**Содержание:**

**1. Необходимость введения стандартов на аппаратуру систем свя-зи.**

**1.1 Начальные положения**

**1.2 Процедура разработки стандартов**

**1.3 Украинские стандарты как часть международного права.**

**1.4 Нормы на качественные показатели спутниковых каналов**

**1.4.1 Каналы тональной частоты**

**1.4.2 Цифровые каналы**

**1.4.3 Спутниковые ТВ каналы**

**1.5 Стандарты и развитие международной торговли**

**2. Описание спутниковой системы связи EUTELSAT, работающей в режиме МДВР.**

**2.1 Развитие системы EUTELSAT с момента начала ее деятельности.**

**2.2 Некоторые преимущества станций МДВР.**

**2.3 Внутренняя связность сети EUTELSAT**

**2.4 Модификация существующих станций для работы в режиме МДВР**

**3. Земные станции с ВРК**

**3.1 Спутник и спутниковые линии связи**

**3.2 Принципиальные основы режима МДВР**

**3.2.1 Введение**

**3.2.2 Пакеты и подпакеты импульсов**

**3.2.3 Цифровая интерполяция речи**

**3.2.4 Переключение стволов ретранслятора**

**3.3 Структура земной станции**

**3.4 Требования к земной станции**

**3.4.1 Надежность оборудования**

**3.4.2 Частотные диапазоны передачи и приема**

**3.4.3 Добротность (G/T)**

**3.4.4 Требования к линейности широкополосного приемного усилителя**

**3.4.5 Требования ГВЗ и АХ**

**3.4.6 Выравнивание длин электрических путей**

**3.4.7 Регулировка усиления цепи приема**

**3.4.8 Реализационные характеристики антенны**

**3.4.8.1 Шаблон боковых лепестков**

**3.4.8.2 Поляризация**

**3.4.8.3 Перестройка антенны**

**3.4.9 Ограничения на излучения**

**3.4.9.1 Общие требования**

**3.4.9.2 Внеполосное излучение**

**3.4.10 Спектральное распределение энергии сигнала**

**3.4.10 1 Излучения в холостом режиме**

**3.4.11 Время случайного отключения**

**3.5 Аппаратура МДВУ-40**

**3.6 МДВР с коммутацией сигналов на спутнике**

**4 Экономический аспект спутниковой связи и вещания**

**Реферат**

Дипломная работа с., рис., табл., приложений, источников.

Объект исследованиясистема спутниковой связи с временным разделением каналов.

Цель работытеоретическое изучение спутниковых систем связи с многостанционным доступом и временным разделением каналов на основе международных норм.

Метод исследованиятеоретический с приведением необходимых параметров, которые обеспечивают требуемое качество приема и передачи.

Приведено описание режима МДВР, структура и требования к земным станциям с ВРК, а также экономические положения при исследовании спутниковой системы.

Условия получения дипломной работы: с разрешения проректора УГАС им. А.С. Попова по учебной работе.

Вступление

Спутниковая связь широко распространена в мире и используется для создания международных и национальных сетей связи, передачи данных на основе малых земных станций, установленных непосредственно у потребителя, многопрограммного телевизионного вещания с индивидуальным приемом.

Вообще, системы спутниковой связи дешевле наземных. Необходимо подчеркнуть, что проблема спутниковой связи и вещания имеет несколько важных аспектов. В первую очередьтехнический аспект, который предусматривает создание и вывод на орбиту многоствольных спутников-ретрансляторов с узконаправленными антеннами, создание земных передающих пунктов, производство простых приемных устройств массового пользования. Решение таких технических задач требует применения самых современных технологий и средств космической техники.

Важную роль играет экономический аспект. Поскольку средства связи и вещания являются массовыми и в зависимости от размеров зоны обслуживания могут содержать миллионы наземных приемных устройств. Поэтому важное значение придается экономической оптимизации, которая позволяет сделать земные средства связи и распределения телевизионных программ наиболее эффективными и недорогими и таким образом снизить затраты на создание всей системы.

