

Тема 10. Среда передачи: проводная и беспроводная. Коаксиальный кабель, витая пара, оптоволокно. Радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение.

Проводная и беспроводная среда передачи. Коаксиальный кабель, как основная среда для реализации сети по топологии шина. Основные конструктивные элементы, помехозащищенность, технологичность, проблемы обслуживания и монтажа, стоимость. Витая пара, как основная среда для построения сети по топологии звезда. Категории витой пары, отличия, конструктивные элементы, помехозащищенность, ограничения и стоимость реализации. Принцип функционирования оптических сред передачи даны. Одномодовый и многомодовый (с линейным и градиентным коэффициентом преломления) кабель. Скорости, особенности монтажа, расстояния, модернизация, стоимость и безопасность реализации сети на базе оптоволоконного кабеля. Радиосети. Радиорелейные сети. Спутниковая связь. Сети транкинговой связи. Инфракрасные беспроводные сети, скорости, расстояния и особенности реализации. Структура, классификация, протоколы систем мобильной связи. Методы передачи данных на физическом уровне. Основы кодирования сигналов. Физическое кодирование. Потенциальное и импульсное кодирование. Аналоговая модуляция и методы аналоговой модуляции. Цифровое кодирование. Логическое кодирование. Дискретная модуляция аналоговых сигналов.

На самом нижнем уровне сетевых коммуникаций находится носитель, по которому передаются данные. В отношении передачи данных термин *media*¹ (носитель, среда передачи данных) может включать в себя как кабельные, так и беспроводные технологии.

Типы кабелей

Существует несколько различных видов кабелей, используемых в современных сетях. Различные сетевые ситуации могут потребовать различных типов кабелей.

Кабель типа «витая пара» – twisted pair

Представляет собой сетевой носитель, используемый во многих сетевых топологиях, включая Ethernet, ARCNet, IBM Token Ring.

Витая пара бывает двух видов.

1. Неэкранированная витая пара.

Имеется пять категорий неэкранированной витой пары. Они нумеруются по порядку возрастания качества от CAT1 до CAT5. Кабели более высокой категории обычно содержат больше пар проводников, и эти проводники имеют больше витков на единицу длины.

CAT1 – телефонный кабель, не поддерживает цифровой передачи данных.

¹ **Network medium** (сетевой носитель). Кабель — либо металлический, либо оптоволоконный, который связывает компьютеры в сети. Этот термин также используется для описания частот, используемых в беспроводных сетевых коммуникациях.

CAT2 – представляет собой редко используемый старый тип неэкранированной витой пары. Он поддерживает скорость передачи данных до 4 Мбит/с.

CAT3 – минимальный уровень неэкранированной витой пары, требуемый для сегодняшних цифровых сетей, имеет пропускную способность 10 Мбит/с.

CAT4 – промежуточная спецификация кабеля, поддерживающая скорость передачи данных до 16 Мбит/с.

CAT5 – наиболее эффективный тип неэкранированной витой пары, поддерживающий скорость передачи данных до 100 Мбит/с.

Кабели неэкранированной витой пары соединяют сетевую карту каждого компьютера с сетевой панелью или с сетевым концентратором с помощью соединителя RJ-45 для каждой точки соединения.

Примером такой конфигурации является стандарт на сеть Ethernet 10Base-T, который характеризуется кабелем неэкранированная витая пара (от CAT3 до CAT5) и использованием соединителя RJ-45.

Недостатки:

- чувствительность к помехам со стороны внешних электромагнитных источников;
- взаимное наложение сигнала между смежными проводами;
- неэкранированная витая пара уязвима для перехвата сигнала;
- большое затухание сигнала по пути (ограничение до 100 м).

2. Экранированная витая пара.

Имеет схожую конструкцию, что и предыдущая, подчиняется тому же 100-метровому ограничению. Обычно содержит в середине четыре или более пары скрученных медных изолированных проводов, а также электрически заземленную плетеную медную сетку или алюминиевую фольгу, создавая экран от внешнего электромагнитного воздействия.

Недостатки:

- кабель менее гибок;
- требует электрического заземления.

Коаксиальный кабель

Этот тип кабеля состоит из центрального медного проводника, более толстого, чем провода в кабеле типа витая пара. Центральный проводник покрыт слоем пенистого пластикового изолирующего материала, который в свою очередь окружен вторым проводником, обычно плетеной медной сеткой или алюминиевой фольгой. Внешний проводник не используется для передачи данных, а выступает как заземление.

Коаксиальный кабель может передавать данные со скоростью до 10 Мбит/с на максимальное расстояние от 185 м до 500 м.

Двумя основными типами коаксиального кабеля, используемого в локальных сетях, является «Толстый Ethernet» (Thicknet) и «Тонкий Ethernet» (Thinnet).

