Министерство информационных технологий и связи РФ

Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики

Кафедра РТС

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по курсу МО ЦОС

"Разработка устройств цифрового формирования и обработки сигналов системы передачи дискретных сообщений по частотно ограниченным каналам связи"

Выполнил: ст. гр. Р-42

Паничев П.А.

Проверил: Горсков Г.Х.

Новосибирск, 2007

Содержание

Введение

1. Исходные данные

2. Основные информационные характеристики системы передачи дискретных сообщений

3. Выбор длительности и количества элементарных сигналов, используемых для формирования выходного сигнала

4. Расчет вида элементарного сигнала

5. Разработка алгоритма определения отсчетов выходного сигнала

6. Расчет отсчетов сигнала на длительности между характеристическими моментами восстановления

7. Расчет спектра сигнала на выходе цифрового формирователя

8. Расчет мощности шума квантования на выходе формирователя

9. Разработка функциональной схемы устройства цифрового формирователя сигнала

10. Разработка структурной схемы приемника

Заключение

Список используемой литературы

## Введение

В последние годы методы цифровой обработки сигналов в радиотехнике, системах связи, управления и контроля приобрели большую важность и в значительной мере заменяют классические аналоговые методы. Основное техническое преимущество цифровых систем передачи перед непрерывными системами состоит в их высокой помехоустойчивости. Это преимущество сильно проявляется в системах передачи с многократной ретрансляцией сигналов.

В аналоговых системах помехи и искажения возникающие в отдельных звеньях, как правило, накапливаются. В цифровых системах передачи для ослабления эффекта накопления помех при переходе с ретрансляции, наряду с усилением применяют регенерацию импульсов, т.е. демодуляцию с применением восстанавливающей передаче символов и повторную их модуляцию на приемном пункте. Кроме этого, можно увеличить помехоустойчивость применением помехоустойчивого кодирования. Высокая помехоустойчивость цифровой системы передачи позволяет осуществлять практически неограниченную реальность связи, при использовании канала сравнительно невысокого качества. Кроме повышения помехоустойчивости активно разрабатываются методы увеличения скорости передачи информации.

В настоящее время разработана КАМ-256 обеспечивающая удельную скорость передачи информации 16 бит/с на 1Гц полосы пропускания канала связи, это показывает всю прогрессивность развития цифровой обработки сигналов.

## 1. Исходные данные

Номер варианта - 15

Удельная скорость передачи − 3,0 .



Разрядность ЦАП − 4.

Вид модуляции - ФМ.

## 2. Основные информационные характеристики системы передачи дискретных сообщений

Скорость передачи сигналов (модуляции) определяется как **V=1/Tc** и измеряется в Бодах. Один бод-это передача одного элементарного двоичного элемента сигнала в секунду.

Пропускная способность канала связи называется максимально возможная скорость передачи информации по каналу. Пропускная способность непрерывного канала связи с заданной полосой пропускания определяется формулой Шеннона

С=\*log2 (h2+1) (бит/с),



где -полоса пропускания канала связи (Гц), *h2-отношение сигнал/шум по мощности в канале связ****и.***



Скорость передачи информации определяется количеством информации I, переносимым элементарным сигналом, и интервалом Тс между характеристическими моментами восстановления сигнала, т.е. **R= I/Tc** (бит/c). Количество информации, переносимое элементарным сигналом, определяется следующим выражением

**I=log2 (N) (**бит/элемент).

Где N-количество элементарных сигналов

Удельная скорость передачи информации определяется как **γ =R/F1** (бит в секунду на один Гц полосы пропускания)

Если сообщения передаются двоичными символами, то скорость передачи данных не может превышать значения 2ΔFK бит/с или 2 бит/с на 1 Гц полосы пропускания канала связи ΔFK. Предел удельной скорости передачи данных с помощью двоичных символов, равный 2 (бит/с) /Гц, называется также "барьером Найквиста". Теоретически "барьер Найквиста" может быть преодолен за счет повышения отношения сигнал-шум в канале связи до очень большого значения, что практически не возможно. Поэтому для повышения удельной скорости передачи данных необходимо перейти к многопозиционной (комбинированной) модуляции, при которой каждая электрическая посылка несет более 1 бита информации.

К способам многопозиционной модуляции, используемым в системах цифровой передаче сообщений, относятся: квадратурная амплитудная модуляция (КАМ), фазовая модуляция (ФМ), частотное уплотнение с ортогональными несущими и амплитудно-фазовая модуляция с одной боковой полосой (АФМ-ОБП).

## 3. Выбор длительности и количества элементарных сигналов, используемых для формирования выходного сигнала

В реальных каналах связи для передачи сигналов по частотно ограниченному каналу используется сигнал вида

,



но он бесконечен во времени, поэтому его сглаживают по косинусоидальному закону.

,



где - коэффициент сглаживания,



N - количество элементарных сигналов (количество возможных состояний сигнала на длительности Т).

