# 1. Расчет параметров системы

# 1.1 Расчет параметров преобразования сообщений

### 1.1.1 Параметры сообщения

При кодировании непрерывных сообщений с помощью ДИКМ возникают ошибки временной дискретизации δ1, ограничения динамического диапазона δ2, квантования сообщения δ3.

При заданной плотности вероятности мгновенных значений W(x), ошибки, вызванной ограничением динамического диапазона δ2, не будет. Т.к. W(x) ограниченная функция, со следующими параметрами:

- Математическое ожидание

(1.1)



- Величину xm – максимальное значение, которое может принять процесс W(x), найдем из уравнения:

(1.2)



тогда ; ;



полученные результаты показывают, что пик фактор сообщения значит, компрессия динамического диапазона не будет применяться.



### 1.1.2 Выбор ошибок преобразования

Для расчета основных параметров требуется выбрать соотношение между ошибками преобразования.

**- Ошибка временной дискретизации δ1:**

Результатом ДИКМ является цифровой сигнал, несущий информацию о величине и знаке приращения между двумя соседними отсчетами сообщения или разность между истинным и предсказанным значением отсчета по ограниченному числу предыдущих значений сообщения.

Эта операция приводит к резкому уменьшению разрядности сигнала, но и к повышению частоты дискретизации, которая вычисляется по формуле:

, (1.3)



где Fв – верхняя частота спектра сообщения после ограничения, которая находится по формуле, полученной преобразованием формулы (4.2.1.) [1].

(1.4)



в итоге, задавая значения δ1, получим значения Fd.

**- Ошибка квантования сообщения δ3.**

Шаг квантования будет определяться заданной ошибкой квантования δ3. (4.2.2) [1].

, значит (1.5)



задавая значения δ3, получим значения hk.

Результатом правильного выбора ошибок преобразования, должна явится минимизация полосы частот радиолинии Δfрл=min, что в достигается в основном, при максимальной длительности разряда цифрового сигнала τn =max. (формула 4.2.9. [1]). Из формулы видно что это условие достигается, при неизменности прочих условий (Nc), минимизацией Fd, и максимизацией hк,(это следует из выражения 4.2.4., 4.2.9. [1]), Эти условия позволяют определиться с выбором ошибок, даже не зная Nc.

Произведем расчет Fв, Fd и hk для разных вариантов распределения ошибок используя формулы (1.3 – 1.5). Учтем, что распределение ошибок выбирается из условия:

(1.6)



Полученные результаты сведем в таблицу 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант распределения между ошибками | Fв [Гц] | Fd [Гц] | hk |
|  | 102,7 | 868 | 1,6 |
|  | 106,4 | 825 | 1,7 |
|  | 100,4 | 965 | 1,4 |

Полученные результаты позволяют выбрать следующие значения:

δ1=0.0164

δ3=0.0251

Fd=825 Гц,

Fв=106.4 Гц,

hk=1.7

Итак, исходное сообщение является узкополосным.

**1.1.3 Параметры преобразованных сообщений**

Проведем дальнейший расчет основных параметров:

* **эквивалентная полоса частот w0э**, определяемая из уравнения:



* **число уровней квантования m:**

, возьмем m=3,



* **число разрядов двоичного кода n:**

, значит n=2,



* **длительность канального сигнала Тк.**

Тк определяется частотой следования отсчетов оцифрованного сигнала, для правильного восстановления сообщения на приемной стороне.



* **длительность разрядного импульса τп:**

(1.7)



где:

N=6 – количество датчиков на объекте.

Nc=13 – количество служебных бит, включающих:

6 бит – адрес объекта. Разрядность адреса находится из максимально допустимой нагрузки на систему А (Эрл/ч), которая находится при заданной вероятности отказа Pотк=0.04, из графика [1]:

(1.8.), отсюда



(1.9)



значит, система может обеспечивать работу 43 шаров-зондов.

Тогда разрядность адреса составит 6 бит.

3 бита - помехоустойчивое кодирование сообщения.

4 бита – служебная информация, содержащая расстояние до объекта.