1. Thinnet.

Также известен как кабель RG-58, является наиболее используемым. Он наиболее гибок из всех типов коаксиальных кабелей, имеет толщину примерно 6 мм. Он может использоваться для соединения каждого компьютера с другими компьютерами в локальной сети с помощью T-коннектора, British Naval Connector (BNC)-коннектора и 50-Омных заглушек (terminator терминаторов). Используется в основном для сетей типа 10Base-2 Ethernet.

Эта конфигурация поддерживает передачу данных со скоростью до 10 Мбит/с на максимальное расстояние до 185 м между повторителями.

2. Thicnet.

Является более толстым и более дорогим коаксиальным кабелем. По конструкции он схож с предыдущим, но менее гибок. Используется как основа для сетей 10Base-5 Ethernet. Этот кабель имеет маркировку RG-8 или RG-11, приблизительно 12 мм в диаметре. Он используется в виде линейной шины. Для подключения к каждой сетевой плате используется специальный внешний трансивер AUI (Attachment unit interface) и «вампир» (ответвление), пронизывающее оболочку кабеля для получения доступа к проводу.

Имеет толстый центральный проводник, который обеспечивает надежную передачу данных на расстояние до 500 м на сегмент кабеля. Часто используется для создания соединительных магистралей. Скорость передачи данных до 10 Мбит/с.

Оптоволоконный кабель

Обеспечивают превосходную скорость передачи информации на большие расстояния. Они не восприимчивы к электромагнитному шуму и подслушиванию.

Он состоит из центрального стеклянного или пластикового проводника, окруженного другим слоем стеклянного или пластикового покрытия, и внешней защитной оболочки. Данные передаются по кабелю с помощью лазерного или светодиодного передатчика, который посылает однонаправленные световые импульсы через центральное стеклянное волокно. Стеклянное покрытие помогает поддерживать фокусировку света во внутреннем проводнике. На другом конце проводника сигнал принимается фотодиодным приемником, преобразующем световые сигналы в электрический сигнал.

Скорость передачи данных для оптоволоконного кабеля достигает от 100 Мбит/с до 2 Гбит/с. Данные могут быть надежно переданы на расстояние до 2 км без повторителя.

Световые импульсы двигаются только в одном направлении, поэтому необходимо иметь два проводника: входящий и исходящий кабели.

Этот кабель сложен в установке, является самым дорогим типом кабеля.

При планировании сети или расширении существующей сети необходимо четко рассмотреть несколько вопросов, касающихся кабелей:

стоимость, расстояние, скорость передачи данных, легкость установки, количество поддерживаемых узлов.

Сравнение типов кабелей по скорости передачи данных, стоимости кабелей, сложности установки, максимального расстояния передачи данных представлено в таблице 1.

Количество узлов на сегмент и узлов в сети при построении сетей с различным использованием кабелей представлено в таблице 2.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика кабелей

Тип	Скорость, Мбит/с	Длина, м	Установка	Цена
10Base-T	10	100	Легкая	Самый дешевый
100Base-T	100	100	Легкая	Дороже
Экранированная витая пара	16-155	100	Средней сложности	Еще дороже
10Base-2	10	185	Средней сложности	Недорогой
10Base-5	10	500	Сложнее, чем пред.	Дороже большинства кабелей
Оптоволокно	100-2000	2000	Самая сложная	Самый дорогой

Таблица 2 – Количество узлов в зависимости от типа сети

Тип сети	Узлов на сегмент	Узлов на сеть
10Base-T	1	1024
10Base-F	3	1024
100Base-T	1	1024
10Base-2 (5 сегментов, только в 3-х могут быть сервера)	30	900 (1024)
10Base-5 (5 сегментов, только в 3-х могут быть сервера)	100	1024

Сравнение типов кабелей по скорости передачи данных, стоимости кабелей, сложности установки, максимального расстояния передачи данных представлено в таблице 1.

Количество узлов на сегмент и узлов в сети при построении сетей с различным использованием кабелей представлено в таблице 2.

Методы передачи дискретных данных на физическом уровне

При передаче дискретных данных по каналам связи применяются два основных типа физического кодирования - на основе синусоидального несущего сигнала и на основе последовательности прямоугольных

импульсов. Первый способ часто называется также модуляцией или аналоговой модуляцией, подчеркивая тот факт, что кодирование осуществляется за счет изменения параметров аналогового сигнала. Второй способ обычно называют цифровым кодированием. Эти способы отличаются шириной спектра результирующего сигнала и сложностью аппаратуры, необходимой для их реализации.

При использовании прямоугольных импульсов спектр результирующего сигнала получается весьма широким. Это не удивительно, если вспомнить, что спектр идеального импульса имеет бесконечную ширину. Применение синусоиды приводит к спектру гораздо меньшей ширины при той же скорости передачи информации. Однако для реализации синусоидальной модуляции требуется более сложная и дорогая аппаратура, чем для реализации прямоугольных импульсов.

