

Занятие № 10. “Типы линий передачи”

1. Линии передачи, аналоговые и цифровые каналы передачи. Типы линий передачи (проводные и кабельные линии передачи, радиолинии наземной и спутниковой многоканальной связи).

Линия связи (передачи) состоит в общем случае из физической среды, по которой передаются электрические информационные сигналы, аппаратуры передачи данных и промежуточной аппаратуры. Синонимом термина *линия связи (line)* является термин *канал связи (передачи) (channel)*.

Физическая среда передачи данных (medium) может представлять собой кабель, то есть набор проводов, изоляционных и защитных оболочек и соединительных разъемов, а также земную атмосферу или космическое пространство, через которые распространяются электромагнитные волны.

В зависимости от среды передачи данных линии связи разделяются на следующие (рис. 1.):

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



Рис. 1. Типы линий связи

Проводные (воздушные) линии связи представляют 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 много лучшего. Сегодня проводные линии связи быстро вытесняются кабельными.

Кабельные линии представляют 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.

Скрученная пара проводов называется *витой парой (twisted pair)*. Витая пара существует в экранированном варианте (*Shielded Twistedpair, STP*), когда пара медных проводов обертывается в изоляционный экран, и неэкранированном (*Unshielded Twistedpair, UTP*), когда изоляционная обертка отсутствует. Скручивание проводов снижает влияние внешних помех на полезные сигналы, передаваемые по кабелю. **Коаксиальный кабель (coaxial)** имеет несимметричную конструкцию и состоит из внутренней медной жилы и оплетки, отделенной от жилы слоем изоляции. Существует несколько типов коаксиального кабеля, отличающихся характеристиками и областями применения - для локальных сетей, для глобальных сетей, для кабельного телевидения и т. п. **Волоконно-оптический кабель (optical fiber)** состоит из тонких (5-60 микрон) волокон, по которым распространяются световые сигналы. Это наиболее качественный тип кабеля - он обеспечивает передачу данных с очень высокой скоростью (до 10 Гбит/с и выше) и к тому же лучше других типов передающей среды обеспечивает за-

щиту данных от внешних помех.

Медный неэкранированный кабель UTP в зависимости от электрических и механических характеристик разделяется на 5 категорий (Category 1 - Category 5).

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.

Кабели *категории 2* главное требование к кабелям этой категории - способность передавать сигналы со спектром до 1 МГц.

Кабели *категории 3* для частот в диапазоне до 16 МГц, поддерживающих высокоскоростные сетевые приложения. Кабель категории 3 предназначен как для передачи данных, так и для передачи голоса.

Кабели *категории 4* на частоте передачи сигнала 20 МГц и обеспечивать повышенную помехоустойчивость и низкие потери сигнала.

Кабели *категории 5* для поддержки высокоскоростных протоколов, диапазон до 100 МГц, работают протоколы со скоростью передачи данных 100 Мбит/с - Fast Ethernet, протокол - АТМ на скорости 155 Мбит/с, Gigabit Ethernet на скорости 1000 Мбит/с.

Все кабели UTP 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.

Для соединения кабелей с оборудованием используются вилки и розетки RJ-45, представляющие 8-контактные разъемы, похожие на обычные телефонные разъемы. RJ-11.

Особое место занимают кабели *категорий 6 и 7*. 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 UTP категории 5.

Экранированная витая пара STP 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 IBM. В этом стандарте кабели делятся не на категории, а на типы: Type I, Type 2, ..., Type 9.

Type 1 стандарта IBM состоит из 2-х пар скрученных проводов, экранированных проводящей оплеткой, которая заземляется, кабель STP Type 1 включен в стандарты EIA/TIA-568A, ISO 11801 и EN50173, то есть приобрел международный статус.

Экранированные витые пары используются также в кабеле IBM Type 2, который представляет кабель Type 1 с добавленными 2 парами неэкранированного провода для передачи голоса.

Для присоединения экранированных кабелей к оборудованию используются разъемы конструкции IBM.

