

Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
В МАГИСТРАТУРУ**

Направление подготовки:

11.04.01 «Радиотехника»

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2017**

Содержание:

1. Радиотехнические цепи и сигналы

Методы анализа электрических цепей во временной и частотной областях.

Основные виды детерминированных сигналов (амплитудно-, частотно-, фазомодулированные сигналы, сигналы с ОБП), используемых в радиотехнических устройствах и системах и их свойства.

Спектр вещественного сигнала. Связь с разложением в ряды Фурье. Спектральные методы анализа сигналов в электрических цепях.

Преобразование Гильберта вещественного сигнала. Аналитический сигнал. Огибающая и фаза сигнала.

Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Спектр сигнала при амплитудно-импульсной модуляции.

Дискретное преобразование Фурье.

Классификация случайных процессов. Вероятностные характеристики. Стационарность и эргодичность. Связь между корреляционной функцией и энергетическим спектром. Широкополосные и узкополосные процессы. Каноническое разложение случайного процесса.

Воздействие случайных процессов на линейные системы. Взаимная корреляционная функция случайных процессов на входе и выходе системы. Энергетический спектр стационарного случайного процесса на выходе системы.

Параметрическая оптимизация линейных систем. Оптимизация по критерию максимума отношения сигнал/шум. Оптимизация по критерию минимума среднеквадратической ошибки воспроизведения полезного сигнала.

Оценки параметров случайного процесса. Статистическая проверка гипотез.

2. Радиотехнические системы

2.1. Оптимальные алгоритмы обнаружения и различения сигналов

Оптимальная когерентная обработка сигналов. Алгоритм оптимальной когерентной обработки на фоне "белого" гауссового шума. Обнаружение одиночного сигнала. Обнаружение пачки сигналов. Алгоритм оптимального когерентного различения сигналов. Корреляционные устройства обнаружения и различения сигналов. Обработка с выделением низкочастотных квадратурных составляющих. Реализация устройств обнаружения и различения сигналов на основе согласованных фильтров. Сравнение с корреляционной обработкой в случаях использования простых и сложных сигналов.

Помехоустойчивость оптимального когерентного обнаружителя. Потенциальная помехоустойчивость при различении сигналов. Эффективность различных методов модуляции при поэлементном приеме в системах передачи дискретных сообщений. Противоположные сигналы. Ортогональные сигналы. Геометрическая интерпретация. Относительная фазовая манипуляция. Сигналы с непрерывной фазой. Модуляция с минимальным сдвигом частоты. Гауссова модуляция с минимальным сдвигом частоты.

Оптимальные методы обнаружения и различения сигналов на фоне коррелированных гауссовых помех.

Обнаружение и различение сигналов со случайными параметрами. Оптимальная некогерентная обработка сигналов. Алгоритм оптимального некогерентного обнаружения и его реализация. Квадратурно-корреляционная обработка. Обработка с помощью согласованных фильтров. Обработка с выделением низкочастотных квадратурных составляющих.

Рабочие характеристики оптимального обнаружителя. Оптимальная некогерентная обработка пачек импульсов. Влияние флуктуаций амплитуды импульсов.

Алгоритм оптимального некогерентного различения сигналов и его реализация. Квадратурно-корреляционная обработка. Обработка с помощью согласованных фильтров. Обработка с выделением низкочастотных квадратурных составляющих.

Выбор оптимальных сигналов. Помехоустойчивость поэлементного приема ортогональных в усиленном смысле сигналов.

2.2. Энергетическая и спектральная эффективность систем передачи дискретных сообщений

Информационные характеристики систем передачи дискретных сообщений. Количество информации, содержащееся в сообщении. Скорость передачи информации. Производительность источника сообщений.

Дискретный канал. Дискретный канал без шума. Основные характеристики. Теорема Шеннона для дискретного канала без шума. Кодирование источника. Дискретный канал с шумом. Основные характеристики. Теорема Шеннона для дискретного канала с шумом.

Непрерывный канал. Формула Шеннона для пропускной способности непрерывного канала. Предельные показатели эффективности. Граница Шеннона.

Многопозиционные системы передачи дискретных сообщений. Средняя вероятность ошибочного приема. Оптимальные системы сигналов. Сигналы на основе матриц Адамара. Достижение наивысшей энергетической эффективности. Сравнение с границей Шеннона.

Проблема компромисса между энергетической и спектральной эффективностью. Составные сигналы. Прием «в целом». Канальное кодирование. Блочные коды. Минимальное хэммингово расстояние. Возможность обнаружения и исправления ошибок. Эффективность помехоустойчивого кодирования. Энергетический выигрыш кодирования. Линейные блочные коды. Порождающая матрица. Проверочная матрица. Синдром. Каскадные коды. Сверточные коды. Длина кодового ограничения. Решетчатая диаграмма кодера. Понятие декодирования сверточных кодов на основе алгоритма Витерби. Понятие турбо-кодов. Понятие сигнально-кодовых конструкций.