В настоящее время все чаще данные, изначально имеющие аналоговую форму - речь, телевизионное изображение, - передаются по каналам связи в дискретном виде, то есть в виде последовательности единиц и нулей. Процесс представления аналоговой информации в дискретной форме называется дискретной модуляцией. Термины «модуляция» и «кодирование» часто используют как синонимы.

Аналоговая модуляция

Аналоговая модуляция применяется для передачи дискретных данных по каналам с узкой полосой частот, типичным представителем которых является канал тональной частоты, предоставляемый в распоряжение пользователям общественных телефонных сетей. Типичная амплитудно-частотная характеристика канала тональной частоты представлена на рис. 1. Этот канал передает частоты в диапазоне от 300 до 3400 Гц, таким образом, его полоса пропускания равна 3100 Гц. Хотя человеческий голос имеет гораздо более широкий спектр - примерно от 100 Гц до 10 кГц, - для приемлемого качества передачи речи диапазон в 3100 Гц является хорошим решением. Строгое ограничение полосы пропускания тонального канала связано с использованием аппаратуры уплотнения и коммутации каналов в телефонных сетях.

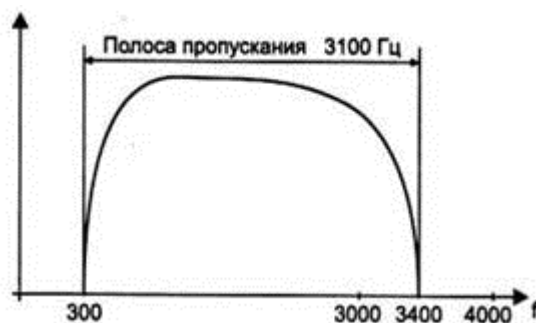


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика канала тональной частоты

Устройство, которое выполняет функции модуляции несущей синусоиды на передающей стороне и демодуляции на приемной стороне, носит название модем (модулятор - демодулятор).

Методы аналоговой модуляции

Аналоговая модуляция является таким способом физического кодирования, при котором информация кодируется изменением амплитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала несущей частоты. Основные способы аналоговой модуляции показаны на рис. 2. На диаграмме (рис. 2, а) показана последовательность бит исходной информации, представленная потенциалами высокого уровня для логической единицы и потенциалом нулевого уровня для логического нуля. Такой способ кодирования называется потенциальным кодом, который часто используется при передаче данных между блоками компьютера.

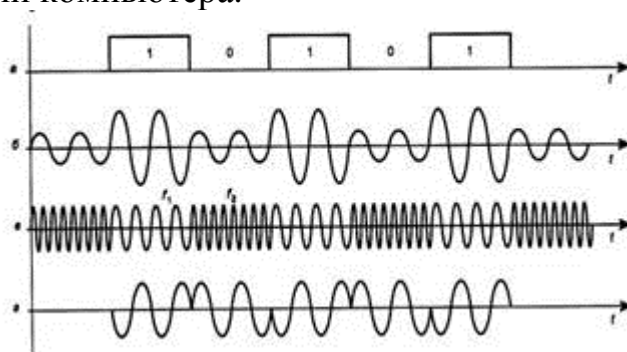


Рис. 2. Различные типы модуляции

При амплитудной модуляции (рис. 2, б) для логической единицы выбирается один уровень амплитуды синусоиды несущей частоты, а для логического нуля - другой. Этот способ редко используется в чистом виде на практике из-за низкой помехоустойчивости, но часто применяется в сочетании с другим видом модуляции - фазовой модуляцией.

При частотной модуляции (рис. 2, в) значения 0 и 1 исходных данных передаются синусоидами с различной частотой - f_0 и f_1 . Этот способ модуляции не требует сложных схем в модемах и обычно применяется в низкоскоростных модемах, работающих на скоростях 300 или 1200 бит/с.

При фазовой модуляции (рис. 2, г) значениям данных 0 и 1 соответствуют сигналы одинаковой частоты, но с различной фазой, например 0 и 180 градусов или 0,90,180 и 270 градусов.

В скоростных модемах часто используются комбинированные методы модуляции, как правило, амплитудная в сочетании с фазовой.

Спектр модулированного сигнала

Спектр результирующего модулированного сигнала зависит от типа модуляции и скорости модуляции, то есть желаемой скорости передачи бит исходной информации.

Рассмотрим сначала спектр сигнала при потенциальном кодировании. Пусть логическая единица кодируется положительным потенциалом, а логический ноль - отрицательным потенциалом такой же величины. Для упрощения вычислений предположим, что передается информация,

состоящая из бесконечной последовательности чередующихся единиц и нулей, как это и показано на рис. 2, а. Заметим, что в данном случае величины бод и бит в секунду совпадают.

