

Аннотация дисциплины

Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем - Б1.Б1

Цель дисциплины: изучение методов моделирования радиотехнических устройств и систем и развитие навыков использования средств моделирования.

Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Методологические основы моделирования. Понятие модели и моделирования. Математическая модель. Классификация методов моделирования. Модельно ориентированное проектирование. Основы использования MATLAB. Построение двумерных графиков. Настройка графиков через GUI. Анализ данных. Создание программ. Simulink. Математическое моделирование радиоустройств и систем. Формализация задачи моделирования РТС. Общий алгоритм моделирования РТС. *Моделирование сигналов.* Классификация сигналов в РТС. Описание сигналов АЦП. Описание сигналов при использовании методов несущей, комплексных амплитуд, статистических эквивалентов, информационного параметра. Преобразование Фурье. Интерпретация результатов. Метод несущей при моделировании радиосистем. *Моделирование звеньев радиосистем.* Моделирование линейных звеньев. Метод инвариантности импульсной характеристики. Метод билинейного преобразования. Метод замены дифференциалов. Проектирование цифровых фильтров. Задача проектирования фильтра. Проектирование по аналоговому прототипу. Прямые методы синтеза фильтров. Моделирование нелинейных инерционных звеньев. Метод комплексной огибающей при моделировании радиосистем. Базис функциональных элементов. *Использование статистических методов при моделировании радиосистем.* Метод статистических эквивалентов при моделировании радиосистем. Формирование случайных величин с заданным законом распределения. Формирование случайных процессов с заданными свойствами. Моделирование гауссовых случайных процессов с заданными корреляционными свойствами. Обработка результатов статистических экспериментов. Оценка закона распределения вероятностей. Проверка соответствия выбранной модели распределения данным эксперимента. Оценка моментов распределения. Оценка корреляционной функции случайного процесса. Оценка спектральной плотности мощности случайного процесса. *Упрощение и автоматизация*

моделирования и тестирования. Метод информационного параметра при моделировании радиосистем. Использование метода информационного параметра при моделировании следящих систем. Специализированные средства моделирования и проектирования.

Аннотация дисциплины

История и методология науки и техники (применительно к радиотехнике) – Б1.Б.2

Цель освоения дисциплины состоит: в изучении исторического опыта зарождения, становления и развития науки и технологий радиоэлектроники (РЭ); в сопоставлении различных видов деятельности специалистов - генераторов и двигателей развития наук и технологий РЭ; в привитии студентам навыков "системного и проектного мышления" как базы инновационной деятельности будущих специалистов; в определении места знаний и навыков студентов в методологиях исследования и проектирования систем и процессов на основе деятельностного подхода и системного анализа

Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Факты и аргументы истории РТ и РЭ. Создание теории электромагнитного поля и начало его экспериментального исследования. Первые шаги в экспериментальном и конструкторском освоении и использовании электромагнитных волн для целей беспроводной связи. Развитие принципов и совершенствование элементной базы для генерации и усиления высокочастотных сигналов. Радиосвязь и радиовещание – первое системное применение радиотехники. Совершенствование радиовещательных систем.1.5) Радиотехника во второй Мировой войне. Движущие силы развития науки, техники и технологий. История создания радара. Радиоэлектроника в послевоенные десятилетия. История освоения новых частотных диапазонов. Методология исследования и инженерного проектирования РЭУ. Деятельность и ее виды. Инженерное проектирование РЭУ как особый вид деятельности. Структуры, стратегии, процедуры и операции проектирования РЭУ. Структура и стратегии процесса инженерного проектирования. Технологии выбора в процессе проектирования элементов, узлов и систем. Примеры проектирования элементов, узлов и систем РЭУ.

Аннотация дисциплины

Устройства приема и обработки сигналов – Б1.Б.3

Цель дисциплины: освоение студентами принципов построения, характеристик и методов анализа, расчета и проектирования устройств приема и обработки радиосигналов.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Прохождение сигнала и шума через блок высокой частоты радиоприемника: энергетический спектр и автокорреляционная функция квазигармонического шума на выходе блока высокой частоты; статистические характеристики огибающей узкополосного шума; статистические характеристики огибающей суммы гармонического сигнала и узкополосного шума. Анализ помехоустойчивости приемника АМ сигнала: анализ прохождения сигнала и шума через линейный амплитудный детектор (АД); расчет отношения сигнала к шуму на выходе линейного АД. Анализ помехоустойчивости приемника ЧМ сигнала: статистические характеристики мгновенной частоты суммы гармонического сигнала и узкополосного шума; расчет отношения сигнала к шуму на выходе приемника ЧМ сигналов; пороговый эффект при приеме ЧМ сигналов. Основы синтеза оптимальных приемников: функция правдоподобия параметра при приеме сигнала на фоне нормального белого шума; структурная схема приемника, оптимального по критерию максимума апостериорной вероятности. Оптимальное обнаружение и различение сигналов: алгоритм и характеристики оптимального обнаружителя полностью известного сигнала; оптимальное обнаружение сигнала со случайной начальной фазой; оптимальное различение двух полностью известных сигналов. Оптимальный прием сигналов с использованием согласованных фильтров: характеристики согласованного фильтра (СФ); структура оптимального приемника с согласованными фильтрами; расчет чувствительности радиолокационного радиоприемника с СФ в режиме обнаружения; реализация согласованных фильтров для основных типов сигналов.

Аннотация дисциплины

Устройства генерирования и формирования сигналов - Б1.Б4

Цель дисциплины: изучить методы построения устройств генерирования колебаний и формирования радиосигналов, способных работать в широких полосах и удовлетворяющих повышенным требованиям к энергетическим характеристикам этих устройств и спектральным характеристикам формируемых сигналов.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина Блока1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 5.

