

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
_____ Дик С.К.
«_____» _____ 2017 г.

ПРОГРАММА
вступительного экзамена в магистратуру по специальности 1-39 81 03
«Информационные радиотехнологии»

Минск 2017

Программа составлена на основании учебных программ дисциплин Теоретические основы радиотехники, УД-4-154/р, Цифровая обработка сигналов, УД-4-316/р, Системы и сети передачи данных. Защита информации в компьютерных сетях, УД-4-703/р.

СОСТАВИТЕЛИ:

Листопад Николай Измаилович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ИРТ БГУИР;

Козел Виктор Михайлович - кандидат технических, доцент, доцент кафедры ИРТ БГУИР.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

(протокол № 14 от « 15 » мая 2017 г.)

Заведующий кафедрой ИРТ

Листопад Н.И.

Раздел 1. Теоретические основы радиотехники.

Тема 1.1. Анализ детерминированных сигналов

Математические модели и основные характеристики детерминированных сигналов. Векторное представление сигналов. Ортогональные сигналы и обобщенный ряд Фурье. Погрешность аппроксимации рядом Фурье.

Понятие спектра сигнала, необходимость его использования. Гармонический спектральный анализ и синтез периодических сигналов. Тригонометрическое и комплексное представление спектра периодического сигнала. Распределение мощности в спектре периодического сигнала.

Спектральный анализ непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра. Связь между спектрами периодического и непериодического сигналов. Спектры испытательных сигналов: сигналов, описываемых дельта функцией и единичной функцией, гармонического сигнала.

Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Связь между корреляционной и спектральной характеристиками сигнала. Дискретизация и восстановление сигналов по теореме отсчетов (теореме Котельникова). Ряд Котельникова. Принципы временного уплотнения каналов связи.

Тема 1.2. Модулированные сигналы

Необходимость применения модулированных колебаний. Виды модуляции. Сигналы с амплитудной модуляцией. Векторное представление и спектры сигналов с амплитудной модуляцией. Энергетические соотношения. Балансная и однополосная амплитудные модуляции.

Угловая модуляция. Сигналы с частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) модуляциями. Векторное представление и спектры сигналов с ЧМ и ФМ. Энергетические соотношения. Сравнительный анализ амплитудной, частотной и фазовой модуляций. Радиоимпульс с частотной модуляцией, его свойства и основные характеристики.

Сигналы с импульсной, амплитудно-импульсной и импульсно-кодовой (цифровой) модуляциями. Методы модуляции, используемые для передачи дискретных данных по каналам связи вычислительных сетей.

Обобщенное представление модулированных колебаний в виде узкополосных сигналов. Огибающая, частота и фаза узкополосного сигнала. Аналитический сигнал и его свойства.

Тема 1.3. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами

Классификация линейных цепей. Основные свойства и характеристики линейных цепей, методы расчета характеристик и способы их экспериментального определения. Устройства дифференцирования и интегрирования сигналов, их характеристики. Фильтры. Активные линейные цепи. Усилительные устройства, классификация и принцип работы.

Линейные радиотехнические цепи с обратной связью. Влияние обратной связи на характеристики устройств. Устойчивость линейных цепей с обратной связью. Критерии устойчивости Гурвица, Найквиста, Михайлова.

Тема 1.4. Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи

Постановка задачи и методы анализа линейных цепей. Временной и спектральный методы анализа, их сравнительная характеристика. Прохождение сигналов через дифференцирующую и интегрирующую цепи.

Особенности анализа прохождения широкополосных и узкополосных сигналов через узкополосные цепи. Упрощенный спектральный метод. Упрощенный временной метод (метод огибающей). Анализ прохождения сигналов с амплитудной и частотной модуляциями через резонансный усилитель.

Тема 1.5. Нелинейные радиотехнические цепи и методы их анализа

Нелинейные радиотехнические цепи, их свойства и основные характеристики. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Преобразование спектра сигнала в цепи с нелинейным элементом при степенной и кусочно-линейной аппроксимации характеристик. Метод угла отсечки.

Метод фазовой плоскости. Фазовые траектории, особые точки, изоклины, предельные циклы. Анализ нелинейных устройств методом фазовой плоскости.

Тема 1.6. Нелинейные преобразования сигналов

Нелинейное резонансное усиление сигналов, режимы работы и параметры усилителей. Умножение частоты. Синтез идеального умножителя частоты. Резонансные и параметрические умножители частоты.