Особенности передачи дискретных сообщений в каналах с замираниями и многолучевых каналах. Методы борьбы с межсимвольной интерференцией. Эквалайзеры. Перемежевание кодовых символов. Многочастотная модуляция на ортогональных поднесущих.

Проблема достижения высокой спектральной эффективности. Методы повышения спектральной эффективности. Квадратурная фазовая модуляция. Многопозиционная фазовая модуляция. Амплитудно-фазовая модуляция.

2.3. Основы статистической теории измерения параметров сигналов

Измерение параметров сигналов. Оптимальные стратегии статистического оценивания параметров сигналов. Байесовы оценки. Минимаксные оценки. Оценки по максимальному правдоподобию.

Характеристики качества оценок. Неравенство Крамера-Рао. Оптимальный алгоритм оценки времени прихода, амплитуды и начальной фазы сигнала и его реализация. Потенциальная точность оценки параметров сигнала. Потенциальная точность оценки времени прихода сигнала. Оптимальный алгоритм оценки частоты сигнала и его реализация. Оценка доплеровского смещения частоты.

Общие сведения о линейной и нелинейной фильтрации меняющихся во времени параметров. Фильтры Винера и Калмана.

Прием непрерывных сообщений как реализация статистической оценки параметров сигнала. Потенциальная точность оценки параметров сигналов в системах передачи непрерывных сообщений. Обобщенный выигрыш метода модуляции. Сравнение

различных методов модуляции (амплитудная, однополосная, частотная, импульсно-кодовая).

2.4. Специальные вопросы помехоустойчивого кодирования и декодирования

Граница Хэмминга. Плотнупакованные коды. Верхняя граница минимального расстояния (граница Синглтона) для линейного блочного кода. Дуальные коды. Код Хэмминга. Эквивалентные коды Хэмминга. Спектр кода Хэмминга. Синдромный алгоритм декодирования. Граница Варшавова-Гильберта. Код Галлагера. Итеративные алгоритмы декодирования кодов с низкой плотностью проверок на четность.

Циклические коды. Порождающий и проверочные полиномы. Методы кодирования. Циклические коды Хэмминга. Коды БЧХ. Коды для обнаружения пачек ошибок. Недвоичные коды. Код Рида-Соломона. Код Файера. Укороченные коды Файера. Коды Абрамсона (CRC).

Свёрточный линейный код. Нерекурсивный и рекурсивный свёрточные кодеры. Систематическая и несистематическая формы кодирования. Описание свёрточного кода в пространстве состояний. Алгоритм максимального правдоподобия Витерби. Энергетический выигрыш от мягкого декодирования. Каскадные конструкции свёрточных кодов и кодов Рида-Соломона. Турбо-код как блочный код на основе свёрточных кодеров.

Принципы построения сигнально-кодовых конструкций. Классификация. Решетчатая-кодовая модуляция. Многоуровневая кодовая модуляция. Модуляция с битовым перемежением.

3. Радиотехнические устройства

3.1. Цифровые устройства и микропроцессоры

Основы алгебры логики и теории переключательных функций. Комбинационные устройства (КУ). Последовательностные устройства (ПУ). Запоминающие устройства (ЗУ). Синтез ЦУ на основе КУ и ПУ. Устройства преобразования информации. Схемотехника базовых элементов различных типов логик. Формирователи и генераторы импульсов.

Универсальные микропроцессоры. Архитектура однокристалльных микропроцессоров (МП). Программирование микропроцессора. Интерфейс микропроцессорных систем. Микроконтроллеры. Цифровые сигнальные процессоры.

3.2. Аналоговые электронные устройства

Основные показатели и характеристики аналоговых электронных устройств. Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств. Обеспечение и стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току. Каскады предварительного усиления. Оконечные усилительные каскады. Операционные усилители. Активные резистивно-емкостные фильтры. Компараторы.

3.3. Устройства приема и обработки сигналов

Основные характеристики устройств приема сигналов (УПС). Входные цепи и устройства. Усилители сигналов радиочастоты. Усилители сигналов промежуточной частоты. Преобразователи частоты. Детекторы сигналов. Ручные и автоматические регулировки. Частотно-избирательные устройства.

Помехоустойчивость УПС по отношению к помехам различного вида.

Применение цифровой обработки сигналов в УПС.

Прием сигналов с амплитудной модуляцией (АМ). Приемники сигналов с однополосной модуляцией (ОМ) и подавленной несущей. Прием сигналов с частотной модуляцией (ЧМ). Сравнение помехоустойчивости приемников АМ, ЧМ и ОМ.