Содержание разделов: Основные характеристики УГФС и показатели качества. Рабочие частоты. Требования к стабильности рабочих частот, и полосам перестройки и энергетическим характеристикам. Проблемы построения широкополосных усилителей мощности СВЧ диапазона. Спектральные характеристики формируемых сигналов. Побочные излучения с дискретными и сплошными спектрами. Фазовые шумы УГФС. Требования к допустимым уровням побочных излучений и фазовых шумов. Проблемы построения УГФС СВЧ диапазона с предельно низкими уровнями фазовых шумов. Широкополосные усилители мощности СВЧ с полосой до октавы. _Функциональные схемы широкополосных усилителей мощности СВЧ с полосой до октавы. Особенности использования активных приборов и построения цепей межкаскадной связи. Схемотехника микрополосковых (МП) цепей трансформации импедансов, фильтрации, блокировки для широкополосных усилителей мощности. Основные характеристики МП цепей: геометрические характеристики, волновые сопротивления, угловые длины. Конструктивная база (материалы подложек, их основные параметры, рекомендации по выбору). Широкополосные усилители мощности УКВ с полосой до октавы на биполярных транзисторах. Входные частотно-корректирующие цепи отражающего и поглощающего типов. Широкополосные выходные трансформаторы импеданса. Основные этапы проектирования широкополосных усилителей мощности с полосой до октавы. Широкополосные усилители мощности с полосой более октавы. Сферы применения и особенности построения широкополосных усилителей мощности с полосой более октавы. Цепи межкаскадного согласования на линейных трансформаторах с ферритовыми магнитопроводами (трансформаторах Рутроффа). Варианты конструкций трансформаторов Рутроффа. Основные этапы проектирования широкополосных усилителей мощности с полосой более октавы. Ключевые усилители мощности. Сферы применения ключевых усилителей мощности, их возможности и ограничения. Особенности рабочих режимов активных приборов в таких усилителях. Ключевые усилители мощности на биполярных транзисторах. Однотактные и двухтактные схемы. Основные этапы проектирования ключевых усилителей мощности. Понятие о шумовых характеристиках УГФС. Источники и механизмы влияния собственных шумов компонентов УГФС на шумовые составляющие формируемых сигналов. Фазовые (ФМ) и амплитудные (АМ) шумы функциональных узлов УГФС и их спектральные характеристики. Спектральные плотности

мощности (СПМ) ФМ шумов как один из важных показателей качества автогенераторов и УГФС в целом. Стандартизованные методы количественного описания ФМ шумов и формулировки требований к ним. ФМ и АМ шумы, вносимые основными функциональными узлами УГФС. Методы построения малошумящих УГФС. Физические источники шумов в функциональных узлах УГФС. Механизмы преобразования электрических шумов в неавтономных каскадах УГФС (резонансных усилителях, умножителях и делителях частоты) в ФМ и АМ шумы. Расчёт СПМ ФМ и АМ шумов методом укороченных уравнений и квазистационарным методом. Механизмы преобразования электрических шумов в автогенераторах (АГ) в ФМ и АМ шумы и особенности спектральных характеристик ФМ шумов автогенераторов. Расчёт СПМ ФМ и АМ шумов автогенераторов. Анализ влияния параметров компонентов и режимов на уровни ФМ и АМ шумов автогенераторов и неавтономных каскадов. ФМ и АМ шумы первичных источников колебаний: LC-АГ, АГ управляемых по частоте напряжением, АГ с кварцевыми резонаторами. Шумы многокаскадных УГФС. Методы построения источников колебаний с высокой стабильностью частоты и предельно низкими уровнями ФМ шумов, работающих в заданной полосе частот. Методы и средства измерения ФМ шумов. АГ и функциональных узлов, определяющих уровни ФМ шумов УГФС.

Аннотация дисциплины

Теория и техника радиолокации и радионавигации - Б1.Б5

Цель дисциплины: изучение теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 4.

Содержание разделов: Принципы построения радиолокационных систем. Задачи решаемые радиолокацией. Тактико-технические характеристики радиолокационных систем. Виды радиолокационной информации и способы их получения. Радиолокационные цели: сосредоточенные, распределенные и объемно-распределенные и поверхностно-распределенные. Энергетические соотношения в радиолокации. Однопозиционные, бистатические и многопозиционные системы. Типовая блок-схема РЛС и состав аппаратуры РЛС. Характеристики сигналов РЛС. Статистический подход к синтезу оптимальных алгоритмов обнаружения, измерения координат, параметров движения и распознавания

объектов. Расчеты характеристик обнаружения и потенциальной точности определения координат параметров движения. Методы измерения дальности и скорости. Методы и алгоритмы измерения дальности. Потенциальная и реальная точность измерения дальности, выбор оптимальной формы зондирующего сигнала. Импульсный, частотный и фазовый радиодальномеры. Пределы однозначного отсчета, точность и разрешающая способность радиодальномера. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала в задачах измерения дальности. Особенности работы радиодальномеров в бортовых и стационарных наземных комплексах. Автосопровождение по дальности. Методы измерения радиальной и тангенциальной скорости. Потенциальная и реальная точность измерения скорости, пределы однозначного отсчета скорости, разрешающая способность. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала в задачах измерения скорости. Радиоизмерители скорости активных и пассивных объектов. Автосопровождение целей по скорости. Методы обзора пространства и измерения угловых координат. Основные характеристики обзорных систем. Методы и алгоритмы измерения угловых координат. Одномерный последовательный обзор пространства и определение угловых координат по центру пачки. Потенциальная и реальная точность измерения угловых координат. Амплитудные, фазовые и корреляционно-фазовые радиопеленгаторы. Моноимпульсные радиопеленгаторы. Радиointерферометры. Автосопровождение целей по угловым координатам. Пределы однозначного отсчета, точность и разрешающая способность радиоизмерителей угловых координат различного типа. Картографирование поверхности с высокой разрешающей способностью с борта летательных и космических аппаратов методом синтеза апертуры антенны и обнаружение малоразмерных объектов на фоне земной поверхности. Радиолокационные комплексы обзора пространства и определения угловых координат. Принципы построения и основные характеристики автономных радионавигационных систем. Автономные системы радионавигации: радиовысотомеры (РВ), доплеровские измерители скорости и угла сноса (ДИСС), корреляционно-экстремальные системы навигации на базе радиовысотомеров и радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА). Выбор диапазона радиоволн для различных систем. Энергетические соотношения в автономных радионавигационных системах. Особенности радиовысотомеров больших и малых высот. Характеристики отражения от гладкой и шероховатой поверхности. Реализация следящих РВ. Погрешности измерения высоты. Навигационный треугольник. Однолучевые и многолучевые ДИСС. Выбор оптимальной ориентации лучей многолучевой ДНА. Особенности реализации. Морской эффект в ДИСС. Погрешности измерения скорости и угла сноса летательного аппарата. Системы счисления пути. Принципы реализации корреляционно-экстремальных