Третий аспектмеждународный. При создании практически любой национальной системы спутниковой связи (вещания) не удается локализовать ее деятельность только внутри зоны обслуживания. Наиболее важна и необходима международная координация спутниковых систем, которая предусматривает четко спланированное использование геостационарной орбиты и регламентация ряда параметров искусственных спутников Земли (ИСЗ) и земных станций, которые влияют на электромагнитную совместимость с другими службами и системами.

**1. Необходимость введения стандартов на аппаратуру систем связи.**

1.1 Начальные положения

Стандарты играют важную роль в торговле и коммерции как в национальном, так и международном масштабе. Эти стандарты разрабатываются многими организациями на национальном, региональном и международном уровне в основном по принципу консенсуса. Обращая внимание на рост международной торговли и совместной работы в отрасли технологий, органы стандартизации разработали процедуры и методы совместной работы, которые принято считать надежной базой для разработки стандартов на всех уровнях.

**вырезано**

Для нормирования спутниковых цифровых каналов и трактов используется гипотетический эталонный цифровой тракт (ГЭЦТ) в соответствии с Рек. 521-2 МСЭ-Р. В ГЭЦТ нормируется коэффициент ошибок *К*ош, фазовое дрожание, проскальзывание, требование к стыку (интерфейсу) цифровых наземных и спутниковых систем передачи. Наиболее разработанным параметром является норма на *К*ош.

В ГЭЦТ спутниковых систем *К*ош нормируется в соответствии с Рек. 522-2 МСЭ-Р. Коэффициенты ошибок на выходе ГЭЦТ не должны превышать следующих величин:

10-6 - среднее значение за 10 мин для более чем 20 % любого месяца;

10-4 - среднее за 1 мин для более чем 0,3 % любого месяца;

10-3 - среднее за 1 с для более чем 0,05 % любого месяца.

Для перспективных спутниковых систем при работе в объединенной сети цифровых служб нормы на *К*ош в соответствии с Рек. 614 МСЭ-Р несколько повышены:

10-7 для более чем 10 % любого месяца;

10-6 для более чем 2 % любого месяца;

10-3 для более чем 0,03 % любого месяца.

1.4.3 Спутниковые ТВ каналы

Под ТВ каналом обычно понимают совокупность двух (трех) каналов - канала изображения и одного (двух) каналов звукового сопровождения. На спутниковых системах передачи организуются магистральные ТВ каналы и распределительные каналы для подачи ТВ программ в зоновые и местные ТВ сети, в том числе и каналы спутникового непосредственного телевизионного вещания.

Действующие в настоящее время международные нормы предусматривают регламентацию большого количества параметров, охватывающих все качественные показатели изображения и звукового сопровождения, но главные из них − норма на полосу частот и норма на отношение сигнал/шум.

Для всех типов ТВ каналов и телевизионных стандартов Рек. 567-1 МСЭ-Р предполагает использование унифицированного взвешивающего фильтра с постоянной времени τ = 245 нс. Шум измеряется в полосе 5 МГц, которая формируется ФНЧ со специальной АЧХ.

Нормированное отношение сигнал/шум (47-54 дБ) должно выполняться в течение 99 % времени любого месяца. Допускается ухудшение нормированного отношения на 8 дБ в течение 0,1 % времени любого месяца. Это актуально для систем, работающих в диапазоне выше 10 ГГц.

1.5 Стандарты и развитие международной торговли.

Разработанные стандарты должны учитывать потребности рынка и способствовать свободной торговле и ее распространению в различные географические и экономические регионы. Разработанные международные стандарты не должны сдерживать международную торговлю или препятствовать ей, не должны использоваться как способ фиксирования цен, исключения конкуренции или препятствовать коммерции в мире, которая бы превышала ту, что необходима для обеспечения соответствия требованиям реальных технических регламентов или других территориальных требований к совместимости продукции, защите окружающей среды, здоровья и безопасности.

**вырезано**

Кроме того, EUTELSAT оказывает помощь и поддержку на любом этапе монтажа оборудования и его испытаний, а при необходимости − и на стадии изучения коммерческой целесообразности осуществления проекта.