γ - удельная скорость передачи информации, т.к. 0 < r 1, тогда для обеспечения заданной удельной скорости передачи



γ=3 ,



можно взять N = 4

Определим r:



Рассчитаем полосу пропускания канала связи по формуле:

F1=r\*F+F=0,33\*F+F=1,33F,

где F - частота сигнала, а F1 - граничная частота полосы пропускания канала.

Зная заданные и полученные значения можно рассчитать длительность элементарного сигнала по формуле:

.



Для расчета вида элементарного сигнала необходимо рассчитать интервал дискретизации:

,



где fд - частота дискретизации.

Частота дискретизации выбирается с учетом того, что в спектре должна оставаться полоса расфильтровки ∆f она определяется как:

∆f = fд - 2 F (1+r), причем Δf > 0.

Выберем частоту дискретизации

fд >2F (1+r) = 2,66F,

возьмем fд =8F

Количество отчетов на одном интервале TΔ определяется формулой:

, где



Δt=ТΔ/4

## 4. Расчет вида элементарного сигнала

Расчет отчетов элементарного сигнала производится по формуле:

.



С учетом дискретности отсчетов время t изменяем дискретно t = nΔt, где n = 0,1,2…

Количество элементарных сигналов равно 4. Пусть они будут иметь максимумы +3, +1 и -1, -3.

Данный сигнал симметричен относительно 0, следовательно рассчитаем отсчеты справа от 0. Расчет сведем в таблицу 1:

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| t = nΔt | 0 | 1Δt | 2Δt | 2Δt | ТΔ | 5Δt | 6Δt | 7Δt | ТΔ | 9Δt | 10Δt | 11Δt | ТΔ |
| U1 (nΔt) | 1 | 0.894 | 0.62 | 0.283 | 0 | -0,153 | -0.167 | -0.092 | 0 | 0.057 | 0.062 | 0.033 | 0 |
| U3 (nΔt) | 3 | 2.542 | 1.528 | 0.576 | 0 | -0.211 | -0.196 | -0.095 | 0 | 0.05 | 0.053 | 0.029 | 0 |



Рисунок 1 - Отсчеты элементарного сигнала с амплитудой 1



Рисунок 2 - Отсчеты элементарного сигнала с амплитудой 3

Сигналы с амплитудами - 1 и - 3 будут иметь аналогичный вид, но с противоположной фазой.

Рассчитанные элементарные сигналы являются бесконечными во времени, что является неприемлемым. Но они быстро затухают по амплитуде, поэтому при передаче можно отбросить некоторую часть сигнала. Энергия отбрасываемой части не должна превышать 10% энергии всего сигнала.

Как видно из расчетов сигналов: 9, 10, 11, 12 - й отсчеты имеют малые значения.

Найдем энергию отбрасываемой части в процентах. Для этого рассчитаем энергию всего сигнала и отбрасываемой части для сигнала с амплитудой 1.

.



Энергия отбрасываемой части:

,



.



Оценим соотношение энергий элементарного сигнала и отбрасываемой части.



Рассчитаем энергию всего сигнала и отбрасываемой части для сигнала с амплитудой 3.

.



При этом энергия отбрасываемой части:

,



.



Найдем процентное соотношение энергий элементарного сигнала и отбрасываемой части.



Итак, энергия отбрасываемых частей обоих сигналов много меньше 10% от полной энергии сигнала.

## 5. Разработка алгоритма определения отсчетов выходного сигнала

Алгоритм определения отсчетов выходного сигнала представляет собой последовательность операций:

Расчет отсчетов элементарного сигнала;

Ввод первого бита информационных символов b1;

Разбиение последовательности на части по 2 бита и присвоение этим комбинациям определенных коэффициентов в соответствии с кодом Грея, что обеспечивает большую помехоустойчивость: 00 будет передаваться сигналом с амплитудой 3, 01 - 1, 11 - - 1, 10 - - 3. Занесение значений амплитуд в массив ai;

Вычисление и вывод значений отсчетов выходного сигнала Un;

Сдвиг всей комбинации битов на 1 бит и ввод следующего бита.



Рисунок 3 - Алгоритм определения отсчетов выходного сигнала.

## **6. Расчет отсчетов сигнала на длительности между** **характеристическими моментами восстановления**

Расчет отсчетов выходного сигнала.

Исходя из нашего варианта требуется передать двоичную последовательность 00010010. Количество информации, переносимое элементарным сигналом, определяется выражением:

, где N - число элементарных сигналов



N = 4 следовательно каждый сигнал несет 2 Бит.

Разобьем данную последовательность на 4 пары: 00, 01, 00,10.

Пусть последовательность 00 будет передаваться сигналом с амплитудой 3, 01 - 1, 11 - - 1, 10 - - 3.

Графически формирование выходного сигнала изображено на рисунках 4,5,6,7,8,9.



