Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет инфокоммуникаций

Кафедра инфокоммуникационных технологий

Дисциплина: функциональные устройства систем телекомуникаций

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

на тему:

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ**

БГУИР КР 1-45 01 01-04-0745 ПЗ

Студент гр. 962991 И.С. Суворов

Руководитель В.В. Рабцевич

Минск 2020

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение](#_Toc39349145) ХХХ

[1 Модуляция в системах телекоммуникаций](#_Toc39349146) 8

[1.1 Сравнение схем модуляций](#_Toc39349147) 8

[1.2 Влияние неидеальности параметров системы на характеристики ЦСП. Определение необходимого значения сигналов сигнал/шум](#_Toc39349148) 10

[2 Цифровое оборудование](#_Toc39349146) 8

[2.1 Цифровой передатчик](#_Toc39349147) 8

[2.2 Цифровой приёмник](#_Toc39349148) 10

[2.3 Выделитель несущей частоты](#_Toc39349148) 10

[2.4 Приёмно-передающий тракт](#_Toc39349148) 10

[2.4.1 Определение коэффициентов передачи узлов](#_Toc39349148) 10

[2.4.2 Выбор фильтров для подавления побочных излучений и зекрального канала](#_Toc39349148) 10

[2.5 Выбор и расчет полосового фильтра УПЧ. Расчет ГВЗ фильтра](#_Toc39349148) 10

[3 Цифровой синтезатор частоты](#_Toc39349146) 8

[3.1 Структурная схема синтезатора частот](#_Toc39349147) 8

[3.2 Выбор микросхем и расчет коэффициентов деления](#_Toc39349148) 10

[4 Расчет энергетических характеристик системы передачи](#_Toc39349146) 8

[4.1 Расчет коэффициента шума РПрУ](#_Toc39349147) 8

[4.2 Расчет энергетических характеристик](#_Toc39349148) 10

[4.3 Выбор микросхем](#_Toc39349147) 8

[Заключение 2](#_Toc39349151)1

[Список использованных источников 2](#_Toc39349152)2

[Приложение А (обязательное) Приемопередатчик ЦСП 2](#_Toc39349153)3

Приложение Б (обязательное) [Схема функциональная 2](#_Toc39349154)4

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время в современных системах цифровой передачи информации используются различные виды модуляции, методы кодирования и обработки сигналов. Это приводит к необходимости предъявления жестких требований к стабильности частоты генераторов, уровню их амплитудных и частотных шумов, линейным и нелинейным искажениям сигнала. Для построения современных систем телекоммуникаций выпускается огромное количество микросхем генераторов, синтезаторов, модуляторов, усилителей, корректоров и т.д.

В результате выполнения курсового проекта необходимо решение следующих задач:

анализ характеристик системы для заданного вида модуляции (определение ширины спектра выходного сигнала, требований к линейным, нелинейным искажениям, погрешности разности фаз квадратурных составляющих).

разработка структурной схемы приемопередающего устройства;

обоснование выбора типа микросхем для построения системы связи;

обоснование требований к основным узлам приемопередающего устройства;

разработка отдельных узлов приемопередающего устройства (синтезатора частот, модулятора, выходного каскада или др.);

Для решения поставленных задач необходимо.

Знать:

достоинство и недостатки различных видов модуляции;

характеристики основных устройств приемопередатчика;

схемы построения основных узлов приемопередающего устройства и их основные параметры (синтезаторов частоты, модуляторов, малошумящих и выходных усилителей).

Уметь:

- обосновать выбор модуляции цифровой системы передачи;

- составить структурную схему приемопередающего устройства цифровой системы передачи;

- разрабатывать основные узлы цифровой системы передачи;

- произвести выбор современной элементной базы для построения основных узлов приемопередатчика

**1 МОДУЛЯЦИЯ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.**

**1.1 Сравнение схем модуляций**

Основные параметры системы при различных видах модуляции (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM) приведены в стандарте IЕЕЕ 802.16. Моделирующая двоичная последовательность отображается в последовательность символов, каждый из которых содержит 2,4,6,8 бит информации. Значение полосы частот для 16-КАМ приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Стандарт IЕЕЕ 802.16.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Полоса частот на канал, МГц | Скорость модуляции, МБод | Скорость передачи информации | | | Длительность кадра, мс | Количество абонентов на кадр |
| QPSK | 16-КАМ | 64- КАМ |
| 20 | 16 | 32 | 64 | 96 | 1 | 4000 |
| 25 | 20 | 40 | 80 | 120 | 1 | 5000 |
| 28 | 22,4 | 44,8 | 89,6 | 134,4 | 1 | 5600 |

Правильный выбор вида модуляции одна из важнейших задач при проектировании систем связи. Более сложные модуляции весьма эффективны с точки зрения использования спектра, но они требуют высокого отношения несущая—шум для работы при данной вероятности ошибок (рис. 1.1).