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

Коаксиальные кабели

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 Ethernet 10Base-5. Этот кабель имеет достаточно толстый внутренний проводник диаметром 2,17 мм, который обеспечивает хорошие механические и электрические характеристики (за-

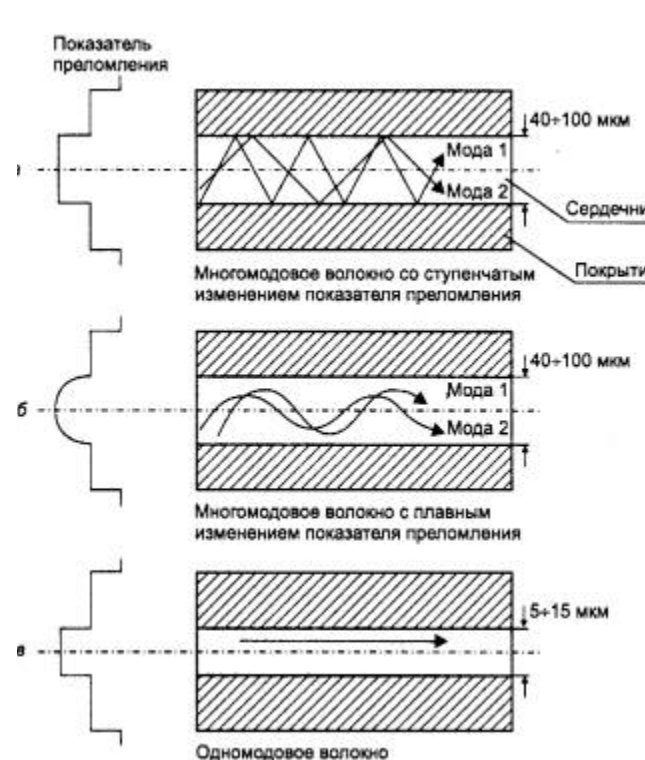
тухание на частоте 10 МГц - не хуже 18 дБ/км). Зато этот кабель сложно монтировать - он плохо гнется.

- RG-58/U, RG-58 A/U и RG-58 C/U - разновидности «тонкого» коаксиального кабеля для сетей Ethernet 10Base-2. Кабель RG-58/U имеет сплошной внутренний проводник, а кабель RG-58 A/U - многожильный. 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. Для соединения кабелей с оборудованием используется разъем типа BNC.

- RG-59 - телевизионный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. Широко применяется в кабельном телевидении.

Волоконно-оптические кабели

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 (рис. 2, а);

- многомодовое волокно с плавным изменением показателя преломления (рис. 2, б);

- одномодовое волокно (рис. 2, в).

Понятие «мода» описывает режим распространения световых лучей во внутреннем сердечнике кабеля. В одномодовом кабеле (Single Mode Fiber, SMF) 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 одномо-

Рис. 2. Типы оптического кабеля

дового 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 (Multi Mode Fiber, MMF) 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. В многомодовых кабелях с плавным изменением коэффициента преломления режим распространения каждой моды имеет более сложный характер.

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;
- полупроводниковые лазеры.

Волоконно-оптические кабели присоединяют к оборудованию разъемами MIC, ST и SC.

Радиоканалы наземной и спутниковой связи образуются 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 (Amplitude Modulation, AM) 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 (Frequency Modulation, FM), а также диапазонах сверхвысоких частот (СВЧ или microwaves). 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 выполняется.

Радиосвязь (radiocommunication) – это электросвязь, осуществляющая передачу всех видов информации на расстояние с использованием электромагнитных волн.

Для осуществления радиосвязи между двумя пунктами необходимы передающее и приемное устройства (рис.3).

