Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Факультет компьютерных технологий

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

РЕФЕРАТ

по дисциплине «Аппаратура связи»

Системы радиосвязи

Студент группы 9КБ-1 А.Д. Нагорный

Преподаватель В.А. Зеленов

2010

Содержание

Введение

1. Радиорелейная связь

2. Тропосферная радиосвязь

3. Волоконно-оптическая связь

3.1 Физическая основа

3.2 Применение

3.3 История

4. Спутниковая связь

4.1 История

4.2 Спутниковые ретрансляторы

4.3 Орбиты спутниковых ретрансляторов

4.4 Многократное использование частот. Зоны покрытия

4.5 Модуляция и помехоустойчивое кодирование

4.6 Множественный доступ

4.7 Магистральная спутниковая связь

4.8 Системы VSAT

4.9 Системы подвижной спутниковой связи

4.10 Недостатки спутниковой связи

Заключение

Список использованных источников

**Введение**

Радиосвязь - разновидность беспроводной связи, при которой в качестве носителя сигнала используются радиоволны, свободно распространяемые в пространстве. Передача происходит следующим образом: на передающей стороне формируется сигнал с требуемыми характеристиками (частота и амлитуда сигнала). Далее передаваемый сигнал модулирует более высокочастотное колебание (несущее). Полученный модулированный сигнал излучается антенной в пространство. На приёмной стороне радиоволны наводят модулированный сигнал в антенне, после чего он демодулируется (детектируется) и фильтруется ФНЧ (избавляясь тем самым от высокочастотной составляющей - несущей). Таким образом, происходит извлечение полезного сигнала. Получаемый сигнал может несколько отличаться от передаваемого передатчиком (искажения вследствие помех и наводок). Радиоволны распространяются в пустоте и в атмосфере; земная твердь и вода для них непрозрачны. Однако, благодаря эффектам дифракции и отражения, возможна связь между точками земной поверхности, не имеющими прямой видимости (в частности, находящимися на большом расстоянии).

Распространение радиоволн от источника к приёмнику может происходить несколькими путями одновременно. Такое распространение называется многолучёвостью. Вследствие многолучёвости и изменений параметров среды, возникают замирания - изменение уровня принимаемого сигнала во времени. При многолучёвости изменение уровня сигнала происходит вследствие интерференции, то есть в точке приёма электромагнитное поле представляет собой сумму смещённых во времени радиоволн диапазона. В общем виде системы радиосвязи можно разделить на 4 группы: радиорелейные, тропосферные, спутниковые, волоконно-оптические. Наиболее подробно я остановлюсь на спутниковой связи.

**1. Радиорелейная связь**

Радиорелейная связь - радиосвязь по линии (радиорелейная линия, РРЛ), образованной цепочкой приёмо-передающих (ретрансляционных) радиостанций. Наземная радиорелейная связь осуществляется обычно на деци- и сантиметровых волнах (от сотен мегагерц до десятков гигагерц).

По назначению радиорелейные системы связи делятся на три категории, каждой из которых на территории России выделены свои диапазоны частот:

* местные линии связи от 0,39 ГГц до 40,5 ГГц;
* внутризоновые линии от 1,85 ГГц до 15,35 ГГц;
* магистральные линии от 3,4 ГГц до 11,7 ГГц.

Данное деление связано с влиянием среды распространения на обеспечение надёжности радиорелейной связи. До частоты 12ГГц атмосферные явления оказывают слабое влияние на качество радиосвязи, на частотах выше 15ГГц это влияние становится заметным, а выше 40ГГц определяющим, кроме того, на частотах выше 40ГГц значительное влияние на качество связи оказывает затухание в газах, составляющих атмосферу Земли.

Атмосферные потери, в основном, складываются из потерь в атомах кислорода и в молекулах воды. Практически полная непрозрачность атмосферы для радиоволн наблюдается на частоте 118.74 ГГц (резонансное поглощение в атомах кислорода), а на частотах больше 60 ГГц погонное затухание превышает 15 дБ/км. Ослабление в водяных парах атмосферы зависит от их концентрации и весьма велико во влажном теплом климате и доминирует на частотах ниже 45 ГГц.

