Санкт-Петербургский

**Государственный Университет Телекоммуникаций**

**имени проф. М.А. Бонч-Бруевича**

**Курсовая работа по дисциплине:**

“Теория электрической связи”

**Преподаватель: Виноградов В. Б.**

# Студент:

**Группа: УС-11**

**Вариант № 52**

## Санкт – Петербург

**2003 г.**

Задание на курсовую работу:

Требуется рассчитать основные характеристики системы передачи сообщений, в которую входят следующие основные части: источник сообщений (ИС), дискретизатор (ДИС), кодирующее устройство (КОД), модулятор (МОД), канал связи (КС), демодулятор (ДЕМ), декодер (ДЕК), и фильтр восстановитель (ФВ).

ИС

АЦП

К

М

НК

ДМ

ДК

ЦАП

ПС



ИС – источник непрерывного сообщения;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

К – кодер;

М – модулятор;

НК – непрерывный канал;

ДМ – демодулятор;

ДК – декодер;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

ПС – получатель сигнала;

**Исходные данные:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | Уровень  аmin , В | Уровень  аmax , В | Верхняя частота fв, Гц | № уровня  j | Вид  модуляции | Энергетический  спектр помехи | Способ  приема |
| 52 | - 12,8 | + 12,8 | 104 | 199 | АМ | 1,45\*10-7 | 1 |

1. Источник сообщения

Источник создает непрерывное сообщение a(t) – случайный квазибелый стационарный процесс, мощность которого сосредоточена в области нижних частот, а полоса от 0 да верхней частоты fв. Мгновенные значения сообщения равновероятны в интервале от amin до amax.

1.1. Аналитическое выражение и график одномерного

закона распределения плотности вероятности

мгновенных значений случайного процесса.

С учетом, что все мгновенные значения случайного процесса в заданном интервале равновероятны, то плотность вероятности будет в этом интервале.



Аналитическое выражение для плотности вероятности W(a) имеет вид:



(1/В)





1.2. Расчет математического ожидания М и

дисперсии D случайного процесса a(t)



(В)



(В2)

2. Аналого-цифровой преобразователь

Передача информации от непрерывного источника осуществляется по дискретной системе связи. Для этого сообщение a(t) в дискретизаторе квантуется по времени и по уровню с равномерным шагом. Шаг квантования по уровню .

2.1. Расчет шага квантования по времени 

из теоремы Котельникова:

; (с)

2.2. Расчет числа уровней квантования L

Число уровней квантования при равномерном шаге определяется как частное от деления размаха (amax-amin) сигнала на шаг квантования (Δa).

; 

2.3. Расчет энтропии и производительности дискретизатора

Для характеристики всего ансамбля (или источника сообщения) используется математическое ожидание количества информации, называемое энтропией и находится по формуле:

,

где Р(а) – вероятность того, что источник информации посылает сообщение а.

Если сообщения передаются независимо друг от друга с различной вероятностью P(aj), то энтропия привет вид:

,

Так как вероятность появления j = 199 уровня сообщения не зависит от номера уровня, то , тогда (бит)

Производительностью такого источника называется суммарная энтропия сообщений переданных за единицу времени:

; (кбит/с)

3. Кодер

В кодере процесс кодирования осуществляет в два этапа. На первом этапе производится безизбыточное кодирование каждого уровня квантованного сообщения a(ti) k-разрядным равномерным двоичным кодом. На втором этапе к k-разрядной кодовой комбинации добовляется один проверочный символ формируемый простым суммированием по модулю 2.

3.1. Расчет минимального значения разрядности кода необходимого

для кодирования всех L уровней квантованного сообщения a(ti).

Формула для расчета минимального значения разрядности кода:

; 

3.2. Расчёт избыточности кода с одной проверкой на чётность Pk

,

где М – число различных блоков n-разрядного равномерного кода с основанием m.

М = L = 256

m = 2

n = 9



3.3. Запись двоичной кодовой комбинации соответствующей

передаче j = 199 при k = 8



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

 по модулю 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Восемь информационных символов и 9й проверочный символ.

3.4. Расчет числа двоичных символов выдаваемых кодером

в секунду Vk и длительности T

; (1/с)

; (с)

4. Модулятор

В модуляторе синхронная двоичная случайная последовательность биполярных импульсов b(t) осуществляет манипуляцию гармонического переносчика вида:

,  Вид модуляции – АМ

 (Гц)

4.1. Временные диаграммы модулирующего b(t) и манипулированного S(t) сигналов, соответствующие передаче aj-го уровня сообщения a(t)

1

1

1

1

1

0

0

0

1

b(t)

t

t

S(t)

4.2. Выражение и график корреляционной функции

модулирующего сигнала b(t)-Bb(τ)



где Т – тактовый интервал. (с)



4.3. Выражение и график спектральной плотности мощности

модулирующего сигнала b(t)-Gb(f)







4.4. Расчёт условной ширины энергетического спектра модулирующего сигнала ΔFв

Под условной шириной спектра сигнала понимают полосу частот, в которой сосредоточена основная доля мощности сигнала. Чем больше выбранное значение α, тем большая доля мощности будет сосредоточена в этой полосе частот.