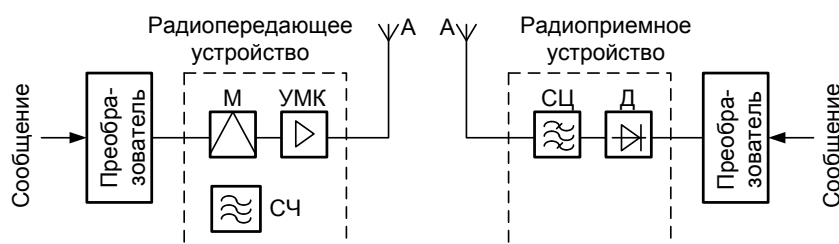


Рис.3. Структурная схема радиолинии

Радиосигнал с выхода радиопередатчика при помощи соединительной линии (фидера), подводится к передающей антенне и в виде радиоволн излучается ею в открытое пространство.

В точке приема радиоволны преобразуются приемной антенной в высокочастотный сигнал, который далее по фидеру подается в радиоприемник, где происходит восстановление переданного ПЭС. Для этого выполняются операции фильтрации радиосигнала от помех и других радиостанций, демодуляции (детектирования) с целью выделения исходного ПЭС и декодирования. В оконечном устройстве ПЭС преобразуются в сообщение, которое поступает к получателю. Рассмотренный на рис. 3 радиотракт обеспечивает *одностороннюю* передачу сообщения. Для организации *двусторонней* радиосвязи в каждом пункте надо иметь и передатчик, и приемник.

При этом - если передача и прием на каждой радиостанции осуществляются поочередно, то такая радиосвязь называется **симплексной** (рис.4,а).

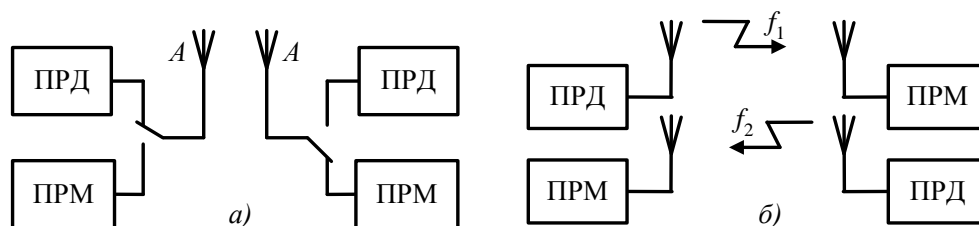


Рис. 4. Принцип организации симплексной (а) и дуплексной (б) радиосвязи

Двусторонняя радиосвязь, при которой связь между радиостанциями реализуется од-

новременно, называется **дуплексной** (рис. 4,б).

При дуплексной радиосвязи передача в одном и другом направлениях ведется, как правило, на разных несущих частотах. Это делается для того, чтобы приемник принимал только сигналы от передатчика с противоположного пункта и не принимал сигналов собственного передатчика.

Особенностью радиосвязи является: быстрота установления, мобильность, гибкость структуры, возможность обеспечения прямых связей между корреспондентами на любые расстояния, для централизованного оповещения, управления войсками находящихся в движении, связи с авиацией и флотом.

Основными *недостатками радиосвязи* являются: высокая зависимость качества связи от уровня помех, условий прохождения электромагнитных волн; малая пропускная способность; высокие вероятности перехвата передач противником и создания преднамеренных помех.

На радиосигнал оказывают существенное влияние различные помехи, *источниками* которых являются такие природные процессы, как грозовые разряды в атмосфере и радиоизлучения Солнца и Галактики. Кроме того, помехи создаются большим числом промышленных и бытовых электрических установок, а именно: электрический транспорт, различного рода электрические двигатели, электросварочные аппараты, световые рекламы, медицинское высокочастотное оборудование и т.д. Большинство помех природного и промышленного происхождения являются широкополосными помехами, охватывающими практически весь частотный диапазон или значительную его часть. Нельзя не принимать во внимание и искусственные или преднамеренные помехи, специально рассчитанные на срыв передачи сообщений.

Кроме того, при организации радиосвязи существует проблема совместимости электромагнитных полей, создаваемых различными источниками, называемая электромагнитной совместимостью (ЭМС). Эта проблема в первую очередь затрагивает совместимость полей средств радиосвязи, так как взаимные помехи между радиостанциями занимают основное положение. В настоящее время все вопросы, относящиеся к использованию каналов радиосвязи (технические или организационные), не могут решаться без решения проблемы ЭМС.