EUTELSAT имеет также возможность частично обеспечивать подготовку операторов станций МДВР. Несмотря на то, что технология МДВР на первый взгляд может показаться очень сложной, тем не менее, она очень проста в обслуживании и эксплуатации, поэтому весь процесс обучения операторов до полного освоения ими оборудования станции и сети связи, как правило, занимает не более одного месяца.

2.3 Внутренняя связность сети EUTELSAT.

Спутниковая система связи EUTELSAT, работающая в режиме МДВР, не только не является независимой от других систем связи сетью, но даже наоборот − она полностью интегрируется в сеть паневропейских АТС общего пользования. Вследствие этого она полностью соответствует международным планам нумерации. В соответствии с рядом двухсторонних и многосторонних соглашений около 45 европейских МЦУК, подключенных к подключенных к сети EUTELSAT, учитывают пропускную способность спутниковой системы связи и включают ее в свои планы развития сетей.

В отличие от других спутниковых систем взаимосвязь между всеми станциями EUTELSAT, работающими в режиме МДВР, осуществляется в рамках одной единой сети, что соответствует суммарной теоретической пропускной способности системы 750 Мбит/с, что, в свою очередь, соответствует пропускной способности наземных линий связи на уровне 3,7 Гбит/с при условии, что ЦАУКС будет задействована в 100% случаев.

Реализуемая в сети внутренняя связность системы в режиме МДВР представляет собой весьма привлекательную возможность осуществления связи с приблизительно 45 МЦУК во всех странах Западной и Центральной Европы без каких-либо затрат на транзитную передачу информации, поскольку в данном случае нет необходимости в задействовании наземных линий связи, расположенных на территории других стран. В некоторых случаях граничащие между собой страны объединяют свои сети через одну станцию МДВР (например, скандинавские страны, страны Бенилюкса).

Интересно отметить, что одна из скандинавских стран, а именно, Дания, с 1993г. эксплуатирует собственную станцию МДВР, несмотря на то, что сеть страны подключена к скандинавской волоконно-оптической системе связи. До этого периода и при более низких нагрузках сети Дания пользовалась услугами шведской станции МДВР.

Еще одним крупным преимуществом спутниковой системы связи по сравнению с волоконно-оптическими линиями связи является то обстоятельство, что спутниковая система позволяет производить изменения в матрице соединений МЦУК, ликвидировать или устанавливать новые линии связи между ними путем синхронного осуществления очень простых операций в схемной части рабочих терминалов МДВР, которые осуществляются таким образом, что при этом не происходит никаких потерь существующих потоков информации. EUTELSAT поддерживает осуществление таких изменений, которые могут быть заказаны даже в течение коротких периодов времени и которые, после их тщательного изучения, могут быть реализованы в течение нескольких дней после поступления заявки. Помимо подобных, производимых по заявкам изменении конфигурации системы, ежегодно производится два плановых изменения конфигурации системы, что дает возможность всем станциям и операторам АТС общего пользования произвести корректировку информационных потоков в своих сетях.

**вырезано**

Сеансом работы в режиме МДВР является временной цикл в течение которого производится обслуживание всех станций данной системы. Например, в системе EUTELSAT продолжительность сеанса составляет 2 мс и предусмотрена возможность параллельного осуществления до 7 сеансов. Структура сигналов в цикле передачи для типичной системы приведена на рис.8.

Структура цикла.

Формат цикла передачи систем с МДВР может иметь много вариантов внутри основной структуры. Сверхцикл, состоящий из N (возиожно 28) циклов, может быть применен, чтобы позволить некоторым потребителям низкоскоростной информации передавать информацию со скоростью ниже цикловой скорости. Цикловая частота, например, может быть равной 1200 цикл/с, а абонент на земной станции , желающий передавать данные со скоростью 150 бит/с, будет передавать в среднем один бит за каждые 8 циклов или 8бит за каждый сверхцикл, состоящий из 64 циклов. Однако большинство абонентов передают один информационный пакет в каждом цикле плюс **вырезано**

С помощью заголовков пакетов импульсов ОООМ принимает участие во внутристанционном протоколе служебных сообщений. Местонахождение принимаемых пакетов импульсов определяется в графике передачи пакетов импульсов, который определяет также их происхождение, поскольку пакет импульсов сам по себе не несет никакой информации относительно своего происхождения и пункта назначения. После получение пакета импульсов происходит удаление его заголовка, восстановление с помощью ОООМ спутниковых каналов этого пакета импульсов (вспомним, что в любом из пакетов импульсов может содержаться информация для нескольких абонентов), и распределение их по определенным МСНЛ, что необходимо для восстановления схемы передачи информации в полном объеме (для передачи информации между станциями A и Б необходим один наземный канал от А до Б и один от Б до А, передача которых производится двумя различными пакетами импульсов).