Аналоговые методы модуляции сигнала (AM, SSB, FM, PM). Сравнительная характеристика аналоговых методов модуляции с точки зрения помехоустойчивости канала связи и эффективности использования частотного спектра. Амплитудная модуляция: основные характеристики, методы

формирования. ОБП (SSB): основные характеристики, методы формирования. Угловая модуляция: связь между частотной и фазовой модуляцией, спектр колебания с угловой модуляцией, помехоустойчивость угловой модуляции, методы повышения помехоустойчивости угловой модуляции (командирование сигналов, введение предискажений), методы формирования сигналов с угловой модуляцией.

Преобразование частоты. Балансные преобразователи частоты.

Принципы построения модуляторов и демодуляторов (модемов), используемых в каналах связи вычислительных сетей.

Тема 1.7. Устройства формирования радиосигналов

Структурная схема автогенератора. Необходимость положительной обратной связи. Возникновение колебаний и стационарный режим работы автогенератора. Баланс амплитуд и баланс фаз. "Мягкий" и "жесткий" режимы самовозбуждения. Квазилинейный метод анализа стационарного режима. Определение амплитуды и частоты генерируемых колебаний в стационарном режиме.

Нелинейное дифференциальное уравнение автогенератора. Решение уравнения в линейном приближении. Уравнение Ван-дер-Поля и метод его решения.

Схемы автогенераторов. LC и RC автогенераторы. Трехточечные автогенераторы с индуктивной и емкостной связями. Автогенераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Стабилизация частоты в автогенераторах.

Релаксационные автогенераторы. Мультивибраторы, одновибраторы.

Тема 1.8. Параметрические устройства

Особенности и разновидности параметрических цепей. Энергетические соотношения в цепи с нелинейной емкостью. Уравнения Мэнли-Роу.

Дифференциальное уравнение цепи с переменной емкостью. Уравнение Матье. Усиление сигналов в параметрических цепях. Одноконтурный и двухконтурный параметрические усилители. Параметрическое возбуждение колебаний. Емкостной и индуктивный параметроны.

Тема 1.9. Основные характеристики случайных сигналов

Случайные сигналы и помехи в системах связи и управления. Вероятностно-статистический подход к описанию физических явлений в радиотехнике. Случайный процесс как модель случайного сигнала. Одномерные и

многомерные законы распределения вероятностей случайных процессов. Числовые характеристики. Корреляционная функция как мера статистических связей. Понятие статистической зависимости случайных процессов.

Стационарные и нестационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Статистические характеристики стационарных и эргодических случайных процессов.

Спектральная плотность мощности случайного сигнала. Теорема Винера-Хинчина. Соотношение между шириной спектра и интервалом корреляции. Некоторые модели случайных сигналов: нормальный (гауссовский) шум, белый шум, узкополосный случайный процесс, их вероятностные характеристики.

Тема 1.10. Линейные преобразования случайных сигналов

Постановка задачи анализа линейных цепей при воздействии случайных сигналов. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного сигнала на выходе линейной цепи. Числовые характеристики.

Определение законов распределения случайных сигналов на выходе линейной цепи. Эффект нормализации случайных сигналов в узкополосных цепях.

Характеристики собственных шумов линейных цепей. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.

Тема 1.11. Нелинейные преобразования случайных сигналов

Постановка задачи анализа нелинейных цепей при воздействии случайных сигналов. Методы определения законов распределения вероятностей случайных сигналов на выходе нелинейной безынерционной цепи. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция выходного сигнала. Определение числовых характеристик.

Преобразование сигнала и шума в приемном тракте. Характеристики огибающей и фазы узкополосного случайного процесса. Воздействие узкополосного нормального шума на линейный и квадратичный амплитудные детекторы. Совместное воздействие гармонического колебания и нормального шума на амплитудный детектор. Помехоустойчивость амплитудных детекторов. Воздействие сигнала и нормального шума на частотный детектор.

Тема 1.12. Принципы оптимальной линейной фильтрации

Постановка задачи оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех. Коэффициент передачи согласованного фильтра и отношение сигнала к шуму на его выходе. Импульсная характеристика согласованного фильтра.