Принципы построения радиорелейных систем связи

Радиорелейная и тропосферная связь — дуплексная многоканальная УКВ радиосвязь, характеризующаяся нормированными показателями каналов и групповых трактов.

В зависимости от используемого вида распространения радиоволн различают радиорелейные системы передачи **прямой видимости** и **тропосферные**.

Комплект аппаратуры РРС (ТРС) обычно состоит из одного-двух полукомплектов аппаратуры высокочастотного ствола (основные и резервные радиопередающие и радиоприемные устройства), антенных и фидерных устройств, а также из аппаратуры каналообразования, позволяющих обеспечить прием, передачу, ретрансляцию сигналов, отвлечение части каналов или работу в нескольких направлениях.

Радиорелейная связь — радиосвязь, основанная на ретрансляции сигналов, передаваемых земной волной (англ. *reley* – смена) (рис.5). Дальность связи без ретрансляции (на одном интервале) ограничивается расстоянием прямой видимости между антеннами станций (около 40...70 км).

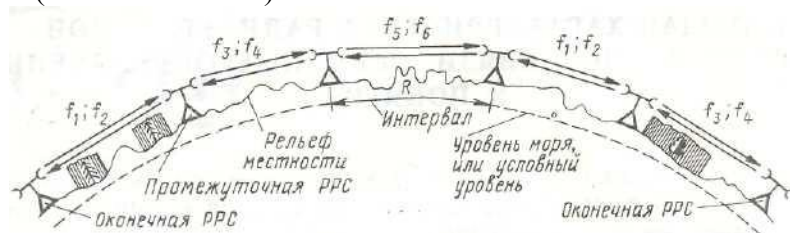


Рис. 5. Способ распространения электромагнитных волн, применяемый радиорелейными системами

Радиорелейная линия образуется совокупностью окончательных, промежуточных или

транзитных и узловых радиорелейных станций. *Оконечные станции* должны соединяться с сетевыми узлами и станциями первичной сети кабельными соединительными линиями. В качестве соединительных линий между оконечными станциями, узловыми и сетевыми узлами (станциями) используются типовые аналоговые кабельные линейные тракты аналоговых систем передачи или цифровые кабельные линейные тракты ЦСП соответствующего уровня иерархии.

Промежуточные (транзитные) станции осуществляют ретрансляцию сигналов, в которых сигнал соседней станции усиливается для компенсации затухания и излучается в направлении следующей станции, а *узловые* (на схеме не показано) – позволяют выделить из линейного тракта радиорелейной линии часть каналов (цифровых потоков).

Радиорелейная связь **обеспечивает:** высокую пропускную способность (многоканальность); большую дальность связи - при ретрансляции; низкий уровень помех и шумов.

Радиорелейные системы передачи **используются** для организации магистральных, зонавых и местных линий передач на первичной сети.

В зависимости от методов передачи сигналов радиорелейные системы передачи делятся на аналоговые и цифровые, а от вида канала передачи – на многоканальные, системы передачи звукового и телевизионного вещания.

Особенностями радиорелейной связи являются: применение радиосвязи на УКВ (дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн) земной волной, при ограниченной длине одного интервала; использование принципа ретрансляции сигналов для обеспечения требуемой дальности; применение остронаправленных антенн.

Необходимость применения УКВ обусловлена: широкополосностью радиосигналов (ЧМ, ФМ); многоканальностью (фактор многоканальности – требует увеличения расхода полосы частот).

Принципы построения тропосферных систем связи

Тропосферная связь — радиосвязь, основанная на рассеянии и отражении радиоволн от неоднородностей тропосферы на высоте 10...15 км от поверхности Земли (рис.6). Тропосферная связь по сравнению с радиорелейной характеризуется большей дальностью связи между наземными станциями на одном интервале (150-250 км), т.е. за пределами прямой видимости.

