Выбор и обоснование среды передачи данных

## 1. Общие характеристики среды передачи данных

Среды передачи данных разделяются на две категории. Кабельная среда передачи (носитель) - с центральным проводником, заключенным в пластиковую оболочку.

Кабели широко используются в небольших локальных сетях. Кабель обычно передает сигналы в нижней части электромагнитного спектра, что представляет собой обычный электрический ток и иногда радиоволны.

Беспроводная среда передачи данных предполагает использование более высоких частот электромагнитного спектра.

Это радиоволны, микроволны и инфракрасные лучи. Такая среда необходима для мобильных компьютеров или сетей, передающих данные на большие расстояния. Обычно она применяется в сетях предприятий и в глобальных сетях (в сотовом телефоне для передачи сигнала применяется микроволновый сигнал).

В сетях, охватывающих несколько географических пунктов, часто используется комбинация кабельной и беспроводной сред передачи данных.

При выборе оптимального типа носителя следует знать следующие характеристики среды передачи данных:

* стоимость;
* сложность установки;
* пропускную способность;
* затухание сигнала;
* подверженность электромагнитным помехам (EMI, Electro-Magnetic Interference);
* возможность несанкционированного прослушивания.

Стоимость. Стоимость каждой среды передачи данных следует сравнить с ее производительностью и доступными ресурсами.

Сложность установки. Сложность установки зависит от конкретной ситуации, но можно провести некоторое обобщенное сопоставление сред передачи данных. Одни типы носителей устанавливаются с помощью простых инструментов и не требуют большой подготовки, другие нуждаются в длительном обучении сотрудников, и их установку лучше предоставить профессионалам.

Пропускная способность. Возможности среды передачи данных обычно оцениваются по полосе пропускания. В коммуникациях понятие "полоса пропускания" означает диапазон частот, пропускаемых средой передачи данных. В сетях она оценивается по числу бит, которые можно передать через данный носитель в секунду. На полосу частот кабеля влияют также методы передачи сигналов.

Число узлов. 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.

Затухание сигналов. При передаче электромагнитные сигналы слабеют. Это явление называется затуханием.

Электромагнитные помехи. Электромагнитные помехи (EMI) влияют на передаваемый сигнал. Они вызываются внешними электромагнитными волнами, искажающими полезный сигнал, что затрудняет его декодирование принимающим компьютером. Некоторые среды передачи данных более подвержены электромагнитным помехам, чем другие. Помехи называют также шумами.

В качестве среды передачи данных в электронной связи можно использовать:

* коаксиальный кабель;
* витую пару проводов (twisted pair);
* волоконно оптический кабель;
* инфракрасное излучение;
* микроволновый диапазон радиоэфира;
* радиодиапазон эфира.

На сегодняшний день подавляющая часть компьютерных сетей в большинстве случаев для соединения использует провода или кабели.

Так, фирма Belden, ведущий производитель кабелей, публикует каталог, где предлагает более 2200 их типов. К счастью, в большинстве сетей применяются только три основные группы кабелей:

1. коаксиальный кабель (coaxial cable);
2. витая пара (twisted pair):

* неэкранированная (Unshielded Twisted Pair, UTP);
* экранированная (Shielded Twisted Pair, STP);

1. оптоволоконный кабель (fiber optic).

## 2. Кабели на основе витых пар

Витые пары проводов используются в самых дешевых и на сегодняшний день, пожалуй, самых популярных кабелях.

Кабель на основе витых пар представляет собой несколько пар скрученных изолированных медных проводов в единой диэлектрической (пластиковой) оболочке. Он довольно гибкий и удобный для прокладки.

Обычно в кабель входят две или четыре витые пары. Неэкранированные витые пары характеризуются слабой защищенностью от внешних электромагнитных помех, а также слабой защищенностью от подслушивания с целью, например, промышленного шпионажа.

Перехват передаваемой информации возможен как с помощью контактного метода (посредством двух иголочек, воткнутых в кабель), так и с помощью бесконтактного метода, сводящегося к радиоперехвату излучаемых кабелем электромагнитных полей. Для устранения этих недостатков применяется экранирование.

В случае экранированной витой пары STP каждая из витых пар помещается в металлическую оплетку-экран для уменьшения излучений кабеля, защиты от внешних электромагнитных помех и снижения взаимного влияния пар проводов друг на друга (crosstalk - перекрестные наводки). Естественно, экранированная витая пара гораздо дороже, чем неэкранированная, а при ее использовании необходимо применять и специальные экранированные разъемы, поэтому встречается она значительно реже, чем неэкранированная витая пара.

Основные достоинства неэкранированных витых пар - простота монтажа разъемов на концах кабеля, а также простота ремонта любых повреждений по сравнению с другими типами кабеля. Все остальные характеристики у них хуже, чем у других кабелей.

Согласно стандарту EIA/TIA 568 существуют пять категорий кабелей на основе неэкранированной витой пары (UTP).

## 3. Коаксиальные кабели

Коаксиальный кабель представляет собой электрический кабель, состоящий из центрального провода и металлической оплетки, разделенных между собой слоем диэлектрика (внутренней изоляции) и помещенных в общую внешнюю оболочку.