Для потенциального кодирования спектр непосредственно получается из формул Фурье для периодической функции. Если дискретные данные передаются с битовой скоростью N бит/с, то спектр состоит из постоянной составляющей нулевой частоты и бесконечного ряда гармоник с частотами $f_0, 3f_0, 5f_0, 7f_0, \dots$, где $f_0 = N/2$. Амплитуды этих гармоник убывают достаточно медленно - с коэффициентами $1/3, 1/5, 1/7, \dots$ от амплитуды гармоники f_0 (рис. 3, а). В результате спектр потенциального кода требует для качественной передачи широкую полосу пропускания. Кроме того, нужно учесть, что реально спектр сигнала постоянно меняется в зависимости от того, какие данные передаются по линии связи. Например, передача длинной последовательности нулей или единиц сдвигает спектр в сторону низких частот, а в крайнем случае, когда передаваемые данные состоят только из единиц (или только из нулей), спектр состоит из гармоники нулевой частоты. При передаче чередующихся единиц и нулей постоянная составляющая отсутствует. Поэтому спектр результирующего сигнала потенциального кода при передаче произвольных данных занимает полосу от некоторой величины, близкой к 0 Гц, до примерно $7f_0$ (гармониками с частотами выше $7f_0$ можно пренебречь из-за их малого вклада в результирующий сигнал). Для канала тональной частоты верхняя граница при потенциальном кодировании достигается для скорости передачи данных в 971 бит/с, а нижняя неприемлема для любых скоростей, так как полоса пропускания канала начинается с 300 Гц. В результате потенциальные коды на каналах тональной частоты никогда не используются.

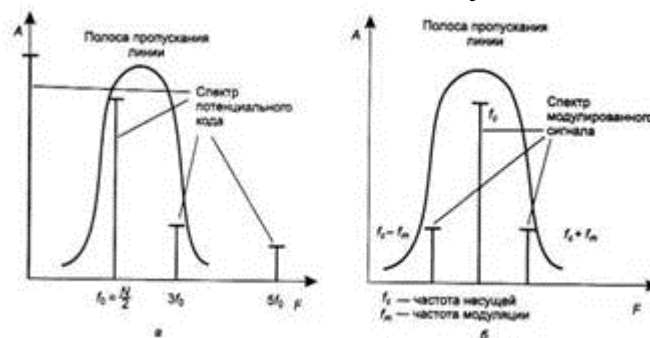


Рис. 3. Спектры сигналов при потенциальном кодировании и амплитудной модуляции

При амплитудной модуляции спектр состоит из синусоиды несущей частоты f_c и двух боковых гармоник: $(f_c + f_m)$ и $(f_c - f_m)$, где f_m - частота изменения информационного параметра синусоиды, которая совпадает со скоростью передачи данных при использовании двух уровней амплитуды (рис. 3, б). Частота f_m определяет пропускную способность линии при данном способе кодирования. При небольшой частоте модуляции ширина спектра сигнала будет также небольшой (равной $2f_m$), поэтому сигналы не будут искажаться линией, если ее полоса пропускания будет больше или

равна $2f_m$. Для канала тональной частоты такой способ модуляции приемлем при скорости передачи данных не больше $3100/2=1550$ бит/с. Если же для представления данных используются 4 уровня амплитуды, то пропускная способность канала повышается до 3100 бит/с.

При фазовой и частотной модуляции спектр сигнала получается более сложным, чем при амплитудной модуляции, так как боковых гармоник здесь образуется более двух, но они также симметрично расположены относительно основной несущей частоты, а их амплитуды быстро убывают. Поэтому эти виды модуляции также хорошо подходят для передачи данных по каналу тональной частоты.

Для повышения скорости передачи данных используют комбинированные методы модуляции. Наиболее распространенными являются методы квадратурной амплитудной модуляции (Quadrature Amplitude Modulation, QAM). Эти методы основаны на сочетании фазовой модуляции с 8 значениями величин сдвига фазы и амплитудной модуляции с 4 уровнями амплитуды. Однако из возможных 32 комбинаций сигнала используются далеко не все. Например, в кодах Треллиса допустимы всего 6,7 или 8 комбинаций для представления исходных данных, а остальные комбинации являются запрещенными. Такая избыточность кодирования требуется для распознавания модемом ошибочных сигналов, являющихся следствием искажений из-за помех, которые на телефонных каналах, особенно коммутируемых, весьма значительны по амплитуде и продолжительны по времени.

БЕСПРОВОДНЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ

В последние годы беспроводные локальные сети заняли существенную нишу на рынке локальных сетей. Все больше и больше организаций считают, что беспроводные сети являются необходимым дополнением традиционных проводных локальных сетей, удовлетворяющим требованиям мобильности, возможности передислокации, организации эпизодических сетей и охвата мест труднодоступных при использовании проводных методов.

В данном разделе дается обзор беспроводных локальных сетей. Вначале приводятся мотивы использования таких сетей и обобщаются различные подходы. В следующих трех подразделах подробнее исследуются три основных типа беспроводных локальных сетей, классифицированных согласно технологии передачи: сети передачи в инфракрасном диапазоне, сети с расширенным спектром и сети с узкополосной СВЧ-передачей.

