освоились многие поставщики и инсталляторы как кабельных систем, так и различных сетей передачи данных.

Коаксиальный кабель состоит из четырех частей (см. рис. 1). Внутри кабеля размещена центральная жила (проводник, сигнальный провод, линия, носитель сигнала, внутренний проводник), окруженная изоляционным материалом (диэлектриком). Указанный слой изоляции охвачен тонким металлическим экраном. Ось металлического экрана совпадает с осью внутреннего проводника - отсюда и следует название "коаксиал". И, наконец, внешней частью кабеля является пластиковая оболочка.



Центральная жила может состоять из одного сплошного проводника (одножильный) или нескольких, являющихся одним проводником (многожильный). Она обычно выполнена из меди, медного сплава с оловом или серебром; алюминия или стали с медным покрытием. Диэлектрик - полиэтилен или тефлон с воздушной прослойкой или без нее. Экран может быть выполнен в виде фольги или оплетки. Внешняя оболочка изготавливается из поливинилхлорида или полиэтилена (noplenun), тефлона или кинара (plenun).

Внешний экран может быть выполнен из фольги, оплетки или из их комбинаций. Возможна также многослойная (например, четырехслойная) защита.

Существует несколько размеров коаксиального кабеля. Различают толстый (диаметром 0.5 дюйма) и тонкий (диаметром 0.25 дюйма) коаксиальные кабели. Толстый коаксиальный кабель более крепкий, стойкий к повреждению и может передавать данные на более длинные расстояния, но недостатком такого кабеля является сложность его подсоединения.

Заметим также, что существуют такие разновидности коаксиального кабеля, как твинаксиал, тринаксиал, quad-кабель и т.д.

#### ****Витая пара****

Витая пара (TP - twisted pair) - кабель, в котором изолированная пара проводников скручена с небольшим числом витков на единицу длины. Скручивание осуществляется для уменьшения внешних наводок (наводок от внешних источников) и перекрестных наводок (наводок от одного проводника другому проводнику из одной и той же пары). Часто кабель на витой паре (точнее, на нескольких, как правило, 4 витых парах) называют просто "витая пара", хотя, конечно, это -профессиональный жаргон. Заметим попутно, что витая пара была изобретена Александром Беллом в 1981 году.

В последние несколько лет производители витой пары научились передавать данные по своим кабелям с высокими скоростями и на большие расстояния. Некоторые из первых локальных сетей на персональных компьютерах, например, Omninet или 10Net, использовали витую пару, но могли передавать данные только со скоростью 1 Мбит/с. В 1984 году, когда была представлена сеть Token Ring, она обладала способностью пересылать данные со скоростью 4 Мбит/с по экранированной витой паре. А в 1987 году отдельные производители заявили, что сеть Ethernet может пересылать данные по неэкранированной витой паре, но компьютеры должны быть размещены на расстоянии, равном приблизительно 300 футов, а не 2000 футов, как было разрешено для соединения с помощью толстого коаксиального кабеля. Современные достижения сделали возможной передачу данных по кабелю на витой паре со скоростью 1 Гбит/с (по 250 Мбит/с в каждой из 4 пар).

По сравнению с волоконно-оптическими и коаксиальными кабелями, использование витой пары обладает рядом существенных преимуществ. Такой кабель более тонкий, более гибкий и его проще устанавливать. Он также недорог. И вследствие этого, витая пара является идеальным средством передачи данных для офисов или рабочих групп, где нет электромагнитных помех.

Однако, витая пара обладает следующими недостатками: сильное воздействие внешних электромагнитных наводок, возможность утечки информации и сильное затухание сигналов. Кроме того, проводники витой пары подвержены поверхностному эффекту - при высокой частоте тока, электрический ток вытесняется из центра проводника, что приводит к уменьшению полезной площади проводника и дополнительному ослаблению сигнала.

Несмотря на то, что существует несколько типов витой пары, экранированная (STP - shielded twisted pair) и неэкранированная (UTP - unshielded twisted pair) являются самыми важными (см. рис. 2). При этом кабель UTP не содержит никаких экранов, а кабель STP может иметь экран вокруг каждой витой пары и, в дополнение к этому, еще один экран, охватывающий все витые пары (кабель S-STP). Применение экрана позволяет повысить помехоустойчивость.



