ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**Московский технический университет связи и информатики**

Кафедра систем радиосвязи

**Контрольная работа по дисциплине:**

**«Основы построения телекоммуникационных систем и сетей »**

Выполнил студент

4 курса группы ПС0651

Титов Андрей Викторович

Москва 2009

Задача 1

1. Нарисовать структурную схему аппаратуры формирования первичной группы каналов ТЧ на передающем и приемном концах линии связи.
2. Изобразить спектры на входе и выходе аппаратуры формирования первичной группы каналов ТЧ.

Решение.

Первичная группа каналов тональной частоты (ТЧ) состоит из 12 стандартных каналов ТЧ. На передающем конце линии связи стандартный сигнал ТЧ в полосе частот от 300 до 3400 Гц от абонента через амплитудный ограничитель (ОА) поступает на один из входов индивидуального преобразователя частоты ИП. На другой вход ИП подается сигнал поднесущей с частотой F1 =64, 68, 72, 76,,,,108 кГц (для каждого канала частота поднесущей своя, частоты следуют с шагом 4 кГц). В результате перемножения этих сигналов образуется сигнал, спектр которого состоит из двух боковых (относительно F1) полос. Для первого канала это будут полосы с частотами 108-(0,3…3,4)=104,6…107,7 кГц и 108+(0,3…3,4)=108,3…111,4 кГц. Сигнал нижней из этих полос выделяется полосовым фильтром ПФ и подается на один из входом сумматора. На другие входы сумматора поступают сигналы с выхода аналогичных трактов передачи 11 других каналов. Амплитудные ограничители предотвращают перегрузку групповых усилителей (а следовательно уменьшают вероятность возникновения нелинейных помех) в моменты появления пиковых значений напряжений нескольких речевых сигналов.

канал спектр дискретизатор сигнал

На приемной конце линии связи канальный сигнал выделяется с помощью полосового фильтра из спектра первичной группы и подается на индивидуальный преобразователь (ИП). На другой вход ИП подается сигнал поднесущей той же частоты, что и на передающем конце (для первого канала – 108 кГц) спектр на выходе ИП состоит из двух боковых (относительно F1 ) полос с частотами -108-(104,6…107,7)=0,3…3,4 кГц и 108+(104,6…107,7)=212,6…215,7 кГц. Сигнал нижней из этих полос выделяется фильтром низких частот ФНЧ, усиливается и поступает к абоненту.

В первичной группе каналы разнесены по частоте и занимают полосу от Fн = 60 кГц до Fв = 108 кГц. Таким образом на каждый канал ТЧ приходится полоса 4кГц, из которых 3,1 кГц занимает сам канал (3,4-0,3) и защитный частотный интервал = 0,9 кГц (4-3,1).

Спектры на входе и выходе аппаратуры формирования первичной группы каналов ТЧ показаны на рис.2

Задача №2

1. Выберите частоту дискретизации fД первичного сигнала, спектр которого ограничен частотами FН и FВ. Для выбранной частоты дискретизации рассчитайте и постройте спектр сигнала на выходе дискретизатора.
2. Выполните операцию равномерного квантования с шагом ∆ и кодирования в восьмиразрядном симметричном двоичном коде двух отсчетов аналогового сигнала с амплитудами U1 и U 2. Определите величины ошибок квантования. Изобразите полученные в результате кодирования кодовые слова в виде последовательности токовых и бестоковых посылок, считая, что двоичной единице соответствует токовая посылка, а нулю бестоковая.
3. Определите минимальное количество разрядов в кодовом слове, при котором обеспечивается заданная защищенность А гармонического сигнала максимальной допустимой амплитуды от шумов квантования. На сколько децибел изменится величина защищенности при уменьшении вдвое амплитуды кодируемого сигнала?
4. Рассчитайте тактовую частоту ИКМ сигнала и ширину его частотного спектра.

Дано:

Количество каналов 60

Нижняя граничная частота спектра первичного сигнала FН = 0,1 кГц

Верхняя граничная частота спектра первичного сигнала FВ = 6,4 кГц

Амплитуда отсчета аналогового сигнала U1 = 2,9 В

Амплитуда отсчета аналогового сигнала U2 = -1,7 В

Шаг квантования ∆ = 80 мВ

Защищенность от шума квантования А = 28 дБ

Решение.

Выбор частоты дискретизации непрерывного (аналогового) сигнала осуществляется на основе теоремы Котельникова: любой непрерывный сигнал, ограниченный по спектру верхней частотой, полностью определяется последовательностью своих дискретных отсчетов, взятых через промежуток времени, называемый период дискретизации.

fД≥2 FВ,

fД=2\*6,4=12,8 кГц

где FВ высшая граничная частота в спектре группового сигнала. Для упрощения задачи фильтрации полезного сигнала при его демодуляции (исключение из полосы пропускания составляющих нижней боковой полосы) рекомендуется частота дискретизации исходя из условия

fД=2,3…2,4 FВ,

Для упрощения задачи фильтрации полезного сигнала при его демодуляции примем частоту дискретизации равной 15 кГц.