;

; (Гц)

4.5. Аналитического выражения для модулированного сигнала S(t)



4.6. Выражение и график энергетического спектра модулированного сигнала Gs(f)

****

****



4.7. Расчёт условной ширины энергетического спектра модулированного сигнала (ΔFs)

; (Гц)

5. Канал связи

Передача сигналов S(t) осуществляется по неискажающему каналу с постоянными параметрами и аддитивной флуктуационной помехой n(t) с равномерным энергетическим спектром Go в некоторой полосе частот (”квазибелый шум”). Сигнал на выходе такого канала можно записать следующим образом:

, где 

5.1. Расчёт мощности шума Рш в полосе частот Fк = ΔFs

(Гц)

; (В2)

5.2. Расчёт отношение Рс/Рш средней мощности сигнала Рс к мощности шума Рш

Для двоичных равновероятностных сигналов S1(t) и S2(t) их средняя мощность равна: , где



энергия сигналов S1(t) и S2(t);T – длительность сигналов.





(В2)



5.3. Расчёт пропускной способности канала C в полосе Fк

(Мбит/с)

5.4. Определение эффективности использования пропускной способности канала Кс

; 

6. Демодулятор

Демодулятор осуществляет оптимальную по критерию максимального правдоподобия не когерентную обработку принимаемого сигнала .

6.1. Запись правила решения демодулятора, оптимального по критерию

максимального правдоподобия

Пусть в интервале времени [0,T] на вход демодулятора приходит некоторый элемент сигнала. Правило решения для критерия идеального наблюдателя в случае двоичной системы имеет вид:



при выполнении которого регистрируется символ “1”, в противном случае “0”.

6.2. Структурная схема оптимального демодулятора для АМ

РУ

Г1

Г0

Е1/2

Е0/2

6.3. Вычислить вероятность ошибки Р оптимального демодулятора

Вероятность ошибки оптимального демодулятора с аддитивным квазибелым шумом при передаче двоичных сообщений определяется по формуле:

, где  (интеграл вероятности)

; 





6.4. Определить, как нужно изменить энергию сигнала (Еэ), чтобы

при других видах модуляции и заданном способе приёма обеспечить

вычисленное в п.3 значение вероятности ошибки Р

По сравнению с двоичной АМ, при двоичная ЧМ энергия сигнала в 2 раза больше, а для двоичной ФМ в 4 раза больше. При интенсивности помехи N0 потенциальная помехоустойчивость двоичной системы зависит от эквивалентной энергии сигнала:



7. Декодер

Декодер, также как и кодер осуществляет процесс декодирования в два этапа: на первом этапе происходит обнаружение ошибок в кодовой комбинации. Если ошибок в кодовой комбинации не обнаружено, то на втором этапе из нее выделяется k информационных двоичных символов. Затем она преобразуется в импульс, высота, которого соответствует квантованному уровню переданного сообщения

7.1. Оценка обнаруживающей qo и исправляющей qu способности

кода с одной проверкой на чётность

Обнаруживающая и исправляющая способность кодов определяется dmin – минимальным расстоянием по Хеммингу между кодовыми комбинациями. dmin определяется по минимальному числу единиц по всем кодовым комбинациям, кроме нулевой. Расстояние между двумя векторами, по определению:



Таким образом расстояние между двоичным вектором равно числу составляющих, в которых они различаются.

dmin = 2 (одна проверка на чётность).

В общем случае: qo<dmin; qu<dmin/2

следовательно, qo=1; qu=0, т.е. данный код позволяет лишь обнаружить ошибку, но не исправить её.

7.2. Алгоритм обнаружения ошибок

Код с одной проверкой на чётность получается из примитивного кода добавлением в его конец проверочного символа, который определяется результатом побитного сложения элементов кода по модулю 2. Т.е. указывает чётное или нечётное кол-во единиц в примитивном коде. Если в процессе декодирования выясняется несовпадение, то принятая кодовая последовательность считается ошибочной.

8. Фильтр-восстановитель

Фильтр-восстановитель представляет собой фильтр нижних частот с частотой среза Fср.

8.1. Расчёт Fср

Согласно т. Котельникова, для восстановления аналогового сигнала без искажений следует применять фильтр восстановитель с частотой среза равной верхней частоте исходного сигнала, т.е. Fср = Fв = 104 Гц.

8.2. Графики АЧХ и ФЧХ идеального фильтра-восстановителя

Фильтр следует считать идеальным, если в полосе пропускания отсутствует ослабление сигнала и ФЧХ линейна.

H(jw)

θ(w)

1

0

w, Гц

w, Гц

Wср = 2πFср

1, 0<w<2πFср

АЧХ: |H(jw)|=

0, w>Fср

ФЧХ: θ(w)=-wt

**Список используемой литературы:**

1. "Теория передачи сигналов", А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, М.В. Назаров, Л.М. Финк; М. Радио и связь, 1986г.
2. "Методические указания к курсовой работе по дисциплинам "Теория электрической связи" и "Радиотехнические цепи и сигналы"".

Г.И. Смирнов; ЛЭИС.-Л.,1991г.

1. "Интеграл вероятностей", А.К. Митропольский; Лен. Университет 1972г.