Также отрицательно на радиосвязь влияют гидрометеоры, к которым относятся капли дождя, снег, град, туман и пр. Влияние гидрометеоров заметно уже при частотах больше 6 ГГц, а в неблагоприятных экологических условиях (при наличии в атмосферных осадках металлизированной пыли, смога, кислот или щелочей) и на значительно более низких частотах.

Антенны соседних станций располагают в пределах прямой видимости (за исключением тропосферных станций). Для увеличения длины интервала между станциями антенны устанавливают как можно выше — на мачтах (башнях) высотой 10—100 м (радиус видимости — 40-50 км) и на высоких зданиях. Станции могут быть как стационарными, так и подвижными (на автомобилях).

Принципиальным отличием радиорелейной станции от иных радиостанций является дуплексный режим работы, то есть приём и передача происходят одновременно (на разных несущих частотах).

Протяженность наземной линии радиорелейной связи — до 10000 км, ёмкость - до нескольких тысяч каналов тональной частоты в аналоговых линиях связи, и до 622 мегабит в цифровых линиях связи. В общем случае, протяжённость и ёмкость (скорость передачи данных) находятся в обратно пропорциональной зависимости друг от друга: как правило, чем больше расстояние, тем ниже скорость, и наоборот.

В Российской Федерации для вновь вводимых магистральных радиорелейных линий связи определены скорости передачи, равные 155 Мбит/с (поток STM-1 синхронной цифровой иерархии, SDH) или 140 Мбит/с (поток Е4 плезиохронной цифровой иерархии, PDH, передаваемый в составе сигнала STM-1).

В СССР начало развитию радиорелейной промышленности было положено в середине 50-х годов. Причиной для этого стала дешевизна радиорелейной связи по сравнению с кабельными линиями, особенно в условиях огромных пространств с неразвитой инфраструктурой и сложной геологической структурой местности. Первая магистральная радиорелейная система Р-600 (Р-600М, Р-600-МВ, «Рассвет-2») была создана в 1958 году. В 1970 году появился комплекс унифицированных радиорелейных систем «КУРС». Все это позволило в 60—70-е годы развить сеть связи страны, обеспечить качественную телефонию и наладить передачу программ центрального телевидения. К середине 70-х годов в стране была построена уникальная радиорелейная линия, протяжённость которой составляла около 10 тыс. км, емкостью каждого ствола равной 14400 каналов тональной частоты. Суммарная протяженность РРЛ в СССР превысила к середине 70-х годов 100 тыс. км.

Среди созданных радиорелейных линий связи можно назвать тропосферную радиорелейную линию связи «Север» (ТРРЛ «Север»).

**2. Тропосферная радиосвязь**

Тропосферная радиосвязь, дальняя радиосвязь, основанная на использовании явления переизлучения электромагнитной энергии в электрически неоднородной тропосфере при распространении в ней радиоволн; осуществляется в диапазонах дециметровых и сантиметровых волн.

Электрическая неоднородность тропосферы (неоднородность её диэлектрической проницаемости e) обусловлена случайными локальными изменениями температуры, давления и влажности воздуха, а также регулярным уменьшением этих величин с увеличением высоты. Переизлучение энергии происходит в области пересечения диаграмм направленности передающей и приёмной антенн. Расстояние между пунктами передачи и приёма может достигать 1000 км. Однако на практике обычно сооружают линии радиорелейной связи, в которых тропосферную радиосвязь используют во всех звеньях линии или только в некоторых из них. Протяжённость таких линий достигает несколько тыс. км.

Из-за малой интенсивности тропосферных неоднородностей (малых перепадов средняя мощность сигнала при тропосферной радиосвязи очень низка и уменьшается с расстоянием R пропорционально 1/Rn, где n = 10-12. Постоянно происходят случайные изменения уровня радиосигнала (его замирания), вызванные пространственными и временными изменениями e.

Поэтому при тропосферной радиосвязи необходимо использовать передатчики большой мощности (1-50 кВт), высокочувствительные приёмники, антенны больших размеров, а также применять специальные методы передачи, позволяющие ослабить влияние замираний сигнала: передачу и приём одного и того же сообщения на нескольких несущих частотах; приём на пространственно разнесённые антенны.