Материалы, используемые при изготовлении витой пары, аналогичны материалам, используемым при изготовлении коаксиального кабеля.

Стандарты TIA/EIA-568, 568А определяют категории для витой пары. Существуют 7 таких категорий. Самая младшая (Категория 1) соответствует аналоговому телефонному каналу, а старшая (Категория 1) характеризуется максимальной частотой сигнала в 600 МГц, при этом Категории 1…3 выполняются на UTP, а 4…7 - UTP и STP.

Многие специалисты высказывают сомнения по поводу целесообразности введения 7 категории, так как стоимость кабеля, соответствующего данной категории, приравнивается к стоимости волоконно-оптических кабелей, в то время как ведутся работы по созданию более дешевых волоконно-оптических кабелей.

#### ****Волоконно-оптический кабель****

Волоконно-оптический кабель (fiber-optic cable) был разрекламирован как решение всех проблем, порождаемых медным кабелем. Такой кабель имеет огромную ширину полосы пропускания и может пересылать голосовые сигналы, видеосигналы и сигналы данных на очень большие расстояния. В связи с тем, что волоконно-оптический кабель для передачи данных использует световые импульсы, а не электричество, он оказывается невосприимчивым к электромагнитным помехам. Отличительной особенностью волоконно-оптического кабеля является также то, что он обеспечивает более высокую безопасность информации, чем медный кабель. Это связано с тем, что нарушитель не может подслушивать сигналы, а должен физически подключиться к линии связи. Для того чтобы добраться до информации, передаваемой по такому кабелю, должно быть подсоединено соответствующее устройство, а это, в свою очередь, приведет к уменьшению интенсивности светового излучения. К недостаткам волоконно-оптического кабеля следует отнести высокую стоимость и меньшее число возможных перекоммутаций по сравнению с электрическими кабелями, так как во время перекоммутаций появляются микротрещины в месте коммутации, что ведет к ухудшению качества оптоволокна.

По своей структуре волоконно-оптический кабель подобен коаксиальному кабелю (см. рис. 1). Однако вместо центральной жилы в его центре располагается стержень, или сердцевина, которая окружена не диэлектриком, а оптической оболочкой, которая, в свою очередь, окружена буферным слоем (слоем лака), элементов усиления и внешнего покрытия. Стержень и оболочка изготавливается как одно целое. Диаметр стержня составляет от 2 до нескольких сотен микрометров. Толщина оболочки - от сотен микрометров до единиц миллиметров. Буферный слой может быть свободным (жесткая пластиковая трубка) или плотноприлегающим. Свободный защищает от механических повреждений и температуры, прилегающий - только от механических повреждений. Элементы усиления выполняются из стали, кевлара и т.д., однако, могут иметь отрицательный эффект, например, элементы из стали могут притягивать разряды молний. Волоконно-оптический кабель с элементами усиления называется кабелем с усиленной конфигураций. В кабеле облегченной конфигурации пространство между внешней оболочкой и буферным слоем заполнено жидким гелием. Внешнее покрытие изготавливается аналогично покрытию электрических кабелей.

Волоконно-оптический кабель бывает одномодовым и многомодовым. Одномодовый кабель имеет меньший диаметр световода (5-10 мкм) и допускает только прямолинейное распространение светового излучения (по центральной моде). В стержне многомодового кабеля свет может распространяться не только прямолинейно (по нескольким модам). Чем больше мод, тем уже пропускная способность кабеля. Так, на 100 м максимальная частота сигнала на длине волны 850 нм для многомодового составляет 1600 МГц, для одномодового - 888 ГГц. Стержень и оболочка многомодового кабеля могут быть изготовлены из стекла или пластика, в то время как у одномодового - только из стекла. Для одномодового кабеля источником света является лазер, для многомодового - светодиод.

Для многомодового кабеля характерны следующие помехи: модальная дисперсия и хроматическая дисперсия. Модальная дисперсия заключается в том, что на большом расстоянии начинает сказываться многомодовость кабеля - световой импульс, идущий по самой длинной моде (неаксиальный луч) начинает "отставать" от импульса, идущего по центральной моде (аксиальный луч). В результате этого промежуток между импульсами должен быть больше, чем разница между аксиальным и неаксиальным лучами. Хроматическую дисперсию по другому можно назвать "эффектом радуги" - когда световой сигнал разделяется на световые компоненты., а так как волны света различной длины пропускаются световодом по-разному, то на больших расстояниях хроматическая дисперсия может привести к потере передаваемых данных - световые компоненты одного сигнала будут накладываться на световые компоненты другого.