Интерфейс наземной линии связи получает из нее данные, которые должны быть переданы станцией и перераспределяет данные, полученные от других земных станций через спутник. Через интерфейс в наземные линии связи передается также информация о возможных аномалиях в системе. В интерфейсную часть системы входит МСНЛ к которым подключены наземные каналы со скоростью передачи данных 64 кбит/с. Обычно в ретрансляционных наземных центрах формируются группы из 32 наземных каналов, после чего они поступают на станцию в виде уплотненных сигналов со скоростью 2048 Мбит/с, называемых первичными группами КИМ (ПГ КИМ).

В системе EUTELSAT станции, работающие в режиме МДВР, могут устанавливать связь и обмениваться сообщениями как друг с другом, так и с контрольной станцией с помощью Каналов Технической Служебной Связи (КТСС) и оконечной Аппаратуры Служебных Линий (АСЛ), причем эти сообщения включаются в состав заголовка. Как правило, в системе предусматривается наличие Компьютерного Центра Управления (КЦУ), с помощью которого осуществляется контроль и обслуживание передающих станций МДВР (ОООМ и МСНЛ), а также производится ввод данных о конфигурации оборудования, которые необходимы для дополнения графика передачи пакетов импульсов.

Связь между радиочастью и системной частью осуществляется через модем. Сначала с помощью потока данных, представленных в двоичной форме и соответствующих какому-либо пакету импульсов, производится модуляция промежуточной частоты. С помощью повышающего преобразователя промежуточная частота переводится в диапазон 14 ГГц, после чего с помощью мощного усилителя сигнал переадресовывается на ретранслятор, охватывающий зону обслуживания в которой расположены абоненты данных пакетов импульсов. В режиме МДВР системы EUTELSAT передача сообщений осуществляется в двух поляризационных плоскостях, вследствие чего на каждой станции необходимо устанавливать по два мощных усилителя (МУ). Обычно предусматривается наличие и третьего МУ в качестве резервного.

**вырезано**

3.4.9.2 Внеполосное излучение

Паразитное излучение

ЭИИМ, излучаемая ЗС вне полосы, выделенной для несущей, как результат паразитных тонов, полос шума или других нежелательных сигналов, но исключая продукты интермодуляции при многих несущих и спектральные боковые лепестки несущей, не должны превышать 4 дБВт в любой полосе шириной 4 кГц в полосе передачи ((14,0 - 14,5) ГГц).

Продукты интермодуляции

Максимальный пик ЭИИМ спектральной плотности продуктов интермодуляции, передаваемый ЗС, не должен превышать 12 дБВт в полосе шириной 4 кГц.

ЭИИМ вне полосы, выделенной для несущей МДВР, возникшая из-за расширения спектра фазомодулированной (ФМ) несущей вследствие нелинейностей усилителя мощности, должна быть такой, чтобы спектральная плотность мощности, излучаемая на выходе антенны, сравнительно с максимумом спектральной плотности мощности несущей, лежала внутри пределов, определенных шаблоном, приведенным на рисунке 4. Приведенные выше требования должны выполняться при номинальной рабочей ЭИИМ и при пакетно-кодовом ФМ сигнале, как это определено в EESS 201.

3.4.10 Спектральное распределение энергии сигнала

В соответствии с документом EESS 201, должно быть проведено скремблирование, чтобы гарантировать, что к передаваемой несущей все время подается равномерная спектральная плотность.