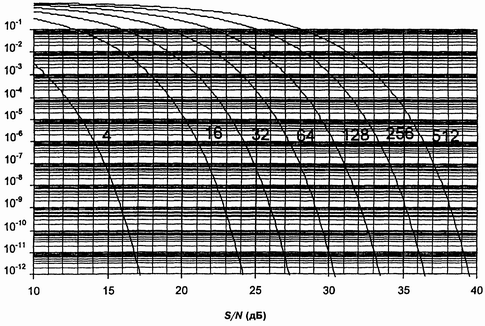


Рисунок 1.1 — Коэффициент ошибок в символах в зависимости от отношения сигнал— шум с числом уровней КАМ в качестве параметра

Эффективность использования спектра системы передачи определяется, как отношение скорости передачи битов входного сигнала к ширине занимаемой полосы частот и выражается в бит/с.

Когда целью является высокая эффективность использования спектра, наиболее часто пользуют схемы модуляции КАМ с различным количеством позиций в совокупности. Эти типы модуляции обеспечивают максимальную гибкость в применении: путем изменения только числа битов/символов, приходящихся на один символ (или другими словами, числа позиций совокупности), можно добиться соответствия данному частотному плану.

При выборе мощности передатчика необходимо учитывать, что при КАМ среднее значение мощности всегда меньше максимальной мощности усилителя (см. например рис. 2.7). Отношение пикового и среднего значений мощностей сигналов для различных форматов КАМ приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Пиковая мощность КАМ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Бит/символ | Уровень КАМ | Отношение пиковой и средней мощностей (дБ) |
| 2 | 4 | 0,00 |
| 4 | 16 | 2,55 |
| 5 | 32 | 2,30 |
| 6 | 64 | 3,68 |
| 7 | 128 | 3,17 |
| 8 | 256 | 4,23 |
| 9 | 512 | 3,59 |
| 10 | 1024 | 4,50 |

* 1. **Влияние неидеальности параметров системы на характеристики ЦСП**

На радиооборудование обычно влияет ряд недостатков. Некоторые из них относятся непосредственно к процессу модуляции. Другие обычно, но не по существу, возникают вне самого модема в других формирующих систему радиоблоках.

Ниже приводится анализ основных ухудшений качества, при котором особое внимание уделяется форматам модуляции КАМ. Это объясняется широким использованием таких форматов модуляции в цифровых системах радиосвязи и их известной чувствительностью к различным недостаткам.

1.2.1. **Ухудшения качества при модуляции и демодуляции**

— Ошибки модуляции

В процессе модуляции возможны различные виды ошибок:

— квадратурные фазовые ошибки между синусоидальным и косинусоидальным сигналами несущей;

— ошибки амплитуды между синфазным и квадратурным модулирующими сигналами;

— относительная погрешность амплитуды в случае многоуровневых сигналов из-за различных уровней сигнала;

— различные электрические задержки между синфазным и квадратурным модулирующими сигналами.

Все эти недостатки приводят к увеличению вероятности ошибки при передаче информации.

— Ошибки демодуляции

В процессе демодуляции также возможны различные источники ошибок:

— квадратурные фазовые ошибки между синусоидальным и косинусоидальным восстанавливаемыми сигналами несущей,

— конечная точность решающих схем,

— фазовая ошибка восстанавливаемой несущей,

— фазовая ошибка восстанавливаемых тактовых импульсов.

Под недостатками несущей частоты и устройств тактовой синхронизации подразумеваются, как правило, и статические и динамические (фазовое дрожание) ошибки. Чтобы учесть влияния фазового дрожания, необходимо знать его статистическое распределение.

Фазовое дрожание в цепях синхронизации возникает из-за теплового шума на входе синхронизатора. Будучи суммой различных случайных составляющих, фазовое дрожание может рассматриваться, в первом приближении, как случайная гауссова переменная.

Расчет среднеквадратической ошибки на практике осуществляется путем оценки отношения сигнал—шум (SNR) на выходе синхронизатора (при наблюдении восстановленного сигнал спектра его фазового дрожания посредством анализатора спектра), а затем вычисления среднеквадратического значения фазовой ошибки по следующей формуле:

.

В таблице 1.4 показано ухудшение отношения *S/N* из-за статических фазе ошибок несущей для различных форматов модуля. (Ухудшение отношения *S/N*  определяется не только приемо-передающим модулем, но и параметрами аппаратуры многоканальных систем телекоммуникаций, например ошибкой синхронизации и др. Более подробно это изучается в курсе “Многоканальные системы передачи”)

**ТАБЛИЦА 1.4.**

**Ухудшение отношения *S/N*  из-за статической фазовой ошибки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фазовая ошибка (градусы) | 4-КАМ (ДБ) | 16-КАМ (ДБ) | 64-КАМ (ДБ) |
| 2 | 0,05 | 0,4 | 1,4 |
| 4 | 0,25 | 1,3 | 4,6 |
| 6 | 0,6 | 2,5 | — |
| 8 | 1 | 4,1 | — |