Многомодовый волоконно-оптический кабель может быть со ступенчатым или плавным отражением сигнала. Кабель с плавным отражением сигнала имеет многослойную оболочку с разными коэффициентами отражения у каждого слоя, и лучшие характеристики по сравнению с кабелем со ступенчатым отражением сигнала.

Одномодовый кабель обладает наилучшими характеристиками, но и является самым дорогим. Многомодовый кабель из пластика является самым дешевым, но обладает самыми худшими характеристиками.

#### ****Радиоволновод (немного экзотики)****

К искусственным средам передачи можно отнести радиоволноводы. Радиоволновод представляет собой полую металлическую трубку, внутри которой распространяется радиосигнал. Нужно отметить, что диаметр трубки должен соответствовать длине волны передаваемого сигнала. Обычно применяются короткие волноводы для передачи сигнала на передающую антенну. Однако есть сведения, что радиоволноводы применялись в военной отрасли для передачи сигналов на большие расстояния, причем коэффициент затухания сигнала был ниже, чем при использовании электрических кабелей. Но по мере развития технологий изготовления кабелей (в частности, волоконно-оптических) радиоволноводы перестали использоваться для передачи сигналов на большие расстояния.

#### ****Естественные среды****

Рассматривая естественные среды передачи данных, сделаем следующие допущения: 1) так как наиболее используемой естественной средой является атмосфера (в основном, нижний слой - тропосфера), а различные сигналы распространяются в атмосфере по разному, то при рассмотрении данной среды различные виды сигналов будем рассматривать отдельно; 2) поскольку при спутниковой связи безвоздушная среда не накладывает каких-либо ограничений на проходящий через нее сигнал, а основные трудности сигнал спутниковой связи испытывает при прохождении атмосферы, - отдельно рассматривать безвоздушную среду не будем.

#### ****Атмосфера****

Наибольшее распространение в качестве носителей данных в атмосфере получили электромагнитные волны. Здесь следует заметить, что от длины волны зависит характер распространения электромагнитных волн в атмосфере. Спектр электромагнитного излучения делится на радиоизлучение, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, гамма-излучение. В настоящее время в связи с техническими трудностями ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение не используются. Используемые радиоволны, в свою очередь, зависят от длины волны. Они делятся на (приведем отечественную классификацию): сверхдлинные (декакилометровые), длинные (километровые), средние (гектаметровые), короткие (декаметровые), метровые, дециметровые, сантиметровые, миллиметровые, субмиллиметровые. Последние пять диапазонов принято также называть ультракороткими волнами. Кроме того, в последние три диапазона входит СВЧ-излучение (а по некоторым источникам - и часть дециметрового диапазона 0.3…0.1 м).

#### ****Радиоволны****

Волны, имеющую длину больше, чем у ультракоротковолновых, не представляют большого интереса для сети передачи данных из-за низкой потенциальной скорости передачи данных. Поэтому рассматривать их не будем.

В сетях передачи данных нашли применения радиоволны УКВ диапазона, которые распространяются прямолинейно и не отражаются ионосферой (как КВ) и не огибая встречающиеся препятствия (как ДВ или СВ). Поэтому связь в сетях передачи данных, построенных на УКВ радиосредствах, ограничена по расстоянию (до 40 км). Для преодоления этого ограничения обычно используют ретрансляторы.

Разработчику радиосети приходится, в первую очередь, заниматься юридическими проблемами. Это объясняется тем, что любая передающая радиостанция, превышающая ограничение на выходную мощность, подлежит лицензированию. Национальными комитетами по лицензированию (или государственными органами, занимающимися лицензированием), как правило, выделяются частоты, не подлежащие лицензированию (в США комитетом FCC определены три таких диапазона: 902…928 МГц, 2.4…2.5 ГГц и 5.8…5.,9 ГГц, в Европейском сообществе ETSI определен диапазон, утвержденный директивой ЕС 1.88…1.90 ГГц). Однако в этом случае на передающее устройство накладывается ограничение по мощности (для США - 1 Вт).