Физическая осуществимость. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Синтез согласованных фильтров для некоторых типовых сигналов. Формирование сигнала, сопряженного с заданным фильтром. Согласованная фильтрация заданного сигнала при "небелом" шуме.

Сущность корреляционного приема. Структурная схема корреляционного приемника. Квазиоптимальные фильтры.

Раздел 2. Цифровая обработка сигналов

Тема 2.1. Дискретные, цифровые сигналы и системы

Модель аналого-цифрового преобразования. Дискретизация и квантование сигнала. Базисы дискретизации и восстановления. Особенности дискретизации. Описание дискретных сигналов и систем с помощью аппарата конечных разностей, разностных уравнений и дискретной свертки. Системная функция. Алгебраическая форма представления дискретных сигналов и систем. Описание дискретных сигналов и систем в частотной области. Z-преобразование. Дискретное во времени преобразование Фурье. Разновидности дискретных систем. Рекурсивные и нерекурсивные системы, основные характеристики и параметры. Расчет и моделирование цифровых фильтров.

Тема 2.2. Преобразование сигналов в системах цифровой обработки

Ортогональное разложение случайных процессов. Корреляционные, ковариационные функции и матрицы случайных дискретных полей и процессов. Собственные значения и собственные векторы корреляционных матриц. Преобразование Карунена-Лоева (ПКЛ).

Обработка сигналов с помощью дискретных ортогональных преобразований. Система дискретных экспоненциальных функций (ДЭФ) и обработка сигналов в поле комплексных чисел. Дискретное преобразование Фурье и его свойства. Прямое и обратное преобразования. Двумерное и многомерное ДПФ. Вычислительная сложность и точность ДПФ.

Определение быстрого преобразования Фурье (БПФ). Классификация алгоритмов БПФ. БПФ по смешанному основанию. Алгоритмы БПФ с прореживанием во времени и частоте.

Сверточные и полиномиальные алгоритмы вычисления ДПФ. Вычисление БПФ с помощью ЛЧМ-Z преобразования. Оценка вычислительной сложности и точности БПФ.

Функции и дискретное преобразование Уолша-Адамара, их свойства и применение при цифровой обработке сигналов. Быстрое преобразование Уолша (БПУ). Оценка вычислительной сложности и точности.

Дискретное косинусное преобразование (ДКП). Связь с ДПФ. Свойство уплотнения энергии. Приложения дискретных преобразований в поле вещественных чисел.

Изменение частоты дискретизации с помощью дискретной обработки. Многофазное разложение. Прореживающие и интерполирующие фильтры.

Алгоритмы матричного, полиномиального вычислений линейных и периодических сверток. Вычисление свертки с помощью быстрых преобразований. Вычисление части линейной свертки и секционирование.

Тема 2.3. Спектральный и корреляционный анализ дискретных сигналов и процессов.

Базовая структура анализатора спектра на основе ДПФ и БПФ. Параметры анализаторов спектра. Частотная характеристика анализатора спектра на основе ДПФ. Особенности гармонического анализа сигналов. Роль параметров и весовых функций, используемых при спектральном анализе.

Коррелограммные и периодограммные оценки спектральной плотности мощности и взаимной спектральной плотности мощности дискретных случайных сигналов. Оптимизация весового окна. Оценка на основе критерия максимума правдоподобия. Проекционные методы анализа.

Понятие о частотно-временных преобразованиях. Применение короткого ДПФ. Дискретные вейвлет преобразования (ДВП). Мультиразрешающий анализ. Алгоритмы вычисления ДВП.

Тема 2.4. Методы и алгоритмы фильтровой цифровой обработки сигналов

Модели стохастических дискретных процессов, скользящего среднего (СС), авторегрессионного скользящего среднего АРСС. Гауссово-марковские случайные поля и процессы. Линейное предсказание. Алгоритмы линейного предсказания. Уравнение Юла-Уокера. Решетчатые фильтры.

Воздействие дискретных, случайных процессов на цифровой фильтр. Цифровой фильтр, оптимальный по критерию максимума отношения сигнал- шум.

Цифровой фильтр Винера. Цифровой фильтр Калмана. Методы формирования весовых коэффициентов.

Определение и назначение адаптивной обработки сигналов. Метод адаптивной фильтрации (метод наискорейшего спуска). Алгоритмы фильтрации по методу наименьших квадратов и рекурсивного метод наименьших квадратов.