Рисунок 4 - Исходная последовательность, подлежащая передаче

Рисунок 5 - Вид элементарного сигнала соответствующий комбинации первых двух битов 00.



Рисунок 6 - Вид элементарного сигнала соответствующий комбинации третьего и четвертого битов 01.



Рисунок 7 - Вид элементарного сигнала соответствующий комбинации пятого и шестого битов 00



Рисунок 8 - Вид элементарного сигнала соответствующий комбинации седьмого и восьмого битов 10.



Рисунок 9 - Отсчеты сигнала на длительности между характеристическими моментами восстановления

Учитывая, что сигнал на выходе цифрового формирователя определяется суммированием только четырех отсчетов на каждом элементе и на том элементе, где присутствуют одновременно все четыре сигнала, то выдаваться будут только отсчеты 4,5,6,7 из суммы отсчетов. Причем эти отсчеты будут квантованными (в соответствии с разрядностью ЦАП). Диапазон напряжений отсчетов: от +7 до - 7, этот диапазон будет равномерно перекрываться 16-ю уровнями квантования.

## 7. Расчет спектра сигнала на выходе цифрового формирователя

Спектр сигнала рассчитывается по формуле:



С учетом того, что r = 0,33 и примем α=1, получаем



Спектр на выходе формирователя, и полосового фильтра представлен на рисунке 10.



f0+1.33F

f0+0.67F

f0

Рисунок 10 - Спектр сигнала на выходе формирователя

## 8. Расчет мощности шума квантования на выходе формирователя

Основным недостатком цифровой обработки сигналов является наличие шумов квантования. Поэтому при расчете любой аппаратуры ЦОС необходимо учитывать шум квантования, так как он может приводить к ошибкам при передачи информации.

Шум квантования полностью определяется выбором уровней квантования, то есть разрядностью ЦАП.

Шум квантования и мощность сигнала рассчитывается по формулам:

, гдеВ,



=1.81\*10-2Вт,



**.**



Значение отношения "сигнал/шум" или 31,3 дБ.



## 9. Разработка функциональной схемы устройства цифрового формирователя сигнала



Рисунок 11 - Функциональная схема устройства цифрового формирователя сигнала

DD1 - Регистр преобразуется последовательный код в параллельный (отвечает за выбор комбинации на основании поступающих данных)

DD2 - синхронизирует работу всех устройств цифрового формирователя

DD3 - ПЗУ предназначено для хранения всех возможных комбинаций генерируемых сигналов

ЦАП - преобразует цифровой сигнал с выхода ПЗУ в аналоговую форму

ПФ - выделяет необходимую полосу частот.

Код поступает на последовательно-параллельный регистр DD1, где он преобразовывается в параллельную комбинацию. Эта комбинация поступает на вход ПЗУ, где в ячейках памяти хранятся отсчеты сигналов всех возможных комбинаций генерируемых сигналов. Счетчик ИЕ синхронизирует работу схемы. С выхода ЦАП сигнал поступает на перемножитель, где осуществляется перенос спектра сигнала в более высокую область частот.

## 10. Разработка структурной схемы приемника



Рисунок 12 - Структурная схема приемника

Входной сигнал поступает на полосовой фильтр, где выделяется необходимая полоса частот. Далее сигнал поступает на перемножитель, на выходе которого получается набор частот. ФНЧ выделяет низкочастотный спектр. Этот сигнал подается на корреляторы, которые определяют степень схожести принятого сигнала с периодическим сигналом опорного генератора. Сигнал генератора имеет вид приподнятого синуса. Сам генератор имеет аналогичный разработанному вид. Причем каждый следующий коррелятор работает с опорным сигналом задержанным на интервал Тс. Далее сигналы с корреляторов подаются на решающие устройства, где принимаются решения о том, какой сигнал был передан (какая амплитуда у данного сигнала). Затем сигналы поступают на входы АЦП, где в соответствии с кодом Грея выдается два бита информации. Синхронность работы схемы обеспечивается системой синхронизации (СС).

## Заключение

В курсовой работе отраженны лишь простейшие принципы создания цифровой передачи. В настоящее время речь идет о создании систем, в которых наблюдаются показатели эффективности близкие к предельным. Одновременно требование высоких скоростей и верности передачи приводит к необходимости применения систем, в которых используются многопозиционные сигналы и мощные корректирующие коды. При этом два модема должны быть хорошо согласованны, чтобы обеспечить наибольшую эффективность систем связи в целом.

## Список используемой литературы

1. Конспект лекций.

2. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко - СПб.: Питер, 2002. - 608 с.

3. Теория передачи сигналов: учебник для ВУЗов \ А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, М.В. Назаров, Л.М. Финкю - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1996. - 304с. ил.

4. Применение микросхем памяти в электронных устройствах; справ. Пособие. - М.: Радио и связь, 1994. - 216с.