систем автономной навигации. Погрешности местоопределения. Развитие радионавигации по рельефу местности и другим радиофизическим полям Земли. Борьба с активными и пассивными помехами. Перспективы развития теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем. Методы борьбы с активными и пассивными помехами. Расчет характеристик радиолокационных систем с системами селекции движущихся целей (СДЦ). История развития радиолокационных и радионавигационных систем. Перспективы развития и совершенствования теории и техники радиолокационных и радионавигационных систем. Улучшение распознавания объектов, методов радиовидения с использованием сверхширокополосных сигналов, антенн с синтезированной апертурой, новых диапазонов радиоволн и многодиапазонных активных фазированных антенных решеток. Трехмерное картографирование поверхности с использованием космических бортовых радиоинтерферометров РСА. Радиолокационные системы подповерхностного зондирования (георадары).

Аннотация дисциплины
Радиотехнические системы передачи информации - Б1.Б.6

Цель дисциплины: изучение принципов построения различных радиотехнических систем передачи информации; характеристик этих систем; приемы, позволяющие реализовать требуемую помехоустойчивость различных радиотехнических систем передачи информации.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Обобщенная функциональная схема радиотехнических систем передачи информации. Многоканальные системы передачи. Методы уплотнения и разделения информации в многоканальных системах. Сообщения, сигналы, методы их описания, понятие цифрового многопозиционного сигнала. Формирование цифровых сигналов, схемы модуляторов. Характеристики цифровых сигналов. Оптимальный алгоритм демодуляции (различения) цифрового многопозиционного сигнала с точно известными параметрами на фоне белого гауссовского шума. Потенциальная точность различения сигналов. Связь качества передачи сообщений и энергетических соотношений в канале связи. Примеры построения приемников многопозиционных сигналов с постоянной огибающей и сигналов типа QAM. Помехоустойчивое кодирование, используемое для

повышения верности передачи информации. Линейные блочные и сверточные коды. Основные характеристики кодов. Методы декодирования. Удельные расходы полосы и энергии для различных сочетаний методов модуляции и кодирования. Системы синхронизации в приемниках цифровых сигналов. Схемы восстановления несущего колебания при использовании сигнала 2ФМ, 4ФМ. Влияние ошибок синхронизации на качество передачи сообщений.

Аннотация дисциплины **Основы телевидения - Б1.Б.7**

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области теории телевидения и телевизионных систем.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Введение. Основные характеристики оптического и ТВ изображений. Краткие сведения из истории телевидения (ТВ), структура рабочей программы дисциплины. Функциональная схема ТВ системы. Обзор современного состояния ТВ и основные тенденции их развития. Формирование оптического изображения. Светоделение. Классификация и характеристики оптических и ТВ изображений. Критерии оценки качества ТВ изображения. Зрительное восприятие, основы колориметрии. Зрительная система человека. Основные характеристики зрения (чувствительность, восприятие яркости, различимость градаций, разрешающая способность, восприятие пространства и др.). Цветовое зрение. Механизмы и характеристики цветовосприятия. Основы колориметрии, цветовые измерения и расчеты. Связь между спектральными характеристиками и цветом. Формирование сигналов изображения. Анализ и синтез изображений. Частотный спектр сигналов изображения. Построение ТВ растра. Выбор параметров ТВ растра. Переходные процессы в цифровых преобразователях изображения. Синхронизация процессов анализа и синтеза изображений. Преобразователи изображений. Твердотельные преобразователи изображений. Принципы построения и характеристики линейных и матричных ПЗС- и КМОП-преобразователей. Управление характеристиками твердотельных преобразователей. Принципы формирования сигналов цветного ТВ. Многосигнальные преобразователи изображений. Структурная схема видеокамеры. Краткие технические характеристики основных узлов. Обработка и кодирование сигналов изображения. Обработка сигналов и

качество ТВ изображения. Цифровое представление сигналов изображения. Дискретизация и квантование сигналов. Цифровое кодирование и обработка видеосигналов. Коррекция полутонных, апертурных и цветовых искажений. Противошумовая коррекция. Компрессия видеoinформации. Дискретное косинусное преобразование. Виды алгоритмов сжатия сигналов изображений. Передача сигналов изображения по каналам связи. Согласование параметров сигналов и характеристик каналов связи. Яркостный и цветоразностные сигналы. Системы цветного ТВ с частотным уплотнением спектра. Системы цветного ТВ NTSC, SECAM, PAL. Временное уплотнение сигналов в системах цветного ТВ. Алгоритмы эффективного статистического кодирования. Сжатие с потерями (по формату JPEG). Компрессия динамических изображений в форматах MPEG. Квантование и управление потоком данных. Формат MPEG-2 в цифровых ТВ системах. Системы ЦТВ. Воспроизведение ТВ изображений. Принципы формирования цветного изображения: Дискретные устройства с плоским экраном. Качество цветного изображения. ТВ приемники. Особенности структурных схем ТВ приемников. Приемники цифровых ТВ сигналов. Перспективы развития телевидения от ТВ стандартной четкости к ТВЧ и ТСВЧ.