Спектральная диаграмма амплитудно-импульсной модуляции

**Рис 3**

2.В соответствие с заданием кодирование квантованных отсчетов осуществляется в симметричном двоичном коде. Для этого типа кода единица в крайнем левом (старшем разряде) кодового слова несет информацию о полярности кодируемого отсчета: «1» соответствует положительной, «0» отрицательной полярности, а символы остальных разрядов определяют его абсолютную величину. Для положительных и отрицательных отсчетов, равных по амплитуде, структуры кодовых комбинаций полностью совпадают (за исключением знакового разряда) т.е. код является симметричным.

С помощью восьмиразрядного двоичного кода можно закодировать 256 уровней равномерного кодирования

N=28=256

Динамический диапазон АЦП

0,08\*256=20,48 В

Пронумеруем отсчеты от-127 до -0 и от 0 до 127= 27-1 (всего 255)

Тогда значение U1 =2,9 В соответствует отсчету с номером n1=U1/∆=2,9/0,08=36,25=

=36(10)=100100(2)

Значение U2=-1,7 В соответствует отсчету с номером n2 =U2/∆=-1,7/0,08=-21,25=-21(10)=010101(2)

Поскольку остатки от деления величин напряжений на шаг квантования равны 0,25 то ошибки квантования в данном случае равны:

∆кв=0,25\*∆=0,25\*0,08=0,02 В

Симметричный двоичный код для положительных чисел представляет собой двоичный код этого числа с приписанной в старшем разряде (слева) единицей. Симметричный двоичный код для отрицательных чисел представляет собой двоичный код модуля этого числа с приписанным в старшем разряде (слева) нулем. Также введено число «-0», чтобы сделать код симметричным относительно нуля. Поскольку код восьмиразрядный, то двоичное число должно быть записано в 7 знаков (с добавлением слева нулей при необходимости, восьмой знак – знак числа)

Тогда U1=2,9 В=10100100

U2=-1,7 В=00010101

Сочетание токовых и бестоковых посылок показано на рисунке

Рис 4

При т разрядном кодировании помехозащищенность при передаче гармонического сигнала с максимально допустимой амплитудой от шумов квантования принимается равной:

АЗ=6т+1,8

По условию задачи защищенность от шума квантования должна быть не ниже 30 дБ

6т+1,8>30

т=28,2/6= 4,7

минимальное количество разрядов должно быть не менее 5 тmin=5

Рассчитаем тактовую частоту группового ИКМ сигнала по формуле

FТ= fД\*т\*Nгр

где- fД частота дискретизации равная 15 кГц, т-количество разрядов в кодовой группе, Nгр – количество канальных интервалов

FТ=15\*8\*60=7200 кГц

Полосу частот линейного тракта, необходимую для удовлетворительного воспроизведения ИКМ сигнала, находят из соотношения

∆F=(1…1,2)\* FТ≈7920 кГц

Задача 3

Рассчитайте мощность сигнала на входе приемника РРЛ и постройте диаграмму уровней сигнала на пролете для двух значений множителя ослабления V(t)=0 V(t)=0,5

Дано:

Мощность на выходе передатчика 2 Вт

КПД АФТ передатчика 0,8

Коэффициент усиления антенны передатчика 42 дБ

Длина пролета 43 км

Рабочая частота 7,9 ГГц

Коэффициент усиления антенны приемника 38 дБ

КПД АФТ приемника 0,9

Множитель ослабления поля свободного пространства 0,6

переведем коэффициенты из децибелов в разы:

Рассчитаем уровни сигнала в характерных точках на пролете РРЛ:

Построим диаграмму уровней сигнала на пролёте:

Рис 5

Задача 4

Нарисуйте упрощенную структурную схему ретранслятора на ИСЗ. Дайте краткое пояснение назначению каждого из элементов составленной структурной схемы. Укажите какие сигналы имеются на входе и выходе схемы.

Решение.

Упрощенная структурная схема ретранслятора на ИСЗ

Рис 6

Сигнал принятый антенной А1 космической станции, поступает через полосовой фильтр ПФ1 на входной малошумящий усилитель МШУ. В смесителе СМ1 с помощью гетеродина Г осуществляется преобразование принятого сигнала в сигнал промежуточной частоты, который после фильтрации с помощью полосового фильтра ПФ2 усиливается в УПЧ1.

На бортовом ретрансляторе космической станции могут использоваться устройства разделения, коммутации, объединения сигналов К, цель которых подавать сигналы, адресованные тем или иным земным станциям, на передающей антенне с соответствующей зоной обслуживания. После коммутации сигнал поступает на усилитель УПЧ2, смеситель СМ2, через полосовой фильтр ПФ3 на оконечный усилитель мощности УСВЧ и предающую антенну А2.

На входе и выходе схемы-сигналы СВЧ. Внутри ретранслятора между СМ1 и СМ2 –сигнал ПЧ

Литература

1. Ратынский М.В. Основы сотовой связи/ Под ред. Д.Б. Зимина – М.: Радио и связь, 1998 – 248 с.
2. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи – М.: Мобильные ТелеСистемы-Эко-Трендз, 1997
3. Методические указания и контрольные задания по курсу «Устройства преобразования и обработки информации в системах подвижной радиосвязи. С.Г. Рихтер М.МТУСИ 2009