Энергетические параметры современного приемопередающего оборудования позволяют создавать до 120-240 телефонных каналов в одном высокочастотном стволе при R = 150-250 км и до 12 каналов при R = 800—1000 км. Передача телевизионных сигналов возможна лишь при R < 150-200 км, причём из-за прихода в пункт приёма множества волн с различным временем запаздывания качество передачи оказывается невысоким. Линии тропосферная радиосвязи обычно сооружают в малонаселённых труднодоступных районах, где их строительство и эксплуатация экономически и технически оправданы.

**3. Волоконно-оптическая связь**

Волоконно-оптическая связь **-** вид проводной электросвязи, использующий в качестве носителя информационного сигнала электромагнитное излучение оптического (ближнего инфракрасного) диапазона, а в качестве направляющих систем — волоконно-оптические кабели. Благодаря высокой несущей частоте и широким возможностям мультиплексирования, пропускная способность волоконно-оптических линий многократно превышает пропускную способность всех других систем связи и может измеряться терабитами в секунду. Малое затухание света в оптическом волокне обуславливает возможность применения волоконно-оптической связи на значительных расстояниях без использования усилителей. Волоконно-оптическая связь свободна от электромагнитных помех и недоступна для несанкционированного использования — перехватить сигнал, передаваемый по оптическому кабелю, невозможно.

**3.1 Физическая основа**

Полное внутреннее отражение в оптической среде. В основе волоконно-оптической связи лежит явление полного внутреннего отражения электромагнитных волн на границе раздела диэлектриков с разными показателями преломления. Оптическое волокно состоит из двух элементов — сердцевины, являющейся непосредственным световодом, и оболочки. Показатель преломления сердцевины несколько больше показателя преломления оболочки, благодаря чему луч света, испытывая многократные переотражения на границе сердцевина-оболочка, распространяется в сердцевине, не покидая её.

**3.2 Применение**

Волоконно-оптическая связь находит всё более широкое применение во всех областях - от компьютеров и бортовых космических, самолётных и корабельных систем, до систем передачи информации на большие расстояния, например, в настоящее время успешно используется волоконно-оптическая линия связи Западная Европа — Япония, большая часть которой проходит по территории России. Кроме того, увеличивается суммарная протяжённость подводных волоконно-оптических линий связи между континентами.

«Волокно в каждый дом» - термин, используемый телекоммуникационными провайдерами, для обозначения широкополосных телекоммуникационных систем, базирующихся на проведении волоконного канала и его завершения на территории конечного пользователя путём установки терминального оптического оборудования для предоставления комплекса телекоммуникационных услуг, включающего:

* высокоскоростной доступ в Интернет;
* услуги телефонной связи;
* услуги телевизионного приёма.

Стоимость использования волоконно-оптической технологии уменьшается, что делает данную услугу конкурентоспособной по сравнению с традиционными услугами.

**3.3 История**

Историю систем передачи данных на большие расстояния следует начинать с древности, когда люди использовали дымовые сигналы. С того времени эти системы кардинально улучшились, появились сначала телеграф, затем — коаксиальный кабель. В своем развитии эти системы рано или поздно упирались в фундаментальные ограничения: для электрических систем это явление затухания сигнала на определённом расстоянии, для СВЧ — несущая частота. Поэтому продолжались поиски принципиально новых систем, и во второй половине XX века решение было найдено — оказалось, что передача сигнала с помощью света гораздо эффективнее как электрического, так и СВЧ-сигнала.

В 1966 году Као и Хокман из STC Laboratory (STL) представили оптические нити из обычного стекла, которые имели затухание в 1000 дБ/км (в то время как затухание в коаксиальном кабеле составляло всего 5-10 дБ/км) из-за примесей, которые в них содержались и которые в принципе можно было удалить.

Существовало две глобальных проблемы при разработке оптических систем передачи данных: источник света и носитель сигнала. Первая разрешилась с изобретением лазеров в 1960 году, вторая — с появлением высококачественных оптических кабелей в 1970 году. Это была разработка Corning Glass Works. Затухание в таких кабелях составляло около 20 дБ/км, что было вполне приемлемым для передачи сигнала в телекоммуникационных системах. В то же время, были разработаны достаточно компактные полупроводниковые GaAs-лазеры.

После интенсивных исследований в период с 1975 по 1980 год появилась первая коммерческая волоконно-оптическая система, оперировавшая светом с длиной волны 0,8 мкм и использовавшая полупроводниковый лазер на основе арсенида галлия (AsGa). Битрейт систем первого поколения составлял 45 Мбит/с, расстояние между повторителями — 10 км.