7. Видеотехника. Устройства регистрации и отображения видеoinформации. Запись и хранение видеoinформации. Основные понятия по видеотехнике. Видеокамеры и камкордеры. Web – IP – Smart – камеры. Многофункциональные дисплеи. Эволюция видеосистем. Современное состояние видеотехники. Видеомагнитофоны. Основные принципы устройства и работы видеомагнитофонов. Особенности записи видеосигнала на магнитную ленту. Распространенные форматы записи: VHS, S-VHS, C-VHS, Video-8, BETA CAM . Видеотехника. Цифровая запись и хранение. Спецтехника. Цифровая запись. Цифровые видеомагнитофоны. Стандарты DVCAM, DVCPRO, D-BETA CAM, их модификации. Цифровая запись видеосигнала на дисковые накопители.Packetное представление сигнала. Накопители на жестких дисках (винчестеры), используемые в видеозаписи. Цифровая запись видеосигнала на лазерные диски. Лазерные проигрыватели компакт-дисков. Основные принципы устройства и работы проигрывателей компакт-дисков. Типы компакт-дисков: CD, CD-R, CD-RW, DVD, DVD-R, DVD-RW, Blu-Ray – диски, в т.ч. и HD. Проигрыватель компакт-дисков. Основные параметры лазерных проигрывателей компакт - дисков. Голографические лазерные диски. Запись 3D TV. Цифровая запись видеосигнала на РЕПЗУ. Flash – память и устройства записи/хранения видеoinформации на них. Тенденции развития видеотехники. Медийные системы сбора, хранения, обработки и представления информации. Взаимопроникновение медиа на различных телекоммуникационных платформах: цифровое телевидение DVB (S, S2, T, T2, C, H), IPTV, контент -

услуги мобильных операторов, операторов Internet-услуг и широкополосного доступа (Wi Fi, WiMAX и др.). Облачные технологии. Специальная видеотехника. Охранные системы видеонаблюдения и видеозаписи. Системы распознавания, обнаружения. Военное применение видеотехники.

Аннотация дисциплины **Иностранный язык - Б1.В.ОД.1**

Цель дисциплины: приобретение коммуникативных навыков, необходимых для иноязычной деятельности по изучению и творческому осмыслению зарубежного опыта в профилирующей и смежных областях науки и техники, а также для делового профессионального общения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная обязательная дисциплина блока 1 по направлению 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 6.

Содержание разделов:

Английский

Времена глагола в английском языке: группы Indefinite, Continuous, Perfect. Согласование времен. Дополнительные придаточные предложения; Определения; Определительные придаточные предложения; Модальные глаголы и их эквиваленты; Сочетания no longer, because of, due to, thanks to.... Причастия, Герундий. Значение слова since. Условные предложения; значение provide; Инфинитив: формы и функции; конструкция there + сказуемое. Сложное подлежащее и сложное дополнение; значение слов either, neither. Сослагательное наклонение; значение should, would; Особенности пассива. Устная тема: My speciality (моя специальность).

Немецкий

Сложное глагольное сказуемое (употребление модальных глаголов). Употребление глаголов haben и sein в модальном значении. Пассивный залог. Синонимы и антонимы. Правила перевода устойчивых словосочетаний. Типы придаточных предложений. Безличные и неопределенные личные предложения. Многозначность предлогов. Прилагательные с суффиксом -los префиксом un-. Устная тема: Meine Fachrichtung (моя специальность). Многофункциональные слова da; seit; während. «Ложные друзья» переводчика. Образование Konjunktiv и Konditionalis I. Употребление и перевод в

нереальном значении. Использование и перевод в косвенной речи. Особые случаи употребления и перевода на русский *Präsens Konjunktiv*. Устная тема *Meine Fachrichtung*.

Французский

Глагол. Типы спряжения. Изъявительное наклонение. Положительная и отрицательная форма глагола. Повелительное наклонение. Образование и употребление времен *Présent de l'indicatif*, *Futur Simple*, *Futur immédiat*, *Futur dans le passé*, *Passé composé*, *Passé simple*, *Imparfait*, *Plus-que-Parfait*, *Passé immédiat*. Использование глаголов, спрягающихся с глаголом *être* в сложных временах. Согласование времен изъявительного наклонения. Активная и пассивная форма глагола. Использование предлогов «*par*», «*de*». Спряжение глаголов в пассивной форме. Устная тема: *Ma spécialité*. Условное наклонение. Образование и употребление *Conditionnel Présent*. Образование и употребление *Conditionnel Passé*. Использование времен *Conditionnel* после союза «*si*». Устная тема: *Ma spécialité*. Образование и употребление *Subjonctif présent*, *Subjonctif passé*. *Pronom relatif simple* *Pronoms relatifs-objets*. *Pronoms relatifs composés* «*lequel*», «*duquel*», «*auquel*». «*Y*» – *pronom et adverbe*. «*En*» – *pronom et adverbe*. *Participe passé*, *participe présent*, *participe passé composé*, *gérondif*, *Adjectif verbal*. Устная тема: *Ma spécialité*. *Proposition participiale absolue*. *Proposition infinitive*. *Infinitif passé*. *Pronoms indéfinis et démonstratifs*. Ограничительные обороты «*ne...que*». Усилительные обороты «*c'est...qui*; *c'est...que*, *ce sont...qui*, *ce sont ...que*». Устная тема: *Ma spécialité*.

