

Учебная программа

Дисциплины «Цифровые каналы передачи данных»

магистерская программа «Анализ качества информационных систем»

Автор программы Ивлев Д.Н.

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Сигналы в радиотехнических системах

Классификация сигналов. Цифровые сигналы. Дискретизация и квантование. Спектр цифрового сигнала. Теорема Котельникова. Шум квантования. Импульсно-кодовая модуляция.

Раздел 2. Цифровые системы связи

Области применения цифровых систем связи. Сравнительные характеристики современных стандартов цифровой связи. Общая структура физического уровня цифровых систем связи. Основные этапы преобразования сигнала на физическом уровне цифровых систем связи.

Раздел 3. Кодирование источника

Неравномерное квантование. Компандирование. Алгоритмы удаления избыточной информации из сигнала. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция, дельта-модуляция, адаптивная дифференциальная импульсно-кодовая модуляция. Вокодеры.

Раздел 4. Модуляция и передача сигнала в основной полосе частот

Основные формы сигналов в основной полосе частот. Ограничение спектра сигналов. Передача сигналов с ограниченным спектром в основной полосе частот без межсимвольной интерференции. Фильтры Найквиста. Глазковые диаграммы.

Раздел 5. Полосовая модуляция

Виды полосовой модуляции. Математическое представление сигналов с разными видами модуляции. Ширина полосы системы связи для различных видов модуляции. Модуляция с непрерывной фазой. Модуляция с минимальным сдвигом. Структуры модуляторов.

Раздел 6. Полосовая демодуляция и оптимальный приём сигналов.

Оптимальный корреляционный приёмник для канала с аддитивным белым гауссовским шумом. Корреляционный когерентный приёмник двоичных сигналов. Когерентный и некогерентный приём сигналов с видами модуляции без памяти. Критерий принятия решений в двоичном когерентном приёмнике. Вероятность ошибок при передаче сигнала по каналу с гауссовым шумом. Кодировка Грея. Системные компромиссы в цифровых системах связи. Теорема Шеннона о пропускной способности канала связи.

Раздел 7. Методы расширения спектра и множественный доступ

Преимущества широкополосных сигналов. Расширение спектра методами прямой последовательности, скачков по частоте и скачков по времени. Случайные последовательности и их свойства. Помехоустойчивость сигналов с расширенным спектром. Методы множественного доступа. Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием.

Раздел 8. Многолучевое распространение радиосигналов

Многолучевой радиоканал. Мелкомасштабные и крупномасштабные замирания. Модели импульсной характеристики многолучевого радиоканала. Профиль временного рассеяния. Числовые характеристики многолучевых радиоканалов. Стандартные модели радиоканалов. Искажения сигналов, вызванные многолучевым распространением. Методы борьбы с замираниями.

Раздел 9. Архитектура цифровых приёмопередатчиков

Смеситель с подавлением зеркального канала. Супергетеродинные приёмники. Приёмник с прямым преобразованием. Приёмник с низкой промежуточной частотой. Широкополосный приёмник с двойным преобразованием частоты. Приёмник с субдискретизацией. Приёмник с цифровой промежуточной частотой.

Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Б. Склар. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. -М.: Издательский дом "Вильямс", 2007.
2. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики. - М.: Эко-Трендз, 2005.
3. И.В.Шахнович. Современные технологии беспроводной связи. - М.: Техносфера, 2006.
4. И.С.Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - М.: "Дрофа", 2006.
5. К.Феер. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра.: Пер. с англ. /Под ред. В.И.Журавлева. - М.: "Радио и связь", 2000.

б) дополнительная литература:

1. В.М.Вишневский, А.И.Ляхов, С.Л.Портной, И.В.Шахнович. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. - М.: Техносфера, 2005.
2. Журнал «Беспроводные технологии», адрес сайта: www.wireless-e.ru

Вопросы для контроля

1. Классификация сигналов в радиотехнических цепях.
2. Дискретизация и равномерное квантование. Ограничение на частоту дискретизации.
3. Шум квантования. Отношение сигнал/шум при квантовании. Импульсно-кодовая модуляция.
4. Неравномерное квантование. Компандирование. Стандартные характеристики сжатия. Отношение сигнал/(шум квантования) для μ -закона сжатия.
5. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция. Структура и описание работы ДИКМ-модулятора и демодулятора.
6. Вычисление оптимальных коэффициентов предсказания ДИКМ-модулятора. Выигрыш от предсказания.
7. Дельта-модуляция. Структура и описание работы дельта-модулятора и демодулятора. Шум перегрузки по крутизне и шум квантования при дельта-модуляции.
8. Основные формы физического представления цифровых сигналов в основной полосе частот.
9. Фильтры Найквиста. АЧХ и импульсные характеристики фильтров Найквиста. Ширина полосы системы с фильтром Найквиста.
10. Виды и типы модуляции. Сигнальные созвездия.
11. Структуры модуляторов.
12. Оптимальный корреляционный приём сигналов в канале с АБГШ.
13. Двоичный корреляционный приёмник.
14. Когерентный приём сигналов с амплитудно-фазовой манипуляцией.
15. Когерентный приём сигналов с частотной манипуляцией.
16. Преимущества и недостатки когерентного приёмника.
17. Некогерентный приём сигналов с частотной манипуляцией.
18. Некогерентный приём сигналов с дифференциальной двоичной фазовой манипуляцией.
19. Преимущества и недостатки некогерентного приёмника.
20. Критерий принятия решений в двоичном когерентном приёмнике.
21. Вероятность битовой ошибки в двоичном когерентном приёмнике на фоне АБГШ.
22. Теорема Шеннона. Предел Шеннона.
23. Системные компромиссы. Плоскость «спектральная эффективность – отношение сигнал/шум».

24. Расширение спектра методом прямой последовательности. Помехоустойчивость системы DSSS.
25. Множественный доступ с кодовым разделением.
26. Случайные последовательности и их свойства.
27. Последовательности Баркера. М-последовательности, их свойства и способ генерации.
28. Расширение спектра с помощью скачкообразной перестройки рабочей частоты.
29. Множественный доступ с частотным разделением.
30. Многолучевой радиоканал. Мелкомасштабные и крупномасштабные замирания.
31. Модели импульсной характеристики многолучевого радиоканала. Профиль временного рассеяния.
32. Числовые характеристики многолучевых радиоканалов.
33. Стандартные модели радиоканалов.
34. Искажения сигналов, вызванные многолучевым распространением.
35. Методы борьбы с замираниями.
36. Смеситель с подавлением зеркального канала.
37. Супергетеродинные приёмники.
38. Приёмник с прямым преобразованием.
39. Приёмник с низкой промежуточной частотой.
40. Широкополосный приёмник с двойным преобразованием частоты.
41. Приёмник с субдискретизацией.
42. Приёмник с цифровой промежуточной частотой.