22 апреля 1977 года в Лонг-Бич, штат Калифорния, компания General Telephone and Electronics впервые использовала оптический канал для передачи телефонного трафика на скорости 6 Мбит/с.

Второе поколение волоконно-оптических систем было разработано для коммерческого использования в начале 1980-х. Они оперировали светом с длиной волны 1,3 мкм от InGaAsP-лазеров. Однако такие системы всё ещё были ограниченны из-за рассеивания, возникающего в канале. Однако уже в 1987 году эти системы работали на скорости до 1,7 Гбит/с при расстоянии между повторителями 50 км.

Первый трансатлантический телефонный оптический кабель — ТАТ-8 — был введён в эксплуатацию в 1988 году. В его основе лежала оптимизированная технология Desurvire усиления лазера.

ТАТ-8 разрабатывался как первый подводный волоконно-оптический кабель между Соединёнными Штатами и Европой.

Разработка систем волнового мультиплексирования позволило в несколько раз увеличить скорость передачи данных по одному волокну и к 2003 году при применении технологии спектрального уплотнения была достигнута скорость передачи 10,92 Тбит/с (273 оптических канала по 40 Гбит/с). В 2009 году лаборатории Белла посредством мультиплексирования 155 каналов по 100 Гбит/с удалось передать сигнал со скоростью 15,5 Тбит/с на расстояние 7000 километровhttp://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C&printable=yes - cite\_note-1.

**4. Спутниковая связь**

Спутниковая связь — один из видов радиосвязи, основанный на использовании искусственных спутников земли в качестве ретрансляторов. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными.

Спутниковая связь является развитием традиционной радиорелейной связи путем вынесения ретранслятора на очень большую высоту (от сотен до десятков тысяч км). Так как зона его видимости в этом случае — почти половина Земного шара, то необходимость в цепочке ретрансляторов отпадает - в большинстве случаев достаточно и одного.

**4.1 История**

В 1945 году в статье «Внеземные ретрансляторы» («Extra-terrestrial Relays»), опубликованной в октябрьском номере журнала «Wireless World», английский учёный, писатель и изобретатель Артур Кларк предложил идею создания системы спутников связи на геостационарных орбитах, которые позволили бы организовать глобальную систему связи.

Впоследствии Кларк на вопрос, почему он не запатентовал изобретение (что было вполне возможно), отвечал, что не верил в возможность реализации подобной системы при своей жизни, а также считал, что подобная идея должна приносить пользу всему человечеству.

Первые исследования в области гражданской спутниковой связи в западных странах начали появляться во второй половине 50-х годов XX века. В США толчком к ним послужили возросшие потребности в трансатлантической телефонной связи.

В 1957 году в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли с радиоаппаратурой на борту.

12 августа 1960 года специалистами США был выведен на орбиту высотой 1,5 км надувной шар. Этот космический аппарат назывался «Эхо-1». Его металлизированная оболочка диаметром 30 м выполняла функции пассивного ретранслятора.

20 августа 1964 года 11 стран подписали соглашение о создании международной организации спутниковой связи Intelsat (International Telecommunications Satellite organization), но СССР в их число не входил по политическим причинам. 6 апреля 1965 года в рамках этой программы был запущен первый коммерческий спутник связи Early Bird («ранняя пташка»), произведенный корпорацией COMSAT.

По сегодняшним меркам спутник Early Bird (INTELSAT I) обладал более чем скромными возможностями: обладая полосой пропускания 50 МГц, он мог обеспечивать до 240 телефонных каналов связи. В каждый конкретный момент времени связь могла осуществляться между земной станцией в США и только одной из трёх земных станций в Европе (в Великобритании, Франции или Германии), которые были соединены между собой кабельными линиями связи.

В дальнейшем технология шагнула вперед, и спутник INTELSAT IX уже обладал полосой пропускания 3456 МГц.

В СССР долгое время спутниковая связь развивались только в интересах Министерства Обороны СССР. В силу большей закрытости космической программы развитие спутниковой связи в социалистических странах шло иначе чем в западных странах. Развитие гражданской спутниковой связи началось соглашением между 9 странами социалистического блока о создании системы связи «Интерспутник» которое было подписано только в 1971 году.