Коаксиальный кабель до недавнего времени был распространен наиболее широко, что связано с его высокой помехозащищенностью (благодаря металлической оплетке), а также более высокими, чем в случае витой пары, допустимыми скоростями передачи данных (до 500 Мбит/с) и большими допустимыми расстояниями передачи (до 1 км и выше).

К нему труднее механически подключиться для несанкционированного прослушивания сети, он также дает заметно меньше электромагнитных излучений вовне.

Однако монтаж и ремонт коаксиального кабеля существенно сложнее, чем витой пары, а стоимость его выше (он дороже примерно в 1,5-3 раза по сравнению с кабелем на основе витых пар). Сложнее и установка разъемов на концах кабеля. Поэтому его сейчас применяют реже, чем витую пару.

Основное применение коаксиальный кабель находит в сетях с топологией типа "шина".

При заземлении оплетки в двух или более точках из строя может выйти не только сетевое оборудование, но и компьютеры, подключенные к сети. Терминаторы должны быть обязательно согласованы с кабелем, то есть их сопротивление должно быть равно волновому сопротивлению кабеля.

Например, если используется 50-омный кабель, для него подходят только 50-омные терминаторы.

Существует два основных типа коаксиального кабеля:

1. тонкий (thin) кабель, имеющий диаметр около 0,5 см, более гибкий;
2. толстый (thick) кабель, имеющий диаметр около 1 см, значительно более жесткий. Он представляет собой классический вариант коаксиального кабеля, который уже почти полностью вытеснен более современным тонким кабелем.

Тонкий кабель используется для передачи на меньшие расстояния, чем толстый, так как в нем сигнал затухает сильнее. Зато с тонким кабелем гораздо удобнее работать: его можно оперативно проложить к каждому компьютеру, а толстый требует жесткой фиксации на стене помещения.

Подключение к тонкому кабелю (с помощью разъемов BNC байонетного типа) проще и не требует дополнительного оборудования, а для подключения к толстому кабелю надо использовать специальные довольно дорогие устройства, прокалывающие его оболочки и устанавливающие контакт - как с центральной жилой, так и с экраном.

Толстый кабель примерно вдвое дороже, чем тонкий. Поэтому тонкий кабель применяется гораздо чаще.

Стоимость в расчете на место. Тонкий коаксиальный кабель имеет более низкую цену в расчете на рабочую станцию - около $ 25. Можно приобрести эти кабели с уже подключенными разъемами.

Проложить такие кабели сможет любой - они просто соединяются цепочкой от компьютера к компьютеру.

Прокладка толстого коаксиального кабеля обычно стоит порядка $ 50 на станцию. Кроме того, для каждой станции потребуются трансиверы (около $ 100).

Ограничения по расстоянию. Общая длина шины на тонком коаксиальном кабеле ограничена 185 м. Толстый коаксиальный кабель имеет общее ограничение в 500 м (в структурах без повторителей).

## 4. Оптоволоконные кабели

Оптоволоконный (он же - волоконно-оптический) кабель - это принципиально иной тип кабеля по сравнению с рассмотренными двумя типами электрического или медного кабеля.

Информация по нему передается не электрическим сигналом, а световым. Главный его элемент - это прозрачное стекловолокно, по которому свет проходит на огромные расстояния (до десятков километров) с незначительным ослаблением.

Структура оптоволоконного кабеля очень проста и похожа на структуру коаксиального электрического кабеля, только вместо центрального медного провода здесь используется тонкое (диаметром порядка 1-10 мкм) стекловолокно, а вместо внутренней изоляции - стеклянная или пластиковая оболочка, не позволяющая свету выходить за пределы стекловолокна.

Оптоволоконный кабель обладает исключительными характеристиками по помехозащищенности и секретности передаваемой информации.

Никакие внешние электромагнитные помехи в принципе не способны исказить световой сигнал, а сам этот сигнал принципиально не порождает внешних электромагнитных излучений.

Подключиться к этому типу кабеля для несанкционированного прослушивания сети практически невозможно, так как это требует нарушения целостности кабеля.

Теоретически возможная полоса пропускания такого кабеля достигает величины 10 ГГц, что несравнимо выше, чем у любых электрических кабелей. Стоимость оптоволоконного кабеля постоянно снижается.

Типичная величина затухания сигнала в оптоволоконных кабелях на частотах, используемых в локальных сетях, составляет около 5 дБ/км. Самый главный из них - высокая сложность монтажа.

Хотя оптоволоконные кабели и допускают разветвление сигналов (для этого выпускаются специальные разветвители на 2-8 каналов), как правило, их используют для передачи данных только в одном направлении, между одним передатчиком и одним приемником.

Чувствителен он и к ионизирующим излучениям, из-за которых снижается прозрачность стекловолокна, т.е. увеличивается затухание сигнала. Оптоволоконные кабели чувствительны также к механическим воздействиям (удары, ультразвук) - так называемый микрофонный эффект. Для его уменьшения используют мягкие звукопоглощающие оболочки.