Раздел 3. Системы и сети передачи данных

Эталонная модель OSI. Уровни эталонной модели. Примеры.

Эталонная модель TCP/IP. Уровни модели. Сравнение моделей.

Асинхронный режим передачи (ATM). Виртуальные каналы ATM. Эталонная модель ATM. Сети на основе соединений X.25, ретрансляции кадров (Frame Relay - FR).

Основы теории информации. Мера информации. Производительность источника информации. Основная теорема для каналов без шумов. Канал связи с шумами. Пропускная способность типового канала связи.

Носители информации. Теоретические основы передачи данных. Управляемые носители информации (магнитные носители, витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно, радиосвязь).

Спутники связи. Типы орбит и их основные характеристики. Система спутниковой подвижной связи INMARSAT. Система связи GEOBALSTAR. Спутники против волокна.

Сервисы сетевого уровня. Формирование кадра. Основные принципы.

Обнаружение и исправление ошибок. Корректирующее кодирование. Коды с обнаружением ошибок.

Протоколы передачи данных. Симплексные протоколы. Сети Петри.

Примеры протоколов передачи данных. HDLC - протокол. PPP - протокол.

Управление каналом. Статическое и динамическое управление каналом. Проблема распределения канала. Динамическое распределение в локальных и региональных сетях.

Сеть Ethernet. Кабели Ethernet. Кабели Ethernet. Манчестерский код. Коммутируемые сети Ethernet. Быстрый Ethernet.

Системы беспроводного радиодоступа. Общая характеристика сетей и систем беспроводного радиодоступа. Примеры.

Системы и сети широкополосного беспроводного радиодоступа. Технология беспроводного доступа Wi-Fi. Технология беспроводного доступа Wi-Max. Сети 4-G.

Сети связи на основе технологии Bluetooth Общие сведения о технологии Bluetooth. Спецификация стандарта Bluetooth. Особенности организации пикосетей. Службы (Profile) Bluetooth.

Алгоритмы маршрутизации. Метод коммутации пакетов с ожиданием. Принцип оптимального маршрута. Выбор кратчайшего пути. Маршрутизация с учетом состояния пути. Учет стоимости.

Качество обслуживания. Основные требования. Методы обеспечения заданного качества обслуживания. Интегральное обслуживание. Дифференциальное обслуживание. Коммутация меток и MPLS.

Сетевой уровень в Интернете. Сетевой уровень в Интернете. IP - адреса. Протокол IP4. Протокол IP6. Подсети. NAT - трансляция сетевого адреса. Управляющие протоколы сети Интернет. Протокол внешнего шлюза BGP.

Элементы транспортных протоколов. Элементы транспортных протоколов. Услуги, предоставляемые верхним уровнем. Адресация. Установка и разрыв соединения. Управление потоком и буферизация. Мультиплексирование.

Транспортные протоколы сети Интернет. Транспортные протоколы сети Интернет. UDP- протокол. TCP - протокол. Производительность компьютерных сетей.

Служба имен DNS. Электронная почта. Пространство имен. Серверы имен. Архитектура и службы электронной почты. Пересылка писем. Доставка сообщений.

Всемирная паутина. Системы мультимедиа. Представление архитектуры. URL - адресация. HTML - язык разметки вебстраниц. XML и XSL - языки. WAP - протокол. Основы цифровой обработки звука. Передача речи поверх IP.

Литература

К разделу 1

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1986 г.
2. Надольский А. Н. Теоретические основы радиотехники. Учебное пособие.- Мн.: БГУИР, 2005 г.
3. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2002 г.
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2000.

5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2003.
6. Радиотехнические цепи и сигналы. Васильев Д.В., Витоль М.Р., Горшенков Ю.Н. и др./Под ред. Самойло А.К. - Радио и связь, 1990.
7. Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Теоретические основы радиотехники: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2002
8. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. - М.: Радио и связь, 1990.
9. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры: Пер. с англ. М.: Сов. радио. 1980.
- Ю.Каяцкас А.А. Основы радиоэлектроники. - М.: Высшая школа, 1988.
10. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. - М.: Радио и связь, 1989.
11. Прокинс Дж. Цифровая связь. - М.: Радио и связь, 1999.
12. Битус А.К. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 и 3. -Мн.: БГУИР, 1999 .
13. Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов. / Под ред. И.С. Гоноровского -М: Радио и связь, 1989 .
14. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Руководство к решению задач: Учебное пособие для вузов. - М: Высшая школа, 2002.