Аннотация дисциплины ***Теория колебаний - Б.1.В.ОД.2***

Цель дисциплины: изучить методы построения устройств генерирования колебаний и формирования радиосигналов, способных работать в широких полосах и удовлетворяющих повышенным требованиям к энергетическим характеристикам этих устройств и спектральным характеристикам формируемых сигналов.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 5.

Содержание разделов: Введение. Составление уравнений движения колебательных систем. Примеры колебательных систем. Модели колебательных систем и обобщенные координаты. Классификация колебательных систем, основные формы записи дифференциальных уравнений (ДУ) и систем ДУ для автономных и неавтономных

сосредоточенных колебательных систем. Классификация внешних воздействий. Составление уравнений электрических систем. Символический метод составления уравнений динамических систем. Дуальные схемы. Составление уравнений в нормальной форме Коши непосредственно по виду электрической схемы. Составление уравнений схем с нелинейными управляемыми источниками. Уравнения параметрических систем. Замечания о символическом методе для распределенных систем. Основные свойства линейных неавтономных систем с сосредоточенными и распределенными постоянными, функция Грина. Связь символических коэффициентов передачи с комплексными. Колебания в линейных консервативных системах. Колебания в линейных консервативных системах. Свободные колебания в линейных колебательных системах с двумя степенями свободы. Собственные частоты и коэффициенты распределения в линейных системах с двумя степенями свободы. Влияние начальных условий. Нормальные координаты. Колебания в ЛКС с 2 степенями свободы при гармоническом внешнем воздействии. Свободные и вынужденные колебания в ЛКС со многими степенями свободы, матричная формулировка уравнений и решений. Уравнения Лагранжа для консервативных систем. Замечания о колебаниях в линейных диссипативных системах с малыми потерями. Описание движений в пространстве состояний. Устойчивость состояний равновесия. Описание движений в автономных динамических системах. Состояния равновесия и исследование их устойчивости. Основные результаты Ляпунова по теории устойчивости состояний равновесия нелинейных систем. Классификация критериев устойчивости. Необходимый признак устойчивости линейных систем. Критерий Гурвица. Примеры применения алгебраических критериев устойчивости. Частотные методы исследования устойчивости. Метод D-разбиений, пример исследования устойчивости динамической системы с запаздыванием. Метод фазового пространства теории нелинейных систем. Исследование нелинейных систем методом фазового пространства. Фазовые портреты и бифуркационные диаграммы систем с $1/2$ степени свободы. Пример качественного исследования системы с $1/2$ степени свободы. Периодические движения в нелинейных системах с $1/2$ степени свободы, пример усилителя релаксационными автоколебаниями. Метод фазовой плоскости для анализа систем с одной степенью свободы, классификация особых точек на фазовой плоскости. Пример построения фазового портрета в окрестности состояния равновесия. Предельные циклы в динамических системах с одной степенью свободы. Устойчивость в малом периодического движения. Грубые и особенные системы. Бифуркации рождения и исчезновения предельных циклов. Критерий Бендиксона. Особенности поведения фазовых траекторий в инкрементной и декрементной зонах. Пример качественного исследования

автогенератора с трансформаторной обратной связью методом фазовой плоскости. Полигармонические методы анализа нелинейных систем. Анализ нелинейных систем с большими периодическими колебаниями. Метод баланса гармоник для автономных и неавтономных систем. Методы получения начального приближения в случае автономных и неавтономных систем. Случай одногармонического решения для автогенератора.

Аннотация дисциплины

Конструирование и технология радиоэлектронных средств - Б1.В.ОД.3

Цель дисциплины: изучить методы проектирования конструкций, расчета, анализа и выбора способов защиты от возмущающих факторов, включая защиту от тепловых и механических воздействий, изучить элементы технологий производства радиоэлектронных средств.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: Введение. Системный подход при проектировании конструкций РЭС. Принципы формирования конструкций и классификация РЭС по условиям эксплуатации. Функционально-узловой, функционально-модульный принципы деления РЭС. Процедуры выбора вариантов при конструировании РЭС. Формализованная постановка задачи выбора и принятия решений. Выбор допустимых вариантов в ассоциативной модели данных. Выбор оптимальных по Парето вариантов. Выбор оптимальных по L и Δ -критериям вариантов в ассоциативных структурах. Влияние конструктивных и технологических факторов на обеспечение надежности РЭС в различных условиях эксплуатации. Принципы полной и неполной взаимозаменяемости. Учет дестабилизирующих факторов на параметрическую надежность РЭС. Защита РЭА от тепловых воздействий. Влияние повышенных и пониженных температур на конструкцию РЭС. Основные виды теплообмена в конструкциях РЭС: теплопроводность, конвекция, излучение. Законы Фурье, Ньютона и Стефана Больцмана. Моделирование тепловых процессов с помощью электрических цепей. Естественное и принудительное охлаждение. Примеры теплозащиты конструкций. Многокритериальное проектирование теплового режима блока РЭС. Конструктивные способы защиты РЭС от тепловых воздействий. Защита РЭА от механических воздействий. Понятие удара, вибрации и линейного ускорения. Защита от вибрации и линейных ускорений. Амортизаторы как средство защиты РЭА от механических