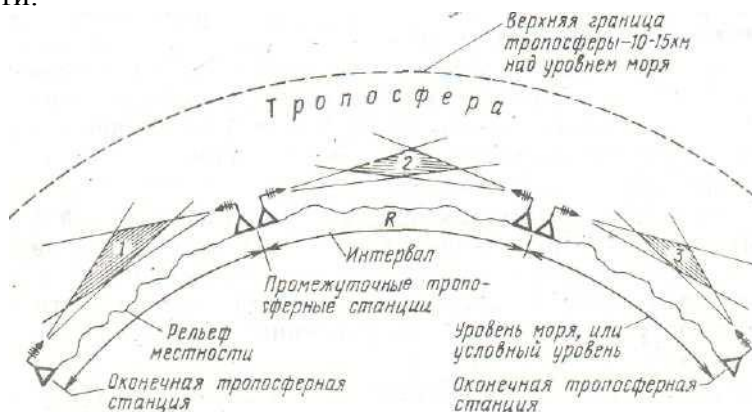


Рис. 6. Способ распространения электромагнитных волн, применяемый тропосферными системами

Возможность перекрывать такие большие расстояния является основным преимуществом ТРЛ.

Общий принцип построения тропосферной линии сходен с построением РРЛ прямой видимости, т.е. передача радиосигнала осуществляется последовательно от одной станции к другой. Однако затухание сигнала на участке ТРЛ велико (около 200 дБ), сигнал в месте приема имеет многолучевой характер и **подвержен замираниям**. Поэтому здесь применяются передатчики большой мощности (до десятков киловатт) и остронаправленные антенны с раскрывом до нескольких десятков метров.

Физической основой связи является рассеяние энергии падающей радиоволны неоднородностями самой тропосферы, т.е. диэлектрической проницаемости. Эта величина зависит от влажности, температуры и давления воздуха.

Для улучшения качества работы ТРЛ на станциях, в частности, борьбы с быстрыми интерференционными замираниями сигнала применяется разнесенный прием по пространству (прием на две антенны) и по частоте (два передатчика работают на разных частотах), что одновременно обеспечивает резервирование аппаратуры. Кроме того, как правило, применяется составной широкополосный ЧМ сигнал с автокорреляционной обработкой его на приеме, что позволяет довести суммарную кратность разнесенного приема до 8...12.

Практика показала реальную возможность устойчивой тропосферной связи можно использовать в диапазоне частот от 30 до 10^5 МГц (на длинах волн от 10 м до 3 см) без ретрансляции на расстоянии нескольких сотен километров (обычно от 180-250 и до 600 км). Кроме того, особенностью тропосферной связи является не подверженность влиянию магнитных бурь в условиях Крайнего севера, это обусловило использование ТРС на магистральных, внутризоновых и местных первичных сетях общего пользования в труднодоступных районах Крайнего севера и Дальнего востока.

Особенности построения систем спутниковой связи

Спутниковая связь – это радиосвязь между наземными станциями (ЗС) с использованием ретранслятора, находящегося на ИСЗ в космическом пространстве (рис.7).

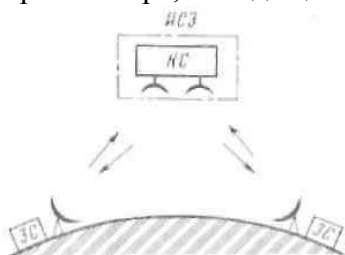


Рис.7. Радиосвязь через ИСЗ

Необходимо различать спутниковую связь и **космическую**, под которой понимают радиосвязь между объектами, расположенными в космическом пространстве.

Размещение ретранслятора на искусственном спутнике Земли (ИСЗ) позволяет создать радиолинию протяженностью несколько тысяч километров. Причем подсчитано, что при дальности связи примерно 1000 км стоимости спутниковых и наземных (например, проводных) систем передачи соизмеримы, а при дальности свыше 3 тыс. км стоимость спутниковых систем оказывается в 2 раза меньше, т.е. они являются экономически более выгодными.