**4.2 Спутниковые ретрансляторы**

В первые годы исследований использовались пассивные спутниковые ретрансляторы (примеры — спутники «Эхо» и «Эхо-2»), которые представляли собой простой отражатель радиосигнала (часто — металлическая или полимерная сфера с металлическим напылением), не несущий на борту какого-либо приёмопередающего оборудования. Такие спутники не получили распространения. Все современные спутники связи являются активными. Активные ретрансляторы оборудованны электронной аппаратурой для приема, обработки, усиления и ретрансляции сигнала. Спутниковые ретрансляторы могут быть нерегенеративными и регенеративными. Нерегенеративный спутник, приняв сигнал от одной земной станции, переносит его на другую частоту, усиливает и передает другой земной станции. Спутник может использовать несколько независимых каналов, осуществляющих эти операции, каждый из которых работает с определенной частью спектра (эти каналы обработки называются транспондерами).

Регенеративный спутник производит демодуляцию принятого сигнала и заново модулирует его. Благодаря этому исправление ошибок производится дважды: на спутнике и на принимающей земной станции. Недостаток этого метода — сложность (а значит, гораздо более высокая цена спутника), а также увеличенная задержка передачи сигнала.

**4.3 Орбиты спутниковых ретрансляторов**

Орбиты, на которых размещаются спутниковые ретрансляторы, подразделяют на три класса:

* экваториальные,
* наклонные,
* полярные.

Важной разновидностью экваториальной орбиты является геостационарная орбита, на которой спутник вращается с угловой скоростью, равной угловой скорости Земли, в направлении, совпадающем с направлением вращения Земли. Очевидным преимуществом геостационарной орбиты является то, что приемник в зоне обслуживания «видит» спутник постоянно.

Однако геостационарная орбита одна, и все спутники вывести на неё невозможно. Другим её недостатком является больша́я высота, а значит, и бо́льшая цена вывода спутника на орбиту. Кроме того, спутник на геостационарной орбите неспособен обслуживать земные станции в приполярной области.

Наклонная орбита позволяет решить эти проблемы, однако, из-за перемещения спутника относительно наземного наблюдателя необходимо запускать не меньше трех спутников на одну орбиту, чтобы обеспечить круглосуточный доступ к связи.

Полярная орбита — предельный случай наклонной (с наклонением 90º).

При использовании наклонных орбит земные станции оборудуются системами слежения, осуществляющими наведение антенны на спутник. Станции, работающие со спутниками, находящимися на геостационарной орбите, как правило, также оборудуются такими системами, чтобы компенсировать отклонение от идеальной геостационарной орбиты. Исключение составляют небольшие антенны, используемые для приема спутникового телевидения: их диаграмма направленности достаточно широкая, поэтому они не чувствуют колебаний спутника возле идеальной точки.

**4.4 Многократное использование частот. Зоны покрытия**

Поскольку радиочастоты являются ограниченным ресурсом, необходимо обеспечить возможность использования одних и тех же частот разными земными станциями. Сделать это можно двумя способами:

* пространственное разделение — каждая антенна спутника принимает сигнал только с определенного района, при этом разные районы могут использовать одни и те же частоты,
* поляризационное разделение — различные антенны принимают и передают сигнал во взаимно перпендикулярных плоскостяхполяризации, при этом одни и те же частоты могут применяться два раза (для каждой из плоскостей).

Типичная карта покрытия для спутника, находящегося на геостационарной орбите, включает следующие компоненты:

* глобальный луч — производит связь с земными станциями по всей зоне покрытия, ему выделены частоты, не пересекающиеся с другими лучами этого спутника.
* лучи западной и восточной полусфер — эти лучи поляризованы в плоскости A, причем в западной и восточной полусферах используется один и тот же диапазон частот.
* зонные лучи — поляризованы в плоскости B (перпендикулярной A) и используют те же частоты, что и лучи полусфер. Таким образом, земная станция, расположенная в одной из зон, может использовать также лучи полусфер и глобальный луч.

При этом все частоты (за исключением зарезервированных за глобальным лучом) используются многократно: в западной и восточной полусферах и в каждой из зон.