3.4.10 1 Излучения в холостом режиме

Когда ЗС работает с номинальным уровнем ЭИИМ, ЭИИМ в полосе транспондера, выделенной несущей МДВР, которая излучается, когда не передаются пакеты, не должна превышать 40 дБВт.

**вырезано**

Отсутствие требования к снижению мощности ЛБВ относительно насыщения (приблизительно 3 дБ), отсутствие защитных интервалов по частоте и продуктов нелинейных искажений являются основными преимуществами системы МДВР-КС (коммутация на спутнике), перед системами МДЧР, в которых частоты, используемые на линии вверх, определяют, какой луч будет использоваться на линии вниз. В системах с МДЧР обычно требуется снижать мощность усилителя на ЛБВ на 3-6 дБ относительно насыщения.

По существу, точно такая же структура сигналов на линиях вверх и вниз, какая используется в форматах циклов в системе МДВР-КС, может применяться и в системе МДЧР с коммутацией на борту спутника, если ось времени в формате одного цикла заменить осью частот. В системе МДЧР-КС каждый усилитель на ЛБВ, подключенный к многолучевой антенне, должен все же работать в режиме сниженной мощности относительно насыщения. Таким образом, при том же количестве усилителей на ЛБВ и многолучевых антенн в системе МДВР-КС обеспечивается более высокая скорость передачи информации, чем в многолучевой системе с МДЧР. Для использования преимущества увеличенной мощности при ограничении данной ширины полосы радиочастот может потребоваться применение фазовой манипуляции более высокого порядка.

**4 Экономический аспект спутниковой связи и вещания**

Международные организации спутниковой связи и вещания практикуют сдачу отдельных стволов и полностью ИСЗ в аренду другим организациям и странам для создания региональных и национальных систем спутниковой связи и ТВ вещания. EUTELSAT предвидит резкое увеличение спроса на услуги связи в области сетей общего пользования, но наибольший спрос ожидается на спутниковые каналы для организации международного и национального вещания.

К достоинствам спутниковой связи можно отнести следующие:

1) Спутниковая связьэкономически выгодный вид межконтинентальной связи, а также связи с отдаленными регионами земного шара. В пределах одного спутникового скачка (зона радиовидимости спутникадо 10 тыс. км.) стоимость канала спутниковой связи не зависит от расстояния между пунктами связи, в то время как для наземных систем связи стоимость канала пропорциональна расстоянию.

2) Спутниковая связь позволяет исключить дорогостоящие транзиты по территории третьих стран. Для Украины этот вопрос важен в связи с тем, что в схеме организации международных связей имеются дорогостоящие транзиты низкого качества по территории России и других стран СНГ.

**вырезано**

Вообще, любой пользователь (покупатель) исходит только из своих финансовых возможностей. Так, годовая аренда за целый транспондер на спутнике ASTRA обойдется покупателю в 8,1 млн.долл. Что касается Украины, то это для нее экономически не выгодно. Приходится арендовать отдельные стволы и занимать их только в определенное время.

В стоимость земной станции входят затраты на весь комплекс услуг, включая поставку, монтаж и тестирование приемо-передающей системы, а также обучение персонала. Это обойдется в 490 тыс. долл. Обычно бюджетные расходы приличных спутниковых вещательных каналов составляют 4900...9800 долл. в час. Программы с живым эфиром еще больше увеличивают расходную часть бюджета.

Перед началом вещания (связи) необходимо удостовериться в том, что все требования ITC удовлетворены, иначе их нарушение чревато солидным штрафом и даже аннулированием лицензии на право вещания (связи).

Заключение

Основной целью дипломной работы было рассмотрение спутниковой системы с МДВР в рамках международных норм.

Для этого в 1-ой главе описана необходимость ведения стандартов и взаимодействия между национальными организациями для достижения взаимопонимания на техническом и других уровнях.

Во 2-ой главе освещаются преимущества и некоторые другие особенности системы связи EUTELSAT, работающей в режиме МДВР.

В 3-й главе приводится описание принципа МДВР, а также структура земных станций и требования к ним. Интересен раздел 3.6, где описана система связи с коммутацией сигналов на борту спутника.

Экономическая сторона вопроса рассмотрена в главе 5.