Беспроводная локальная сеть связана с беспроводной средой передачи. До недавнего времени беспроводные сети использовались не очень интенсивно. Среди причин — высокие цены, низкие скорости передачи данных, проблемы профессиональной безопасности и необходимость лицензирования. По мере того как решались эти проблемы, популярность беспроводных локальных сетей быстро росла. В данном разделе мы вначале рассмотрим требования к беспроводным локальным сетям и преимущества

этих сетей, после чего перейдем к обзору ключевых подходов к реализации локальных сетей.

Применение беспроводных локальных сетей

Существуют четыре области применения беспроводных локальных сетей: расширение локальных сетей, связь зданий, кочевой доступ и создание эпизодических сетей.

Расширение локальных сетей

Ранние продукты рынка беспроводных локальных сетей, появившегося в конце 1980-х, представлялись как замена традиционных проводных локальных сетей. Беспроводные локальные сети экономят средства на прокладку кабеля локальных сетей, облегчают задачу передислокации и другие модификации структуры сети. Впрочем, события опередили этот мотив использования беспроводных локальных сетей. Во-первых, по мере того, как становилась понятнее необходимость использования локальных сетей, архитекторы разрабатывали новые здания, изначально включающие кабелепроводку, которую можно было использовать для нужд сферы информационных технологий. Во-вторых, с прогрессом в технологии передачи данных бурно развилось использование в локальных сетях витой пары. Большинство старых зданий уже в изобилии снабжено кабелями категории 3; многие новые здания имеют кабели категории 5. Следовательно, замены проводных локальных сетей беспроводными в широких масштабах не произошло.

Впрочем, существуют среды, в беспроводные локальные сети нашли себя как альтернатива проводным. Примеры: здания с большими открытыми территориями, такие, как предприятия обрабатывающей промышленности, операционные этажи фондовых бирж и склады, исторические строения с недостаточным объемом проложенных витых пар, в которых запрещено сверление каналов под проводку, а также небольшие офисы, в которых установка и эксплуатация проводных локальных сетей неэкономична. Во всех названных случаях беспроводные локальные сети предоставляют эффективную и более привлекательную альтернативу. В большинстве из названных случаев в организации также будет существовать проводная локальная сеть для поддержки серверов и нескольких стационарных рабочих станций. Например, на предприятиях офисная территория обычно отделена от заводских этажей, но должна быть с ними связана с целью организации сети. Таким образом, беспроводные и проводные сети одного здания обычно связываются. Такая область применения беспроводных сетей называется расширением локальной сети.

На рис. 4.1 показан пример конфигурации беспроводной локальной сети, типичной для большинства сред. Имеется магистральная проводная локальная сеть, такая, как Ethernet, поддерживающая серверы, рабочие станции и один или несколько мостов или маршрутизаторов для связи с другими сетями. Имеется также модуль управления (control module — CM), действующий как устройство сопряжения с беспроводной сетью. Модуль управления обладает функциональными возможностями моста или маршрутизатора для связи беспроводной локальной сети и магистрали. Кроме того, он включает

некоторую логику управления доступом, такую, как механизм опроса или схему передачи маркера для регулирования доступа от конечных систем. Отметим, что некоторые из конечных систем являются самостоятельными устройствами, такими, как рабочая станция или сервер. Частью конфигурации могут быть также концентраторы или другие пользовательские модули (user module — UM), управляющие несколькими станциями вне проводной локальной сети.