Сети передачи данных бывают узкополосными (как правило, одночастотные) и широкополосными (широкополосные, как правило, организуются на нелицензируемых частотах). Широкополосные сети могут использовать либо метод множественного доступа с кодовым уплотнением каналов и модуляцией несущей прямой последовательностью (DS-CDMA, DFM), либо метод множественного доступа с кодовым уплотнением каналов за счет скачкообразного изменения частоты (FH-CDMA, FHM).

Стоит добавить, что при использовании радиоволн с миллиметровыми длинами волны и менее, придется столкнуться с тем, что качество радиосвязи будет зависеть от состояния атмосферы (туман, дым и т.д.).

Разновидностью радиосвязи можно считать спутниковую связь, отличием от наземной радиосвязи будет являться только то, что вместо наземного ретранслятора используется спутник-ретранслятор, находящийся на геостационарной орбите. При использовании спутника-ретранслятора снимается ограничение по расстоянию, но возникают задержки между приемом и передачей сигнала - задержки распространения, которые могут составить 0.5…5 с.

#### ****Инфракрасное излучение и видимый свет****

Источником инфракрасного излучения могут служить лазер или фотодиод. В отличие от радиоизлучения, инфракрасное излучение не может проникать сквозь стены, и сильный источник света будет являться для них помехой. Кроме того, при организации связи вне помещения на качество канала будет влиять состояние атмосферы. Инфракрасные сети передачи данных могут использовать прямое или рассеянное инфракрасное излучение. Сети, использующие прямое излучение, могут быть организованы по схеме "точка-точка" или через отражатель, закрепляющийся, как правило, на потолке. Организация сетей, использующих прямое излучение, требует очень точного наведения, особенно если в качестве источников наведения используются лазеры. Используемые частоты излучения 100…1000 ГГц, пропускная способность от 100 Кбит/с до 16 Мбит/с. Сети, использующие рассеянное излучение, не предъявляют требования к точной настройке, более того, позволяют абоненту перемещаться, но обладают меньшей пропускной способностью - не более 1 Мбит/с.

Использование в сетях передачи данных источника видимого света более проблематично, так как использующийся источник видимого света ( лазер) может нанести травму человеку (ожог глаз). Поэтому при организации сетей, использующих видимый свет, следует также решать проблемы исключения случайной травмы пользователя сети, обслуживающего персонала или случайных людей.

#### ****Основные понятия****

Среда передачи данных - физическая среда, по которой происходит передача сигналов, использующихся для представления информации

Радиоволны - электромагнитные волны с частотой меньше 6000 ГГц (с длиной волны больше 100 мкм).

Коаксиальный (coaxial) кабель (от co - совместно и axis - ось) представляет собой два соосных гибких металлических проводника, разделенных диэлектриком.

Витая пара - (twisted pair, TP) - кабель, в котором изолированная пара проводников скручена с небольшим числом витков на единицу длины. Существуют: экранированная (shielded twisted pair, STP) и неэкранированная (unshielded twisted pair, UTP) витые пары.

Двужильный или твинаксиальный (twinaxial) кабель - коаксиальный кабель с двумя проводящими жилами, каждая из которых помещена в свой собственный слой диэлектрика.

Триаксиальный (triaxial) кабель отличается от коаксиального тем, что содержит дополнительный медный экранирующий слой, который располагается между обычным экранирующим слоем и внешним покрытием.

Квадраксильный (quadrax) кабель - кабель, содержащий две жилы подобно твиаксиальному и окруженный подобно триаксиальному дополнительным экранирующим проводящим слоем.

Кабели с четырехслойной защитой (quadshield) - кабели такого типа содержат четыре чередующихся защитных слоя из фольги и металлической оплетки.

Волоконно-оптический кабель (fiber-optic cable) предназначен для организации физической сред передачи световых сигналов.

Мода (mode) - возможный путь распространения световых лучей по оптоволокну.

Одномодовый (single-mode) кабель- волоконно-оптический кабель, имеющий диаметр сечения стержня менее 10 мкм, в результате чего световые лучи внутри него могут распространяться только по одному маршруту.

Многомодовый (multimode) кабель - волоконно-оптический кабель, внутри стержня которого световые лучи могут распространяться по нескольким маршрутам.

Кабель со ступенчатым изменением коэффициента преломления (single-step fiber) - многомодовый волоконно-оптический кабель со скачкообразным коэффициентом преломления между сердечниками и оболочкой.