**4.5 Модуляция и помехоустойчивое кодирование**

Особенностью спутниковых систем связи является необходимость работать в условиях сравнительно низкого отношения сигнал/шум, вызванного несколькими факторами:

* значительной удаленностью приемника от передатчика,
* ограниченной мощностью спутника (невозможностью вести передачу на большой мощности).

В связи с этим спутниковая связь плохо подходит для передачи аналоговых сигналов. Поэтому для передачи речи её предварительно оцифровывают, используя, например, импульсно-кодовую модуляцию (ИКМ).

Для передачи цифровых данных по спутниковому каналу связи они должны быть сначала преобразованы в радиосигнал, занимающий определенный частотный диапазон. Для этого применяется модуляция (цифровая модуляция называется также манипуляцией). Наиболее распространенными видами цифровой модуляции для приложений спутниковой связи являются фазовая манипуляция и квадратурная амплитудная модуляция. Например, в системах стандарта DVB-S2 применяются QPSK, 8-PSK, 16-APSK и 32-APSK.

Модуляция производится на земной станции. Модулированный сигнал усиливается, переносится на нужную частоту и поступает на передающую антенну. Спутник принимает сигнал, усиливает, иногда регенерирует, переносит на другую частоту и с помощью определённой передающей антенны транслирует на землю.

Из-за низкой мощности сигнала возникает необходимость в системах исправления ошибок. Для этого применяются различные схемы помехоустойчивого кодирования, чаще всего различные варианты свёрточных кодов (иногда в сочетании с кодами Рида-Соломона), а также турбо-коды и LDPC-коды.

**4.6 Множественный доступ**

Для обеспечения возможности одновременного использования спутникового ретранслятора несколькими пользователями применяют системы множественного доступа:

* Множественный доступ с частотным разделением — при этом каждому пользователю предоставляется отдельный диапазон частот.
* множественный доступ с временны́м разделением — каждому пользователю предоставляется определенный временной интервал (таймслот), в течение которого он производит передачу и прием данных.
* множественный доступ с кодовым разделением — при этом каждому пользователю выдается кодовая последовательность, ортогональная кодовым последовательностям других пользователей. Данные пользователя накладываются на кодовую последовательность таким образом, что передаваемые сигналы различных пользователей не мешают друг другу, хотя и передаются на одних и тех же частотах.

Кроме того, многим пользователям не требуется постоянный доступ к спутниковой связи. Этим пользователям канал связи (таймслот) выделяется по требованию с помощью технологии DAMA (Demand Assigned Multiple Access — множественный доступ с предоставлением каналов по требованию).

**4.7 Магистральная спутниковая связь**

Изначально возникновение спутниковой связи было продиктовано потребностями передачи больших объёмов информации. Первой системой спутниковой связи стала система Intelsat, затем были созданы аналогичные региональные организации (Eutelsat, Arabsat и другие). С течением времени доля передачи речи в общем объёме магистрального трафика постоянно снижалась, уступая место передаче данных.

С развитием волоконно-оптических сетей последние начали вытеснять спутниковую связь с рынка магистральной связи.

**4.8 Системы VSAT**

Системы VSAT (Very Small Aperture Terminal — терминал с очень маленькой апертурой) предоставляют услуги спутниковой связи клиентам (как правило, небольшим организациям), которым не требуется высокая пропускная способность канала. Скорость передачи данных для VSAT-терминала обычно не превышает 2048 кбит/с.

Слова «очень маленькая апертура» относятся к размерам антенн терминалов по сравнению с размерами более старых антенн магистральных систем связи. VSAT-терминалы, работающие в C-диапазоне, обычно используют антенны диаметром 1,8-2,4 м, в Ku-диапазоне — 0,75-1,8 м.

В системах VSAT применяется технология предоставления каналов по требованию.

**4.9 Системы подвижной спутниковой связи**

Особенностью большинства систем подвижной спутниковой связи является маленький размер антенны терминала, что затрудняет прием сигнала. Для того, чтобы мощность сигнала, достигающего приемника, была достаточной, применяют одно из двух решений:

* Спутники располагаются на геостационарной орбите. Поскольку эта орбита удалена от Земли на расстояние 35786 км, на спутник требуется установить мощный передатчик. Этот подход используется системой Inmarsat (основной задачей которой является предоставление услуг связи морским судам) и некоторыми региональными операторами персональной спутниковой связи (например, Thuraya).
* Множество спутников располагается на наклонных или полярных орбитах. При этом требуемая мощность передатчика не так высока, и стоимость вывода спутника на орбиту ниже. Однако такой подход требует не только большого числа спутников, но и разветвленной сети наземных коммутаторов. Подобный метод используется операторами Iridiumи Globalstar.