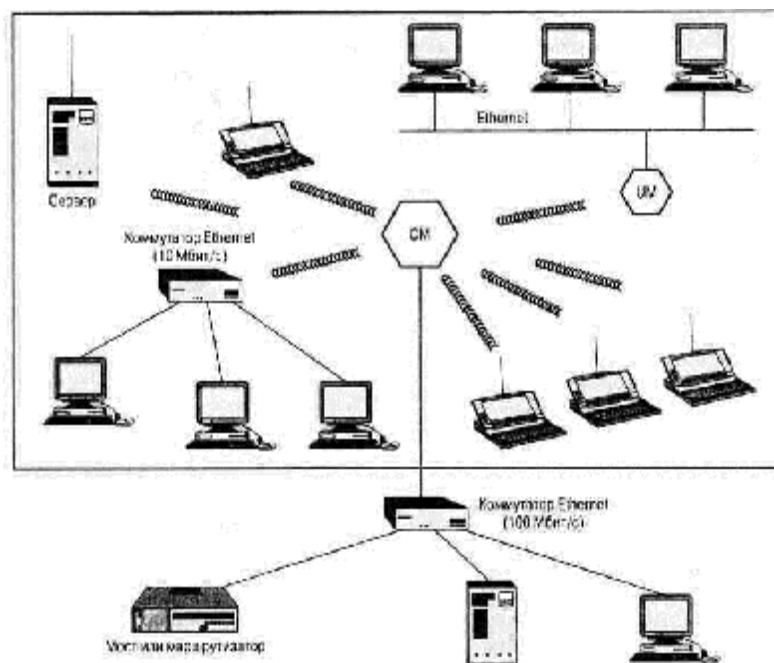


Рисунок 4.1 - Пример одноячеечной конфигурации беспроводной локальной сети

Конфигурацию, представленную на рис. 4.1, можно назвать одноячеечной беспроводной локальной сетью; все беспроводные конечные системы находятся в сфере влияния одного модуля управления. Другая распространенная конфигурация представляет собой многоячеечную беспроводную локальную сеть (рис. 4.2). В этом случае имеем несколько модулей управления, связанных проводной локальной сетью. Каждый модуль управления поддерживает несколько беспроводных конечных систем в пределах своей области связи. Например, в локальной сети, использующей передачу в инфракрасном диапазоне, передача ограничена одной комнатой; следовательно, для каждой комнаты офисного здания, нуждающегося в беспроводной поддержке, нужна отдельная ячейка.

Связь зданий

Еще одним применением технологии беспроводных сетей является соединение локальных сетей близлежащих зданий, имеющих проводные или беспроводные локальные сети. В этом случае между двумя зданиями используется двухточечный беспроводный канал связи. Как правило, таким образом соединяются мосты или маршрутизаторы. Этот единственный канал передачи данных сам по себе не является локальной сетью, но его принято

рассматривать как один из способов применения беспроводных локальных сетей.

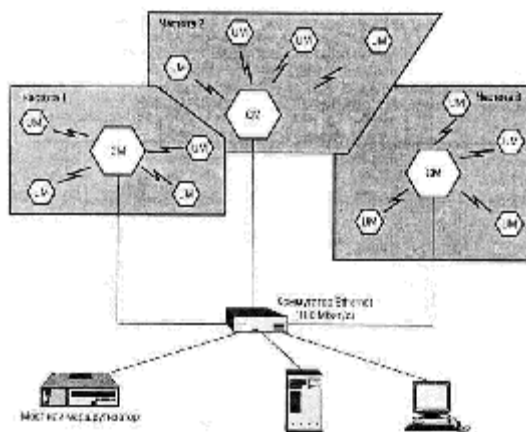


Рисунок 4.2 - Пример многоячеечной конфигурации беспроводной локальной сети

Кочевой доступ

Кочевой доступ предлагает беспроводный канал связи между концентратором локальной сети и мобильным информационным терминалом, снабженным антенной, таким, как лэптоп или ноутбук. Одним из примеров применения такого соединения является передача сотрудником, вернувшимся из командировки, данных из персонального портативного компьютера на сервер в офисе. Кочевой доступ также полезен в обширной среде, такой, как кампус или предприятие, функционирующее за пределами блока зданий. В обоих случаях пользователи со своими портативными компьютерами могут перемещаться и могут связываться с серверами проводной локальной сети из различных мест.

Организация эпизодических сетей

Эпизодическая сеть — это одноранговая сеть (без централизованного сервера), настроенная временно для срочного удовлетворения некоторых потребностей. Например, группа сотрудников, каждый из которых обладает лэптопом или карманным компьютером, может собраться в конференц-зале для деловой или классной встречи. Сотрудники соединяют свои компьютеры во временную сеть только на период встречи.

На рис. 4.3 показаны отличия беспроводной локальной сети, удовлетворяющей требованиям расширения сети и кочевого доступа, от эпизодической беспроводной локальной сети. В первом случае беспроводная сеть формирует стационарную инфраструктуру, состоящую из одной или нескольких ячеек с модулем управления в каждой. Каждая ячейка может иметь несколько стационарных конечных систем. Кочующие станции могут перемещаться из одной ячейки в другую. В эпизодической сети такая инфраструктура отсутствует. В этом случае имеем набор равноправных станций

в пределах досягаемости друг друга, которые могут динамически организоваться во временную сеть.