Кабель с плавным изменением коэффициента (graded-index fiber) - многомодовый волоконно-оптический кабель с плавным изменением коэффициента преломления между сердечниками и оболочкой.

#### ****Организации, занимающиеся стандартизацией сред передачи данных****

Компания IBM - спецификации ICS (IBM cable system)

Национальный электротехнический кодекс (National Electric Code, NEC). Документы NEC публикуются национальным противопожарным комитетом. В них описываются стандарты надежности общецелевых кабелей. Стандарты второго класса (CL2x) описывают общецелевые кабели, а коммуникационные стандарты (CMx) кабели, предназначенные для передачи информации. Наиболее строгими из стандартов являются CL2P, CM2P (Plenum), менее строгие стандарты CL2R, CM2R.

Underwriters laboratories (UL)

Специалисты организации UL выполняют тестирование, предназначенное для проверки условий, при которых кабели и устройства могут работать с надежностью, соответствующей их спецификации. Продукция успешно прошедшая эти тесты помещается в списки UL. Для классификации кабелей различного типа UL используют систему отметок, которая содержит пять уровней.

Объединенный комитет Ассоциация электронной промышленности/Ассоциация телекоммуникационной промышленности (TIA/EIA) разботал классификационные системы для витой пары: TIA/EIA-568/568А.

Международная организация по стандартизации/Международная электротехническая комиссия (ISO/IEC) разработали стандарт ISO/IEC 11801, определяющий спецификации на кабели и соединители.

Институт инженеров по радиотехнике и электронике (IEEE) разработал стандарт 802.11 на беспроводные сети

Под средой передачи данных понимают физическую субстанцию, по которой происходит передача электрических сигналов, использующихся для переноса той или иной информации, представленной в цифровой форме.

Среда передачи данных может быть естественной и искусственной. Естественная среда - это существующая в природе среда; чаще всего естественной средой для передачи сигналов является атмосфера Земли, но возможно также использование других сред - безвоздушного пространства, воды, грунта, корабельного корпуса и т.д. Соответственно под искусственными понимают среды, которые были специально изготовлены для использования в качестве среды передачи данных. Представителями искусственной среды являются, например, электрические и оптоволоконные (оптические) кабели.

**Искусственные среды. Классификация и применение**

Типичными и наиболее распространенными представителями искусственной среды передачи данных являются кабели. При создании сети передачи данных выбор осуществляется из следующих основных видов кабелей: волоконно-оптический (fiber), коаксиал (coaxial) и витая пара (twisted pair). При этом и коаксиал (коаксиальный кабель), и витая пара для передачи сигналов используют металлический проводник, а волоконно-оптический кабель - световод, сделанный из стекла или пластмассы.

При выборе кабеля, особенно электрического, возникает противоречие между достижением высокой скорости передачи и покрытием большого расстояния. Дело в том, что можно увеличить скорость передачи данных, но это уменьшает расстояние, на которое данные могут перемещаться без восстановления (регенерации

**Коаксиальный кабель**

Широкополосная сеть и кабельное телевидение используют важное достоинство коаксиального кабеля - его способность передавать в один и тот же момент множество сигналов. Каждый такой сигнал называется каналом. Все каналы организуются на разных частотах, поэтому они не мешают друг другу.

Коаксиальный кабель обладает широкой полосой пропускания; это означает, что в ней можно организовать передачу трафика на высоких скоростях. Он также устойчив к электромагнитным помехам (по сравнению с витой парой) и способен передавать сигналы на большое расстояние.

Существует несколько размеров коаксиального кабеля. Различают толстый (диаметром 0.5 дюйма) и тонкий (диаметром 0.25 дюйма) коаксиальные кабели. Толстый коаксиальный кабель более крепкий, стойкий к повреждению и может передавать данные на более длинные расстояния, но недостатком такого кабеля является сложность его подсоединения.

**Витая пара**

Витая пара (TP - twisted pair) - кабель, в котором изолированная пара проводников скручена с небольшим числом витков на единицу длины..В последние несколько лет производители витой пары научились передавать данные по своим кабелям с высокими скоростями и на большие расстояния. Современные достижения сделали возможной передачу данных по кабелю на витой паре со скоростью 1 Гбит/с (по 250 Мбит/с в каждой из 4 пар).