С операторами персональной спутниковой связи конкурируют операторы сотовой связи. Характерно, что как Globalstar, так и Iridium испытывали серьёзные финансовые затруднения, которые довели Iridium до реорганизационного банкротства в 1999 г.

В декабре 2006 года был запущен экспериментальный геостационарный спутник Кику-8 с рекордно большой площадью антенны, который предполагается использовать для отработки технологии работы спутниковой связи с мобильными устройствами, не превышающими по размерам сотовые телефоны.

**4.10 Недостатки спутниковой связи**

Слабая помехозащищённость. Огромные расстояния между земными станциями и спутником являются причиной того, что отношение сигнал/шум на приемнике очень невелико (гораздо меньше, чем для большинства радиорелейных линий связи). Для того, чтобы в этих условиях обеспечить приемлемую вероятность ошибки, приходится использовать большие антенны, малошумящие элементы и сложные помехоустойчивые коды. Особенно остро эта проблема стоит в системах подвижной связи, так как в них есть ограничение на размер антенны и, как правило, на мощность передатчика.

Влияние атмосферы. На качество спутниковой связи оказывают сильное влияние эффекты в тропосфере и ионосфере.

Поглощение в тропосфере. Поглощение сигнала атмосферой находится в зависимости от его частоты. Максимумы поглощения приходятся на 22,3 ГГц (резонанс водяных паров) и 60 ГГц (резонанскислорода). В целом, поглощение существенно сказывается на распространении сигналов с частотой выше 10 ГГц (то есть, начиная с Ku-диапазона). Кроме поглощения, при распространении радиоволн в атмосфере присутствует эффект замирания, причиной которому является разница в коэффициентах преломления различных слоев атмосферы.

Задержка распространения сигнала. Проблема задержки распространения сигнала так или иначе затрагивает все спутниковые системы связи. Наибольшей задержкой обладают системы, использующие спутниковый ретранслятор на геостационарной орбите. В этом случае задержка, обусловленная конечностью скорости распространения радиоволн, составляет примерно 250 мс, а с учетом мультиплексирования, коммутации и задержек обработки сигнала общая задержка может составлять до 400 мс. Задержка распространения наиболее нежелательна в приложениях реального времени, например, в телефонной связи. При этом, если время распространения сигнала по спутниковому каналу связи составляет 250 мс, разница во времени между репликами абонентов не может быть меньше 500 мс.

В некоторых системах (например, в системах VSAT, использующих топологию «звезда») сигнал дважды передается через спутниковый канал связи (от терминала к центральному узлу, и от центрального узла к другому терминалу). В этом случае общая задержка удваивается.

**Заключение**

Развитие и жизнь современного общества немыслимы без широкого использования разнообразных средств и систем передачи сообщений. Объём информации (сообщений) непрерывно возрастает, увеличивается дальность связи, более высокими становятся требования к надёжности, качеству связи, эффективности использования оборудования. Всё это приводит к непрерывному совершенствованию всех систем, в том числе и систем радиосвязи. В перспективе, данная область (системы передачи информации) будет развиваться ещё больше, т.к. концепции построения современного общества фактически основаны на информации.

**Список использованных источников**

1 Волков, Л.Н. Системы цифровой радиосвязи / Л.Н. Волков – М. : Эко-Трендз. - 2005. – 392 с.

2 Весоловский, Кшиштоф Системы подвижной радиосвязи / Кшиштоф Весоловский – М. : Горячая линия - Телеком. – 2006. – 529 с.

3 Гаранин, М.В. Системы и сети передачи информации: Учебное пособие для вузов / М.В. Гаранин – М. : Радио и связь. – 2001. – 336 с.

4 Крухмалев, В.В. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / В.В. Крухмалев – М. : Горячая линия - Телеком. – 2004. – 150 с.

5 Мамчев, Г.В. Основы радиосвязи и телевидения. Учебное пособие для вузов / Г.В. Мамчев – М. : Горячая линия - Телеком. – 2007. – 416 с.