Особенностями построения и применения спутниковых СП являются:

применение ИСЗ (ретрансляторов), расположенных на орбитах различной: высоты (от сотен до десятков тысяч километров) и типа (геостационарной, эллиптической) а также периода обращения вокруг Земли, которые необходимо учитывать при организации спутниковой связи;

ретранслятор функционирует в условиях космической среды: высокого вакуума, затрудненного теплообмена, солнечного и космического излучения, магнитного и гравитационного поля Земли, влияния атмосферы, перегрузки при старте для вывода ИСЗ на орбиту;

ИСЗ на орбите – необслуживаемый объект, которым необходимо управлять с Земли и контролировать его техническое состояние;

использование радиоволн которые свободно проходят через атмосферу, наилучшим считается диапазон 1...10 ГГц;

возможность работы земных станций в режимах: *многостанционного доступа*, при котором несколько станций могут работать через общий ствол с различными видами разделения каналов (частотным, временным, кодовым) и *незакрепленных каналов*, предоставляемых по требованию;

возможность обработки сигналов на ИСЗ, включая модуляцию/демодуляцию, кодирование/декодирование и коммутацию с целью повышения эффективности использования каналов и уменьшения потерь вызовов;

обеспечение глобальной связи (т.е. связи между ЗС, расположенными в любой точке Земного шара, включая полярные районы) с использованием нескольких ИСЗ и межспутниковой (космической) связи;

обеспечение передачи наиболее важной циркулярной информации большому числу абонентов, расположенных на большом удалении от центра и друг от друга;
 организация связи с труднодоступными районами, кораблями самолетами и другими подвижными средствами.

В состав любой спутниковой системы связи (рис. 8) входят:

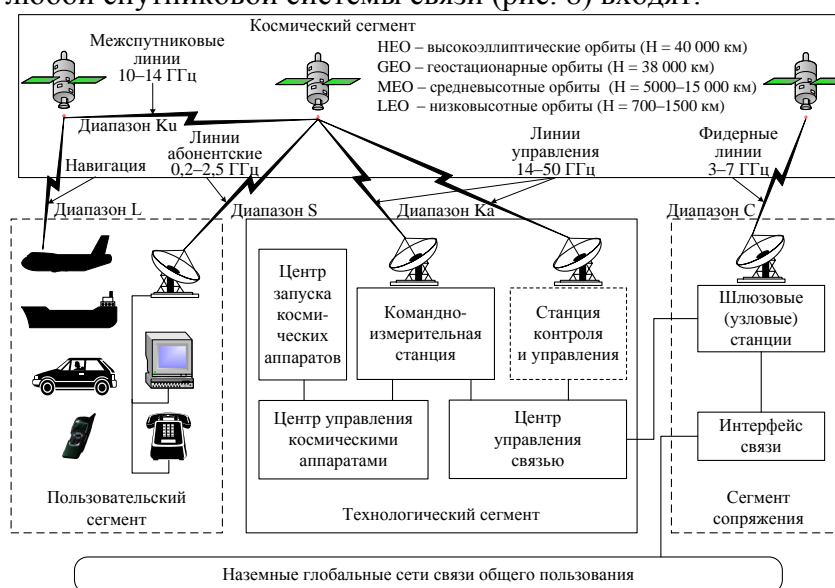


Рис. 8. Структура и элементы СГППСС

космический сегмент – несколько спутников-ретрансляторов;
 наземный сегмент – технологический сегмент (центр управления системой, центр запуска космических аппаратов, командно-измерительные станции, центр управления связью) и сегмента сопряжения;
 пользовательский (абонентский) сегмент, осуществляющий связь с помощью персональных спутниковых терминалов;
 наземные глобальные сети связи, с которыми через интерфейс связи сопрягают шлюзовые станции спутниковой связи.