**- скорость передачи цифрового сигнала, объем передаваемой информации**



скорость передачи системы будет больше чем у систем передачи речи.

* **полоса частот группового сигнала ΔfΣ.**



* **Параметры модуляции во второй ступени.**

Во второй ступени модуляции используется двухпозиционная ЧМн. Выберем девиацию частоты



* **полоса частот радиолинии Δfрл.**

В разрабатываемой системе используется адресный метод доступа к радиоканалу. Т.е. используются кодирование функциями Уолша, тогда:



где γ=2 – коэффициент, зависящий от формы импульса и способа обработки сигнала в приемнике.

Коэф.=1.1 – коэф. Учитывающий взаимной нестабильности несущей частоты излучаемого сигнала и частоты настройки приемника и доплеровского сдвига, который в данной системе составит Δfдопл= 20 Гц, при максимальной скорости объекта v= 10 м/с.

Nw = 9 – максимальный порядок функции Уолша, применяемой при передачи. Т.к. при использовании функций Уолша каждый бит передаваемой информации передается Nw количеством эфирных бит. В проектируемой системе функция Уолша 1-го порядка не используется, для скрытности работы системы.

Хотя использование функций Уолша и расширяет спектр сообщения, тем не менее система будет узкополосной.

## 1.2 Расчет энергетических характеристик

Качество выделения информации приемным устройством цифровой системы передачи информации, связано с вероятностью ошибки приёма разряда сообщения. Связь между допустимым значением вероятности ошибки Рд и пороговым отношением мощности сигнала к мощности шума h2пор =q2 для двухпозиционной ЧМн при некогерентном приеме может быть представлена в виде:

, (1.10)



из данного выражения выделим пороговое отношение h2пор:

(1.11)



h2пор позволяет рассчитать необходимую мощность сигнала на входе приемника, если известна мощность его шумов. Но из - из флюктуаций сигнала в точке приема меняется во времени случайным образом. Характер изменения таков, что плотность вероятности мощности близка к плотности вероятности Релея.

Опираясь на формулы (4.3.3, 4.3.6. [1]), найдем h2раб.

(1.12)



полученное значение h2раб, обеспечивает заданную надежность связи.

Найдем мощность шума, приведенную ко входу приемника, используя выражение (4.3.8 [1].)

(1.13)



где N0 – спектральная плотность шумов, приведенных к входу приемника.

Спектральная плотность шума состоит из следующих составляющих, найденных из рис.1 [1]. для f=600МГц:

(1.14)



где N01 – минимальные космические шумы.

N02 – шумы параметрических усилителей.

**Расчет требуемой мощности излучаемого сигнала**

Найдем рабочее значение удельной средней мощности передатчика. (4.3.9. [1]).

(1.15)



где:

GA - – коэффициент направленного действия передающей антенны, находится по формуле с учетом рис. 1:

(1.16)



Sэф – эффективная площадь приемной антенны.

, (1.17)



Рраб – рабочая мощность сигнала на входе приемника.

(1.18)



Рпор – пороговая мощность сигнала на входе приемника

(1.19)



η=0.2– коэффициент потерь энергии сигнала в антенно-фидерных трактах приемника и передатчика и при распространении радиоволн.

α,β- ширина диаграммы направленности антенны в горизонтальной и вертикальной плоскости в градусах. (Рис. 1)

Получив значение удельной средней мощности передатчика, найдем рабочую мощность передатчика, при условии, что в антенной системе используется 75 Ом фидер.

(1.20)



Требуемая мощность не велика, значит источники питания на объектах будут работать долго, сокращая эксплуатационные расходы системы.

Расчет вероятности ошибки приёма кодовой группы при независимых ошибках приёма разрядов можно провести, используя равенство (4.3.10. [1]):

(1.21)



Расчет относительной с.к.о. воспроизведения сообщения, вызванной действием шумовой помехи на цифровой сигнал, можно выполнить по формуле (4.3.12. [1]):

(1.22)



Найдем эффективное значение результирующей относительной ошибки сообщения на выходе системы с учетом действия шумовой помехи;

(1.23)



Полученное значение показывает, что наибольшие искажения при оцифровке непрерывных сообщений с помощью ДИКМ, а ошибки, возникающие при передачи сообщения незначительны.