Применяют оптоволоконный кабель только в сетях с топологией "звезда" и "кольцо". Никаких проблем согласования и заземления в данном случае не существует. Кабель обеспечивает идеальную гальваническую развязку компьютеров сети.

Существуют два различных типа оптоволоконных кабелей:

1. многомодовый (или мультимодовый) кабель - более дешевый, но менее качественный;
2. одномодовый кабель - более дорогой, но имеющий лучшие характеристики.

Одномодовый кабель имеет диаметр центрального волокна около 1,3 мкм и передает свет только с такой же длиной волны (1,3 мкм).

В многомодовом кабеле траектории световых лучей имеют заметный разброс, в результате чего форма сигнала на приемном конце кабеля искажается. Центральное волокно имеет диаметр 62,5 мкм, а диаметр внешней оболочки - 125 мкм (это иногда обозначается как 62,5/125). Длина волны света в многомодовом кабеле равна 0,85 мкм.

Допустимая длина кабеля достигает 2-5 км.

Типичная величина задержки для наиболее распространенных кабелей составляет 4-5 нс/м.

Ограничения по расстоянию. В Ethernet 10Base-FL расстояние многомодового волоконно-оптического кабеля ограничивается 2000 м, а при использовании Fast Ethernet 100Base-F - 400 м.

Оба ограничения связаны с временными характеристиками Ethernet, а не со свойствами самого кабеля.

Предел пропускной способности для современных волоконно-оптических кабелей составляет 622 Мбит/с на расстоянии 1000 м. При каждом сокращении длины кабеля вдвое его полоса пропускания удваивается.

Радиоканал использует передачу информации с использованием радиоволн, поэтому он может обеспечить связь на многие десятки, сотни и даже тысячи километров.

Скорость передачи может достигать десятков мегабит в секунду (здесь многое зависит от выбранной длины волны и способа кодирования). Однако в локальных сетях радиоканал не получил широкого распространения из-за довольно высокой стоимости передающих и приемных устройств, низкой помехозащищенности, полного отсутствия секретности передаваемой информации и низкой надежности связи.

А вот для глобальных сетей радиоканал часто является единственно возможным решением, так как позволяет с помощью спутников-ретрансляторов сравнительно просто обеспечить связь со всем миром. Используют радиоканал и для связи двух и более локальных сетей, находящихся далеко друг от друга, в единую сеть.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Частота | Характеристики и рекомендации |
| 900 МГц с 1 к! ре дачей сигнала в широком спектре | Такие решения обычно обеспечивают полосу пропускания 2 Мбит/с на расстояние в 5 000 м. Эти радиосети функционируют во многом аналогично сотовым телефонам и не требуют расположения передатчика и приемника в зоне прямой видимости. Стоимость их составляет, как правило, около $ 5 000 на станцию |
| 2,4 ГГц  с передачей  сигнала  в широком  спектре | Использование диапазона 2,4 ГГц лицензируется FCC, и в настоящее время планируется выпуск устройств, которые будут работать в данном диапазоне |
| 6 ГГц  с передачей  сигнала  в широком  спектре | Решения в диапазоне 5,8 ГГц обеспечивают передачу данных со скоростью около 6 Мбит/с на расстояние до 244 м. Эти устройства потребляют мало электроэнергии и обеспечивают большую пропускную способность, чем 900 МГц-варианты, но не подходят для связи на значительные расстояния. Стоимость составляет около $ 1 000 на станцию |
| Микроволновая передача на частоте 23 ГГц | Микроволновая передача на частоте 23 ГГц обладает среди беспроводных решений наилучшими характеристиками в плане производительности и расстояния. Такие решения реализуются по схеме "точка-точка", а приемник и передатчик должны находиться в зоне прямой видимости. Они позволяют передавать данные со скоростью 6 Мбит/с на расстояние до 50 км, но очень подвержены влиянию погоды и достаточно дороги. Стоимость в расчете на станцию составляет обычно $ 15 000 |

Инфракрасный канал также не требует соединительных проводов, так как использует для связи инфракрасное излучение (подобно пульту дистанционного управления домашнего телевизора).

Главное его преимущество по сравнению с радиоканалом - нечувствительность к электромагнитным помехам, что позволяет применять его, например, в производственных условиях.

Правда, в данном случае требуется довольно высокая мощность передачи, чтобы не влияли никакие другие источники теплового (инфракрасного) излучения. Плохо работает инфракрасная связь и в условиях сильной запыленности воздуха.

Предельные скорости передачи информации по инфракрасному каналу не превышают 5-10 Мбит/с.

Инфракрасные каналы делятся на две группы.

1. Каналы прямой видимости, в которых связь осуществляется на лучах, идущих непосредственно от передатчика к приемнику. При этом связь возможна только при отсутствии препятствий между компьютерами сети. Протяженность канала прямой видимости может достигать нескольких километров.
2. Каналы на рассеянном излучении, которые работают на сигналах, отраженных от стен, потолка, пола и других препятствий. Препятствия в данном случае не страшны, но связь может осуществляться только в пределах одного помещения.