3.4. Устройства генерирования и формирования сигналов

Основы теории и расчета высокочастотных резонансных генераторов с внешним возбуждением (ГВВ). Широкополосные усилители мощности и ключевые ГВВ. Сложение мощностей в ГВВ.

Умножители частоты.

Автогенераторы (АГ) гармонических колебаний и синтезаторы сетки частот.

Формирование радиосигналов высоких частот с амплитудной, частотной и фазовой модуляциями.

Устройства генерирования колебаний сверхвысоких частот (СВЧ).

Вопросы для подготовки:

1. Алгоритм оптимальной когерентной обработки на фоне "белого" гауссового шума.
2. Обнаружение пачки сигналов.
3. Алгоритм оптимального когерентного различения сигналов.
4. Помехоустойчивость оптимального когерентного обнаружителя.
5. Оптимальные методы обнаружения и различения сигналов на фоне коррелированных гауссовых помех.
6. Алгоритм оптимального некогерентного обнаружения и его реализация.
7. Оптимальная некогерентная обработка пачек импульсов. Влияние флуктуаций амплитуды импульсов.
8. Многопозиционные системы передачи дискретных сообщений.
9. Эффективность помехоустойчивого кодирования.
10. Оптимальные стратегии статистического оценивания параметров сигналов.
11. Оптимальный алгоритм оценки времени прихода, амплитуды и начальной фазы сигнала и его реализация.
12. Принципы построения сигнально-кодовых конструкций.
13. Потенциальная точность оценки параметров сигналов в системах передачи непрерывных сообщений.
14. Особенности передачи дискретных сообщений в каналах с замираниями и многолучевых каналах.
15. Комбинационные и последовательностные цифровые устройства.
16. Архитектура однокристальных микропроцессоров (МП).
17. Микроконтроллеры.
18. Цифровые сигнальные процессоры.
19. Схемотехника базовых элементов различных типов логик цифровых устройств.
20. Запоминающие устройства.
21. Универсальные микропроцессоры.
22. Основные показатели и характеристики аналоговых электронных устройств.
23. Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.
24. Обеспечение и стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току.
25. Каскады предварительного усиления.
26. Оконечные усилительные каскады.
27. Операционные усилители.
28. Активные резистивно-емкостные фильтры.
29. Усилители сигналов радиочастоты радиоприемных устройств.
30. Усилители сигналов промежуточной частоты радиоприемных устройств.
31. Ручные и автоматические регулировки в радиоприемных устройствах.
32. Прием сигналов с амплитудной модуляцией
33. Помехоустойчивость радиоприемных устройств по отношению к помехам различного вида.
34. Приемники сигналов с однополосной модуляцией (ОМ) и подавленной несущей.
35. Прием сигналов с частотной модуляцией.
36. Сравнение помехоустойчивости приемников АМ, ЧМ и ОМ.
37. Умножители частоты.
38. Автогенераторы гармонических колебаний и синтезаторы сетки частот.
39. Широкополосные усилители мощности радиопередающих устройств.
40. Ключевые генераторы с внешним возбуждением.
41. Сложение мощностей в генераторах с внешним возбуждением.
42. Формирование радиосигналов высоких частот с амплитудной модуляцией.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов по специальности "Радиотехника". – Изд. 5-е, стер. – М. : Высш. шк., 2005.– 462 с.
2. Радиотехнические системы: учебник для вузов по направлению подготовки "Радиотехника" / под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Академия, 2008. – 590 с.
3. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер. с англ. Второе издание.– М.:Изд. Дом "Вильямс". 2003. –1104 с.
4. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Основы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов - М.: Эхо Трендз. 2005.
5. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов, – М.: Академия, 2007. 528 с.
6. Павлов В.Н., Ногин И.Н Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Радиотехника" / В. Н. Павлов. – М. : Академия. 2008. – 287 с.
7. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / В. В. Шахгильдян, В. Б. Козырев, А. А. Ляховкин и др.; Под ред. В. В. Шахгильдяна.– 4-е изд.,– М.: Радио и связь. 2003. – 560 с.

Дополнительная литература

1. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учебное пособие для вузов / В.Ю. Бабков, И.А. Цикин; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 425 с.
2. Бунтов В.Д., Макаров С.Б. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов/ Ч.1: Цифровые устройства. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 257 с.
3. Бунтов В.Д., Макаров С.Б. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов/Ч.2: Микропроцессорные устройства. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 227 с.
4. Фомин Н.Н. , Буга Н.Н.. Радиоприемные устройства. Учебник для ВУЗов, 3-е изд., – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. 520 с.