воздействий. Защита РЭА от влажности. Влияние влаги на свойства металлических и изоляционных материалов. Герметизация РЭС как комплексная защита конструкций от агрессивных сред. Пропитка. Заливка. Обволакивание. Методы создания вакуум-плотной герметизации. Корпуса узлов: пластмассовые, металlostеклянные, керамические. Их особенности и области применения. Защитные и декоративные покрытия деталей РЭА. Металлические покрытия. Понятие потенциала металла по отношению к водороду. Анодные и катодные покрытия. Цинкование и кадмирование по стали. Фосфатирование, оксидирование, воронение и анодное оксидирование. Их свойства и области применения. Лакокрасочные покрытия (ЛКП). Подготовка поверхности к нанесению ЛКП. Грунтовки, шпатлевки, выравнивание поверхности. Технология нанесения ЛКП. Типы покрытий для деталей РЭС: меламиноалкидные и нитроцеллюлозные покрытия, пентафталевые и глифталевые покрытия, эпоксидные покрытия. Рекомендации по выбору типа покрытия. Технология тонкопленочных и толстопленочных микросборок. Вакуумное, катодное и ионно-плазменное напыление тонких пленок. Физика и технология тонких пленок. Резистивные, диэлектрические и проводниковые пленки. Толстопленочные микросборки и технология их производства. Методы подгонки толстопленочных элементов.

Аннотация дисциплины

Методы и устройства цифровой обработки сигналов - Б1.ОД.4

Цель дисциплины является: изучение принципов построения, характеристик, методов анализа, расчета и проектирования устройств цифровой обработки сигналов.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по выбору Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: Дискретные вещественные и комплексные последовательности. Вещественные и комплексные дискретные последовательности. Применение Z-преобразования в обработке сигналов. Свойства Z-преобразования. Z-форма дискретной последовательности конечной длительности. Нахождение спектра дискретной последовательности по Z-форме. Периодическая дискретная последовательность. Нахождение спектра дискретной периодической последовательности по Z-форме. Свойства спектра дискретных вещественных и комплексных последовательностей. Перенос и инверсия спектра. Дискретное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Методы повышения разрешающей способности. Матрицы преобразования 4-го и 8-

го порядков. Свойства элементов матриц преобразования. Использование ДПФ для фильтрации сигналов. Формирование многочастотных сигналов с помощью обратного ДПФ. Перенос и инверсия спектра с помощью ДПФ. Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров. Расчет комплексных фильтров БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом смещения частотных характеристик. Реализация комплексных фильтров с использованием преобразования передаточной функции. Расчет комплексных фильтров БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом комплексной задержки. Реализация комплексных БИХ-фильтров с использованием комплексной арифметики. Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров. КИХ-фильтры скользящего среднего. Формы реализации. Каскадирование. Комплексные КИХ-фильтры скользящего среднего. Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания. Расчет комплексных КИХ-фильтров методом комплексной задержки. Децимация и интерполяция. Фильтры-дециматоры, фильтры-интерполяторы. Замечательные тождества. Изменение частоты дискретизации в дробное число раз. Полифазные фильтры. Полифазные фильтры-дециматоры и полифазные фильтры-интерполяторы.

Аннотация дисциплины

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств - Б1.В.ОД.5

Цель дисциплины: изучить требования и способы обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС) различного назначения для последующего использования при создании и применении радиоэлектронной аппаратуры.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 4.

Содержание разделов: Обеспечение ЭМС в конструкциях. Проблема обеспечения совместной работы РЭС. Виды паразитных связей в конструкциях РЭС (емкостная, индуктивная, через электромагнитное излучение, через общее сопротивление). Экранирование в конструкциях РЭС (экранирование компонентов и узлов РЭС, экранирование проводов и кабелей). Фильтрация внутрисистемных помех. Фильтрация внутрисистемных помех (принципы фильтрации помех, проникающих по проводам, необходимый уровень фильтрации внутрисистемных помех, расчет фильтров простейших

типов, конструкция фильтров внутрисистемных помех). Особенности конструирования узлов РЭС с учетом обеспечения ЭМС. Методика выявления и устранения внутрисистемных помех. Виды и допустимые уровни мешающих излучений в радиопередающих устройствах. Классификация мешающих излучений радиопередающего устройства. Минимизация излучений на гармониках, применение двухтактных схем. Снижение уровня модуляционных излучений в полосах частот, примыкающих к выделенной. Применение видов модуляции с компактным спектром: сглаживание фронтов манипуляции, применение сигналов с модуляцией частоты и непрерывной фазой. Снижение уровня излучений на субгармониках и на комбинационных частотах. Станционные, промышленные и шумовые составляющие мешающих излучений. Частотные маски при выполнении нормативов электромагнитной совместимости. Нормирование сверхширокополосных сигналов. Перекрестные помехи при усилении мощности нескольких сигналов в общей частотной полосе. Интермодуляционные и перекрестные искажения при усилении мощности радиочастотных сигналов с частотным разделением каналов. Разрешение противоречия между энергетической эффективностью и уровнем интермодуляционных искажений при совместном усилении мощности нескольких полосовых сигналов. Явления АМ/АМ и АМ/ФМ преобразования в усилителях мощности СВЧ. Способы линеаризации амплитудных характеристик усилителей мощности СВЧ диапазона. Обеспечение требований ЭМС в усилителях мощности с линеаризацией. 5. Электромагнитная обстановка в зоне радиоприема и роль антенных устройств в обеспечении ЭМС. Радиочастотный спектр как природный ресурс. Помехи. Источники помех естественного и искусственного происхождения. Линейные и нелинейные каналы распространения помех. Влияние условий распространения радиоволн на параметры сигналов и помех, формирование электромагнитной обстановки в точке приема. Расчет мощности помех и шумов на входе приемника. Технические параметры антенн, влияющие на ЭМС. Расчет ЭМС с учетом взаимной связи антенн. Примеры антенн, обеспечивающих высокий уровень ЭМС. Адаптивные антенны, как средства борьбы с помехами. Организационные меры обеспечения ЭМС. Регламент радиосвязи. Рекомендации МСЭ. Распределение спектра как организационная мера обеспечения ЭМС в основной полосе частот. Рекомендации по распределению спектра и выбор рабочих частот. Решение вопросов распределения спектра частот на международном и государственном уровнях. Регламент радиосвязи. Стандарты в области ЭМС. Рекомендации МСЭ по обеспечению ЭМС.