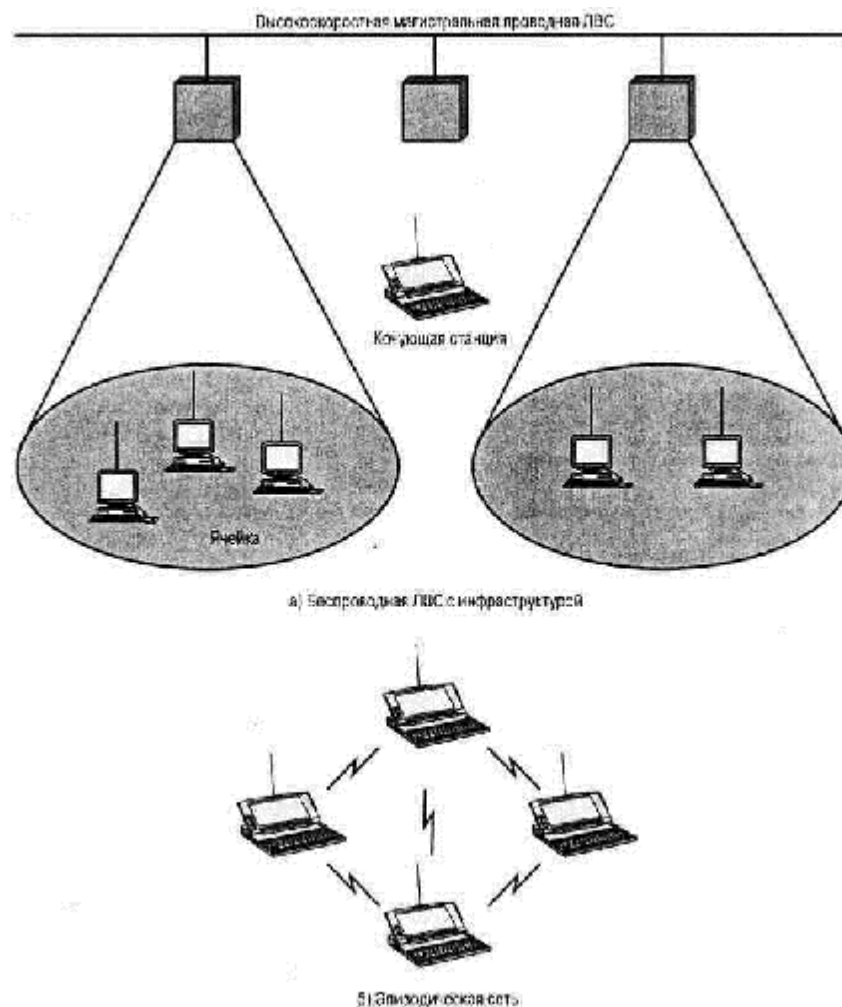


Рисунок 4.3 - Конфигурации беспроводных локальных сетей

Требования к беспроводным локальным сетям

Беспроводные сети должны удовлетворять некоторым требованиям, типичным для всех локальных сетей, в том числе: высокая пропускная способность, возможность охвата небольших расстояний, связность подключенных станций и возможность широковещания. Кроме того, существует набор требований, характерных только для беспроводных локальных сетей. Перечислим важнейшие из них.

- Производительность. Протокол управления доступом к среде должен максимально эффективно использовать беспроводную среду для максимизации пропускной способности.
- Число узлов. От беспроводных локальных сетей может требоваться поддержка сотен узлов из множества ячеек.
- Соединение с магистральной локальной сетью. В большинстве случаев требуется взаимосвязь со станциями магистральной локальной сети. Для беспроводных локальных сетей, имеющих внутреннюю инфраструктуру, это

требование легко удовлетворяется посредством использования модулей управления, присоединяемых к локальным сетям обоих типов. Может также понадобиться специальное помещение для мобильных пользователей и организация эпизодических беспроводных сетей.

- Обслуживаемая область. Типичная сфера охвата беспроводной локальной сети имеет диаметр 100-300 м.

- Потребление питания от батарей. Мобильные сотрудники используют рабочие станции с питанием от батарей, потребление которого не должно быть большим при использовании беспроводных адаптеров. Это делает неприменимым протокол МАС, требующий, чтобы мобильные узлы постоянно следили за точками доступа или часто связывались с основной станцией.

- Устойчивость передачи и безопасность. Беспроводные сети, если они разработаны неправильно, могут быть подвержены интерференции и легко прослушиваться. Структура беспроводной локальной сети должна обеспечивать надежную передачу даже в обстановке шума, а также некоторый уровень защиты от прослушивания.

- Совместная работа в сети. С ростом популярности беспроводных сетей повысилась вероятность того, что две или более сетей будут работать в одной области или в нескольких областях, допускающих интерференцию разных локальных сетей. Такая интерференция может мешать нормальной работе алгоритма МАС и способствовать несанкционированному доступу к отдельной локальной сети.

- Работа без лицензии. Пользователи желали бы приобретать продукты рынка беспроводных локальных сетей и работать с ними на нелицензируемой полосе частот.

- Переключение/роуминг. Протокол МАС, используемый в беспроводных локальных сетях, должен позволять мобильным станциям перемещаться из одной ячейки в другую.

- Динамическая конфигурация. МАС-адресация и сетевое управление локальной сети должны позволять динамическое и автоматическое добавление, удаление и передислокацию конечных систем, не причиняя неудобств другим пользователям.

На рис. 4.4 представлены диаграммы Кивиата (Диаграмма Кивиата является графическим средством сравнения систем по нескольким параметрам. Переменные располагаются через равные угловые интервалы. На каждой оси ставится одна точка, соответствующая данной системе; соединение точек образует контур, являющийся характеристикой системы) для сравнения беспроводных локальных сетей, проводных локальных сетей и мобильных сетей передачи данных.