Быстрое развитие спутниковых систем связи потребовало разработки и принятия ряда международных конвенций, соглашений и норм. Технические вопросы, связанные с использованием частот и расположением спутников-ретрансляторов на орбитах, обеспечивающих отсутствие взаимных помех друг другу, решаются в рамках Международного консультативного комитета по радио (МККР) и Международного комитета по регистрации частот (МКРЧ). Для спутниковых систем выделены полосы частот (табл. 1), причем для навигации используется в основном диапазон L.

На рис. 8 показан пример практического использования некоторых из перечисленных диапазонов. Однако в отдельных спутниковых системах связи, практическое применение диапазонов частот не всегда соответствует рассмотренной структурной схеме. В частности, для связи с подвижными объектами используется также диапазон 0,2–0,4 ГГц.

Таблица 1

Диапазоны частот спутниковых систем связи

Диапазон	Полоса частот, ГГц
L	1,452–1,500 и 1,61–1,71
S	1,93–2,70
C	3,40–5,25 и 5,725–7,075
Ku	10,70–12,75 и 12,75–14,80
Ka	14,40–26,50 и 27,00–50,20
K	84,00–86,00

В спутниковой связи существует ряд специфических физических явлений, которые приходится учитывать при создании и эксплуатации ССС: эффект Доплера (смещение частоты), эффект Фарадея (поворот плоскости поляризации), ослабление (поглощение) миллиметровых волн в приземном слое атмосферы и облаках, радиационные слои Ван-Аллена, прецессию орбиты ИСЗ и др.

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. Популярной средой является также витая пара, которая характеризуется отличным соотношением качества к стоимости, а также простотой 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.

2. Принципы построения многоканальных систем передачи.

На практике существует потребность передачи больших объёмов информации многих пользователей при ограниченных возможностях, когда уже как-то сформировались телефонные и телеграфные сети, определены линии и каналы связи, распределен ресурс рабочих радиоволн между странами.

В связи с этим остро стоит задача - организации наиболее эффективного доступа нескольких пользователей к единому ресурсу (частотно-временному и энергетически-пространственному).

Классификация систем передачи информации использующих единый ресурс

Любой сигнал занимает определённую полосу частот, существует некоторое время, обладает ограниченной энергией и распространяется в определённой области пространства.

В соответствии с этим выделяют четыре вида ресурса канала:

- частотный;
- временной;
- энергетический;
- пространственный.

Проблема эффективного использования ресурса общего канала особенно обострилась из-за необходимости организации оперативного обмена данными и обеспечения связи с объектами в информационных системах различного назначения в условиях неравномерности и непредсказуемости запросов потребителей во времени. При решении проблемы распределения ресурса общего канала, применяются методы мультиплексирования (уплотнения – multiplex) и множественного доступа (multiple access).

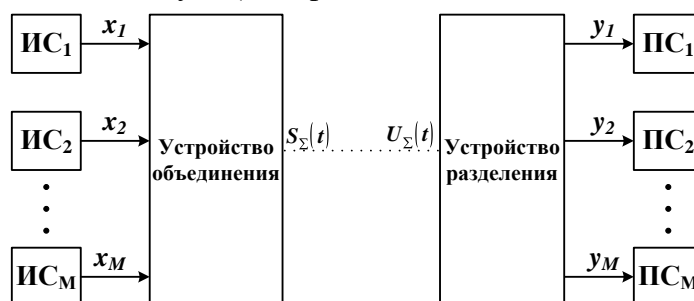


Рис. 8. Модель многоканальной системы передачи сообщений

Понятия «мультиплексирование» и «множественного доступа» сходны тем, что они предполагают распределение ресурса канала между пользователями. В то же время между ними есть и существенные различия. Так при мультиплексировании ресурс канала (частот-

ный, временной и кодовый) выделяется общим оконечным устройством, формирующим групповой сигнал S_{Σ} (см. рис. 8 (многоканальные системы передачи)).

При множественном доступе, S_{Σ} образуется в результате сложения сигналов пользователей непосредственно в канале, см. рис. 9. (многостанционный доступ).