Аннотация дисциплины

***Устройства обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах
- Б1.В.ОД.6***

Цель дисциплины: изучение студентами алгоритмов цифровой обработки сигналов, освоение принципов расчета, проектирования и реализации цифровых радиотехнических устройств, реализованных на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Классификация, структура, виды ПЛИС, программирование и отладки; основные составляющие элементы ПЛИС; разработка устройств на ПЛИС с использованием специализированных языков программирования VHDL, Verilog, AHDL; функциональное моделирование цифровых устройств и создание тестовых модулей; синтез, реализация цифрового устройства, конфигурирование ПЛИС. Функциональное моделирование устройств обработки сигналов на ПЛИС: этапы разработки проекта; описание основных конструкций и элементов языка программирования ПЛИС VHDL; разработка и функциональное моделирование простейших элементов цифровой логики; особенности создания тестов в специализированных САПР; работа со специализированными приложениями для отладки и конфигурирования ПЛИС. Применение типовых программных модулей цифровых устройств, особенности отладки проекта: формирование и использование типовых стандартных программных ядер в проекте; конфигурирование типовых блоков на основе программных ядер; особенности аппаратной и программной проверки работы цифрового устройства на ПЛИС с использованием специализированных приложений САПР. Реализация основных алгоритмов цифровой обработки сигналов на ПЛИС: функциональное моделирование и реализация базовых алгоритмов цифровой обработки сигналов на ПЛИС; цифровой синтез сигналов; формирование опорных сигналов произвольной формы; особенности цифровой фильтрации; специфика реализации на ПЛИС цифровых фильтров; особенности спектральной обработки цифровых сигналов; реализация цифровых преобразователей частоты вверх, вниз; цифровое детектирование сигнала. Особенности реализации и использования процессорных ядер на базе ПЛИС: реализация программных и аппаратных процессорных ядер устройств управления и цифровой обработки сигналов на ПЛИС; программные и аппаратные ядра микроконтроллеров на ПЛИС. Расчет параметров цифрового фильтра, проектирование и функциональное моделирование цифрового фильтра.

Аннотация дисциплины
Проблемы современной математики - Б1.В.ДВ.1.1

Цель дисциплины: изучение языка, основных конструкций и методов современной математики, а также способов их применения в инженерной и исследовательской деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Формирование стиля математических рассуждений, языка, символов; логика и демагогия. Задачи анализа и задачи синтеза; примеры. Основы теории множеств; отношения эквивалентности, порядка, функциональные; графы; классы эквивалентности. Геометрические структуры; симметрия; примеры геометрических структур в естественнонаучных теориях. Общий план применения математики для постановки и решения исследовательских и инженерных задач. Мультикритериальная оптимизация. Соотношение математической модели и ее прообраза; абстракция; примеры математических моделей реальных объектов; принципы и методы математического моделирования; реализуемость математической модели. Понятия объекта, метода и свойства в программировании; идеология объектно-ориентированного программирования; языки программирования, позволяющие реализовывать объектно-ориентированное программирование; Компьютерная реализация переменных и процессов, в том числе, случайных; непосредственное построение компьютерной модели. Аппроксимация; прогноз; оптимизация; управление. Основные понятия и задачи теории динамических систем; фазовые портреты; компьютерные методы построения и исследования фазовых портретов многомерных систем; представления качественных свойств в компьютерах; изменение свойств при выполнении программы; исследование этих свойств компьютерными методами. Исследование эволюционирующей (адаптирующейся) компьютерной модели. Построение объекта с заданными свойствами; его реализуемость. Основы теории возмущений в конечномерном пространстве. Аналитическое возмущение собственных значений. Ряды в теории возмущений. Традиционный метод определения поправок λ_{kj} и s_{kj} . Алгоритм расщепления в задачах теории ветвления. Понятие ветвления решений нелинейных уравнений. Алгоритм расщепления в задачах теории ветвления. Метод расщепления при

исследовании задачи Коши на полуоси для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с периодической матрицей. Основные понятия метода расщепления для неавтономной системы. Приведение неавтономной системы с матричным рядом из периодических достаточно гладких функций к эквивалентной системе с почти диагональной постоянной матрицей. Асимптотическое представление решения задачи Коши. Метод расщепления при исследовании задачи Коши на полуоси для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с полиномиальной матрицей. Приведение неавтономной однородной системы с матричным рядом из полиномиальных функций к эквивалентной системе с почти диагональной матрицей. Асимптотическая устойчивость решения задачи Коши. Метод расщепления при исследовании задачи Коши на полуоси для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с полиномиально периодической матрицей. Приведение неавтономной однородной системы с матричным рядом из полиномиально периодических функций к эквивалентной системе с почти диагональной матрицей. Итерационный алгоритм. Устойчивость решения задачи Коши.

Аннотация дисциплины

Теория случайных процессов и статистического синтеза РТУ - Б1.В.ДВ.1.2

Цель дисциплины: изучение методов синтеза радиотехнических устройств с применением теории оценивания постоянных параметров сигнала и теории оптимальной линейной фильтрации.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 2

Содержание разделов: Основы стохастического анализа. Общее определение случайного процесса. Измеримые множества событий. Вероятностное пространство. Непрерывность случайного процесса. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. Действие линейного оператора на случайный процесс. Линейное стохастическое дифференциальное уравнение n -го порядка. Задача Коши. Эргодические процессы. Основы стохастического анализа. Вычисление характеристик стационарного процесса. Марковские процессы. Общие свойства марковских процессов. Марковские процессы с дискретными состояниями. Марковские процессы с непрерывными состояниями. Уравнения Колмогорова и Фоккера-Планка-Колмогорова. Нахождение плотности вероятностей марковского процесса. Примеры. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления.