К разделу 2

1. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов/ А. Оппенгейм, Р. Шафер. - М.: Техносфера, 2006.
2. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций/Авторы: А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузо, Е.Б. Соловьева, И.И. Тук. - СПб.: БХВ - Петербург, 2003.
3. Солонина, А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB/А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. -816с.
4. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов: практический подход/ Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис. - М.: Вильямс, 2008.
5. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов/ Р Лайонс.. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006.г.
6. Лосев В.В. Микропроцессорные устройства обработки информации. Алгоритмы цифровой обработки: Учеб.пособие.Мн.: Высш.шк.,1990.
7. Рабинер, Л., Гоулд Б. Теория и применения цифровой обработки сигналов/ Л. Рабинер , Б. Гоулд. - М.: Мир, 1978.
8. Глинченко, А.С. Цифровая обработка сигналов: Учеб. пособие в 2 Ч/ А.С. Глинченко.-Красноярск.: Изд-во КГТУ, 2001. -199 с.

9. Ю.Гольденберг, Л.М. Цифровая обработка сигналов/ Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин., М.Н. Поляк. Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1990.
11. Методы цифровой обработки сигналов/ Под ред. Ю.В. Гуляева, В.Ф. Кравченко М.: Радиотехника, 2003.
12. Куприянов, М.С., Матюшкин Б.Д. Цифровая обработка сигналов: процессы, алгоритмы, средства проектирования. - СПб.: Политехника, 2002.
13. Шахтарин, Б.И. Случайные процессы в радиотехнике. Т.1. Линейные преобразования.-М.:Гелиос АРВ,2006.
14. Смоленцев, Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MatLab. - М.: ДМК Пресс, 2005.
15. Уидроу, Б. Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов / Пер.с англ.- М.: Радио и связь, 1989
16. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях/Под ред В.Ф.Кравченко. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 544 с.
17. Саломатин С.Б. Цифровая обработка сигналов в радиоэлектронных системах. - Мн.: БГУИР. 2003 г.
18. Саломатин С.Б., Ходыко Д.Л. Цифровые адаптивные методы защиты от помех. Учебно - методическое пособие по дисциплинам «Цифровая обработка сигналов», «Методы и средства радиоэлектронной защиты» для студентов специальностей «Радиоэлектронные системы», «Радиоэлектронная защита информации».- Мн.: БГУИР, 2007
19. Саломатин С. Б. Спектральные методы формирования, обработки и анализа сигналов. Учебно-методическое пособие. - Минск : 2010.
20. Сверхбольшие интегральные схемы и современная обработка сигналов: Пер. с англ./Под ред. С. Гуна, Х. Уайтхауса, Т. Кайлата. - М.: Радио и связь, 1989.
21. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложение / Пер. с англ.- М.: Мир, 1990.
22. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов.- М.: Мир, 1988 г.
23. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных/Пер. с англ.- М.: Мир, 1989.
24. Трахтман А.М., Трахтман В.А. Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах. - М.: Сов. Радио, 1975.
25. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник/Под ред. Я. Д. Ширмана. —М.: Радиотехника, 2007. - 512 с.

26. Васильев В.П., Муро Э.Л., Смольский С.М. Основы теории и расчета цифровых фильтров: учеб. пособие для высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 272 с.
27. Чуй Ч. Введение в вэйлеты.- М.: Мир, 2001. - 412 с.

К разделу 3

1. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. - СПб.: Питер, 20 И 992 е.: ил. - (Серия «Классика computer science»).
2. Хелд Г. Технологии передачи данных. 7-е изд. - СПб.: Питер] К. Издательская группа ВHV, 2003. - 720 е.: ил. - (Серия «Классика computer science»).
3. Волков Л.Н., Немировский Н.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики. // Учебное пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 392 с.:ил.
4. Системы и сети цифровой радиосвязи : учеб. пособие / Н.И.Листс|пад и др. - Минск : «Изд-во Гревцова», 2009. - 200 с. : ил.
5. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е испр.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильяме», 2003.- 1104 е.: ил.
6. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д.Кловского: М: Радио и связь. 2000. - 800 е.: ил.