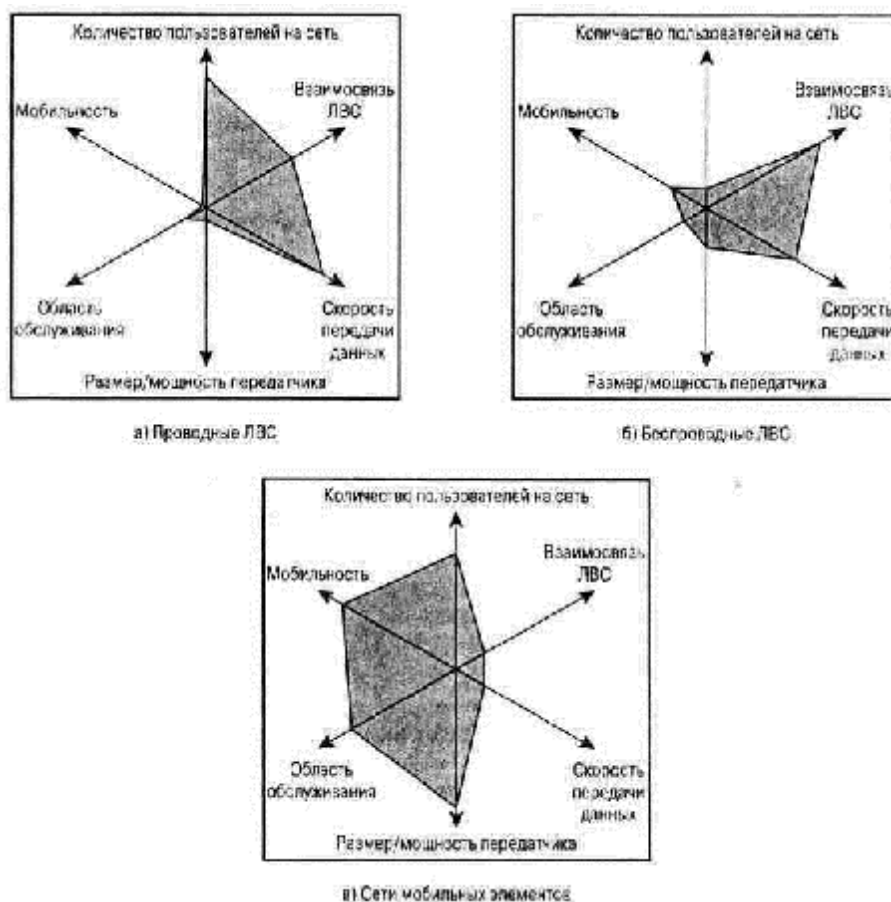


Рисунок 4.4 - Диаграммы Кивиата для сетей передачи данных

Технология беспроводных локальных сетей

Беспроводные локальные сети обычно классифицируются согласно использованной в них технологии передачи. Все современные продукты рынка локальных сетей относятся к одной из следующих категорий.

- Инфракрасные (infrared — IR) локальные сети. Отдельная ячейка сети, использующей передачу в инфракрасном диапазоне, ограничена размерами одной комнаты, поскольку инфракрасное излучение не проходит сквозь непрозрачные стены.

- Локальные сети с расширенным спектром. Данный тип локальных сетей использует при передаче технологию расширенного спектра. В большинстве случаев эти локальные сети работают на диапазонах ISM (Industrial, Scientific and Medical Radio Frequency Band — радиочастотные диапазоны для промышленного, научного и медицинского применения), поэтому для их использования в США не требуется лицензия FCC (Federal Communications Commission — Федеральная комиссия по средствам связи).

- Узкополосная СВЧ-передача. Эти локальные сети работают на СВЧ, но не используют расширенный спектр. Некоторые из этих продуктов работают на частотах, требующих лицензии FCC, другие используют нелицензируемые частоты ISM.

Некоторые ключевые характеристики названных технологий приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 Сравнительные характеристики беспроводных локальных сетей

	Инфракрасное излучение		Расширенный спектр		Радио
	Рассеянное инфракрасное излучение	Инфракрасное излучение направленным лучом	Перестройка частоты	Прямая последовательность	Узкополосная СВЧ-передача
Скорость передачи данных (Мбит/с)	1-4	1-10	1-3	2-20	10-20
Мобильность	Стационарные / мобильные	Стационарные в пределах прямой видимости	Мобильные		Стационарные / мобильные
Диапазон (м)	15-60	25	30-100	30-250	10-40
Возможность обнаружения	Незначительная		Малая		Некоторая
Длина волны частота	λ : 800-900 нм		902-928 МГц 2,4-2,4835 ГГц 5,725-5,85 ГГц	МГц ГГц	902-928 МГц 5,2-5,775 ГГц 18,825-19,205 ГГц
Схема модуляции	ASK		FSK	QPSK	FS/QPSK
Излучаемая мощность	—		< 1 Вт		25 мВт
Схема доступа	CSMA	Token Ring, CSMA	CSMA		ALOHA с резервированием, CSMA
Необходимость лицензирования	Не требуется		Не требуется		Только вне частот ISM