По сравнению с волоконно-оптическими и коаксиальными кабелями, использование витой пары обладает рядом существенных преимуществ. Такой кабель более тонкий, более гибкий и его проще устанавливать. Он также недорог. И вследствие этого, витая пара является идеальным средством передачи данных для офисов или рабочих групп, где нет электромагнитных помех.

Однако, витая пара обладает следующими недостатками: сильное воздействие внешних электромагнитных наводок, возможность утечки информации и сильное затухание сигналов. Кроме того, проводники витой пары подвержены поверхностному эффекту - при высокой частоте тока, электрический ток вытесняется из центра проводника, что приводит к уменьшению полезной площади проводника и дополнительному ослаблению сигнала.

**Волоконно-оптический кабель**

Волоконно-оптический кабель (fiber-optic cable) был разрекламирован как решение всех проблем, порождаемых медным кабелем. Такой кабель имеет огромную ширину полосы пропускания и может пересылать голосовые сигналы, видеосигналы и сигналы данных на очень большие расстояния. В связи с тем, что волоконно-оптический кабель для передачи данных использует световые импульсы, а не электричество, он оказывается невосприимчивым к электромагнитным помехам. Отличительной особенностью волоконно-оптического кабеля является также то, что он обеспечивает более высокую безопасность информации, чем медный кабель. Это связано с тем, что нарушитель не может подслушивать сигналы, а должен физически подключиться к линии связи. Для того чтобы добраться до информации, передаваемой по такому кабелю, должно быть подсоединено соответствующее устройство, а это, в свою очередь, приведет к уменьшению интенсивности светового излучения. К недостаткам волоконно-оптического кабеля следует отнести высокую стоимость и меньшее число возможных перекоммутаций по сравнению с электрическими кабелями, так как во время перекоммутаций появляются микротрещины в месте коммутации, что ведет к ухудшению качества оптоволокна.

Волоконно-оптический кабель бывает одномодовым и многомодовым. Одномодовый кабель имеет меньший диаметр световода (5-10 мкм) и допускает только прямолинейное распространение светового излучения (по центральной моде). В стержне многомодового кабеля свет может распространяться не только прямолинейно (по нескольким модам). Чем больше мод, тем уже пропускная способность кабеля. Для одномодового кабеля источником света является лазер, для многомодового - светодиод.

Одномодовый кабель обладает наилучшими характеристиками, но и является самым дорогим. Многомодовый кабель из пластика является самым дешевым, но обладает самыми худшими характеристиками.

**Естественные среды**

Рассматривая естественные среды передачи данных, сделаем следующие допущения: 1) так как наиболее используемой естественной средой является атмосфера (в основном, нижний слой - тропосфера), а различные сигналы распространяются в атмосфере по разному, то при рассмотрении данной среды различные виды сигналов будем рассматривать отдельно; 2) поскольку при спутниковой связи безвоздушная среда не накладывает каких-либо ограничений на проходящий через нее сигнал, а основные трудности сигнал спутниковой связи испытывает при прохождении атмосферы, - отдельно рассматривать безвоздушную среду не будем.

**Атмосфера**

Наибольшее распространение в качестве носителей данных в атмосфере получили электромагнитные волны. Здесь следует заметить, что от длины волны зависит характер распространения электромагнитных волн в атмосфере. Спектр электромагнитного излучения делится на радиоизлучение, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, гамма-излучение.

**Радиоволны**

В сетях передачи данных нашли применения радиоволны УКВ диапазона, которые распространяются прямолинейно и не отражаются ионосферой (как КВ) и не огибая встречающиеся препятствия (как ДВ или СВ). Поэтому связь в сетях передачи данных, построенных на УКВ радиосредствах, ограничена по расстоянию (до 40 км). Для преодоления этого ограничения обычно используют ретрансляторы.

Сети передачи данных бывают узкополосными (как правило, одночастотные) и широкополосными (широкополосные, как правило, организуются на нелицензируемых частотах). Широкополосные сети могут использовать либо метод множественного доступа с кодовым уплотнением каналов и модуляцией несущей прямой последовательностью (DS-CDMA, DFM), либо метод множественного доступа с кодовым уплотнением каналов за счет скачкообразного изменения частоты (FH-CDMA, FHM).

Стоит добавить, что при использовании радиоволн с миллиметровыми длинами волны и менее, придется столкнуться с тем, что качество радиосвязи будет зависеть от состояния атмосферы (туман, дым и т.д.).