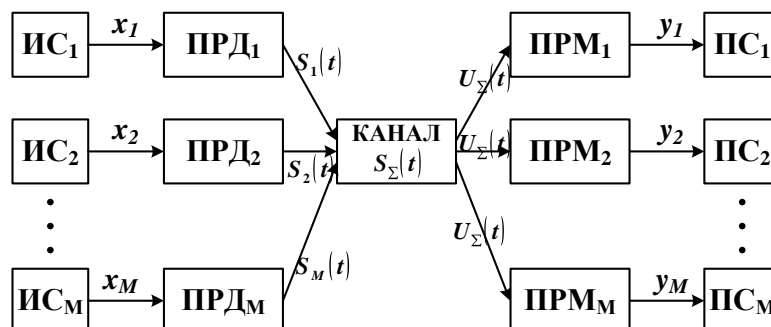


Рис. 9. Модель системы передачи с множественным доступом

Принято считать, что мультиплексирование основано на общем аппаратном обеспечении, в то время как множественный доступ использует определенные процедуры (протоколы), контролируемые программным обеспечением, хранящимся в памяти каждого терминала.

На рис. 10 предложена классификация сетей радиодоступа по методам мультиплексирования и множественного доступа.

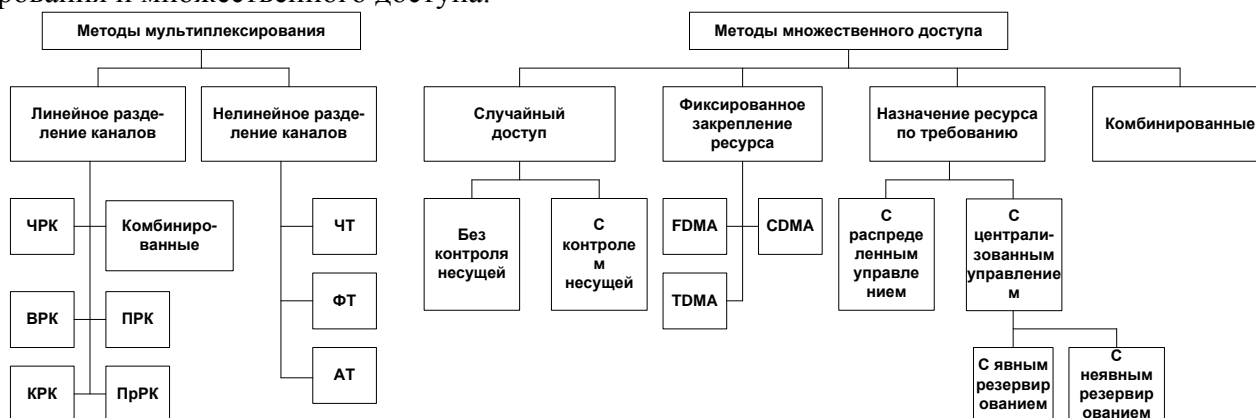


Рис. 10. Методы распределение ресурса общего канала

Основные способы распределения ресурса связи:

Частотное разделение (frequency division – FD). Распределяются определенные поддиапазоны используемых частот.

Временное разделение (time division – TD). Пользователям выделяются периодические временные интервалы.

Кодовое разделение (code division – CD). Выделяются определенные элементы набора ортогональных (квазиортогональных) кодовых последовательностей. Данный метод позволяет использовать один частотный диапазон.

Пространственное разделение (space division – SD). С помощью точечных лучевых антенн радиосигналы разделяются и направляются в разные стороны. Данный метод позволяет использовать один частотный диапазон.

Поляризационное разделение (polarization division – PD). Для разделения сигналов используется ортогональная поляризация (например: горизонтальная и вертикальная). Данный метод позволяет использовать один частотный диапазон.

Как правило, в аналоговых линиях связи для уплотнения низкоскоростных каналов абонентов в общий высокоскоростной канал используется метод разделения частот (FDM), а в цифровых - метод разделения во времени (TDM).