Значит, система некритична к шумам, действующим в приемопередающем тракте.

## 1.3 Помехоустойчивое кодирование

В разрабатываемой системе для защиты передаваемой информации используется избыточное блочное кодирование. Применяется систематический код (25;22).

**Оценка возможностей данного кода.**

Систематические коды различаются по минимальному кодовому расстоянию dmin, которое определяется из следующих условий:

* Необходимое условие (Граница Хейминга) (стр.182 [2])

, (1.24),



где r=3 – количество проверочных бит.

* Достаточное условие (Граница Варшамова-Гильберта).

(1.25),



Тогда подбирая значения dmin, добьемся выполнения условий (1.24, 1.25). Это выполняется при dmin=6.

Корректирующие коды можно одновременно использовать для обнаружения и исправления ошибок. Разрядность этих ошибок определяется из условия:

(1.26)



где a – разрядность исправляемых ошибок.

b – разрядность обнаруживаемых ошибок, при условии что b>a.

Тогда выберем следующие значения:

a=2,

b=3.

Итак данный код способен одновременно обнаруживать двухразрядные и обнаруживать трехразрядные ошибки.

Определим вероятность не обнаружения ошибок данным кодом, которая вычисляется по формуле (8.28 [2]).

(1.27)



Полученное значение, показывает, что при заданной РД ошибки кратности 4 и выше не возникают.

Определим вероятность появления ошибок, которые код обнаруживает, но не может исправить. Т.е. ошибки кратности 3 по формуле (8.27 [2]).

(1.28)



Полученная вероятность ошибки пренебрежительно мала.

Полученные результаты позволяют сделать вывод:

* полученный систематический код обнаруживает все ошибки.
* исправляет практически все из обнаруженных ошибок.
* Всем этим обеспечивается очень высокая помехоустойчивость передачи.

Поэтому в рассматриваемой системе будет реализован следующий способ коррекции:

Неправильно принятые пакеты будут стираться.

**1.4 Основные параметры приемной и передающей антенн**

На центральном пункте и на объекте применяются приемопередающие антенны представляющие собой элементы Гюгенса со следующими диаграммами направленности:



Определим параметры антенн:

* Коэффициент направленного действия. Ga=2
* Коэффициент полезного действия ηа=0,8

Итак, в проектируемой системе антенны на объекте и на ЦП одинаковые.

# Сводные результаты расчета и выбора параметров функциональных устройств

* ошибка временной дискретизации - δ1=0.0164
* ошибка квантования сообщения - δ3=0.0251
* пик фактор сообщения - Пх=2
* частота дискретизации - Fд=825Гц
* верхняя частота спектра сообщения после ограничения - Fв=106.4 Гц,
* шаг квантования - hk=1.7
* длительность пакета данных - Тк=1,2\*10-3
* длительность разрядного импульса - τп=48мкс
* девиация частоты при ЧМн - Δfd=10КГц
* полоса радиолинии - Δfрл=413КГц
* рабочая частота - f=600МГц
* пороговое отношение сигнал/шум - h2пор=24
* рабочее отношение сигнал/шум - h2раб=478
* КНД антенны - Ga=2
* Эффективная площадь антенны - Sэф=0,04м2
* Мощность излучаемого сигнала - Рпер=15Вт
* вероятности ошибки приёма кодовой группы - Рош=4.8\*10-6
* относительная с.к.о. воспроизведения сообщения - δ=0,031

# 3. Временные диаграммы процессов

## 3.1 Структура канала трафика (передача информации с объекта на ЦП)

# 



# Рис. 3. Структура канала трафика

# 3.2 Структура прямого канала управления (с ЦП на объект)



# Рис. 4. Структура прямого канала управления

**Библиографический список**

1. Методические указания и задания к курсовой работе по РЭСТК. УПИ 2001 г. 15 с
2. Пенин П.И. Системы передачи цифровой информации. М.: Сов. Радио, 1976. 368 с.
3. Радиосистемы передачи информации / под ред. И.М. Теплякова. М.: Радио и связь, 1982. 264 с.