Основные положения теории оценивания параметров сигнала; функция правдоподобия. Критерий оптимальности; способы нахождения оценок максимального правдоподобия. Элементы теории оптимальной линейной фильтрации; фильтры Винера-Хопфа и Задерагаззини. Согласованная фильтрация; фильтр Калмана-Бьюси. Нелинейная фильтрация марковских процессов; фильтры Ито и Стратоновича. Синтез фазовых дискриминаторов (ФД); характеристики оптимального алгоритма ФД. Синтез частотных дискриминаторов (ЧД); характеристики оптимальных алгоритмов ЧД. Синтез пространственно-временных дискриминаторов.

Аннотация дисциплины

Математические методы электродинамики - Б1.В.ДВ.1.3

Цель дисциплины: изучение математических методов прикладной электродинамики, дающее представление о совокупности математических методов, используемых в электродинамике, формулировке математических моделей, выборе методов и алгоритмов при самостоятельной реализации прикладных программ, использовании универсальных программных продуктов прикладной электродинамики.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 5.

Содержание разделов: Обзор математических методов прикладной электродинамики. Проблемы построения математических моделей прикладных электродинамических задач. Аналитические методы электродинамики. Эвристические и асимптотические методы электродинамики. Численные методы электродинамики. Быстрые численные и гибридные методы электродинамики. Обратные задачи и задачи синтеза в электродинамике. Перспективы развития математических методов прикладной электродинамики.

Аннотация дисциплины

Синтезаторы частот и сигналов - Б1.В.ДВ.2.1

Цель дисциплины: изучить структурные схемы, параметры и методы расчёта синтезаторов стабильных частот и сигналов для последующего использования при их проектировании, применении и в новых разработках.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Характеристики сигналов с чистым спектром. Спектры мощности источников колебаний стабильной радиочастоты. Спектры фазовых и амплитудных флуктуаций источников колебаний. Спектры модулированных колебаний и сигналов произвольной формы. Структурные схемы многоопорных и одноопорных аналоговых синтезаторов, синтезаторов прямого и косвенного синтеза. Цифровые вычислительные синтезаторы частот. Ядро, каскадное включение. Выбор разрядности функциональных узлов и частоты тактирования. Способы увеличения быстродействия и снижения уровня побочных спектральных составляющих. Двухуровневые цифровые синтезаторы частот. Формирование в цифровых синтезаторах сигналов с манипуляцией амплитуды, фазы, частоты, скорости её изменения. Способы повышения быстродействия при модуляции. Синтезаторы с фазовой автоподстройкой частоты (СЧ ФАПЧ). Выбор типа фазового или частотно-фазового дискриминатора, структуры и параметров цепи обратной связи. Обеспечение устойчивости, заданного качества и скорости переходных процессов, погрешности установки частоты. Целочисленные и дробно-переменные делители частоты, сигма-дельта модуляторы. Понижение уровня фазового шума вблизи несущей частоты. Формирование сигналов с угловой модуляцией при высоких требованиях к стабильности несущей частоты и параметрам модуляции. Метод фазовой дискретизации. Автоподстройка параметров модуляции. Синтез сигналов произвольной формы методами сплайнов, порождающих динамических систем и суммирования базисных функций.

Аннотация дисциплины

Микроконтроллеры и сигнальные процессоры в задачах обработки сигналов - Б1.В.ДВ.2.2

Цель дисциплины: изучение принципов построения, характеристик и методов расчета и проектирования устройств обработки радиосигналов, реализованных на микроконтроллерах и сигнальных процессорах.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа:

Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: Обобщенная микропроцессорная система. Изучение языка ассемблера для программирования микроконтроллеров. Команды пересылки. Циклы. Косвенная адресация, табличное чтение, таймер прерывания, АЦП. Управление тактированием микроконтроллера. Изучение среды программирования MPLAB. Применение языка «Си». DSP ядро микроконтроллера. Представление чисел в микроконтроллере (с фиксированной размерностью, с плавающей точкой). Команды, используемые в DSP ядре микроконтроллера. Оценка необходимой производительности микроконтроллера. Аппаратные особенности микроконтроллера. Оцифровка аналогового сигнала с использованием встроенного АЦП. Изучение модулей TIMER, PWM, компаратор. Примеры применения микроконтроллеров в задачах цифровой обработки. Функциональная обработка, цифровые фильтры, БПФ. Примеры построения КИХ и БИХ фильтров на микроконтроллере. Аппаратная отладка.

Аннотация дисциплины

Волоконно-оптические системы и устройства - Б1.В.ДВ.3.1

Цель дисциплины: изучение принципов построения современных волоконно-оптических систем и устройств (ВОСУ), основных характеристик волоконно-оптических волноводов, источников излучения в оптическом диапазоне, оптических усилителей и регенераторов, приемных устройств, методов расчета параметров ВОСУ для последующего использования при их проектировании, эксплуатации и модернизации.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по выбору Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов: Принципы построения ВОСУ. Очерк развития ВОСУ. Области применения современных ВОСУ. Принципы построения ВОСУ. Структурные схемы типовых ВОСУ. Волоконные световоды и их дисперсионные характеристики. Классификация волоконно-оптических волноводов. Ступенчатые волоконно-оптические волноводы (ВОВ). Лучевое приближение. Числовая апертура оптического волокна (ОВ). Условия формирования полного внутреннего отражения. Многолучевое распространение и межмодовая дисперсия. Градиентные ВОВ. Материальная и волноводная дисперсии. Оценка расширения светового импульса с учетом поляризационной дисперсии. Расчет

дисперсионных компонент одно- и многомодовых ОВ. Потери в волоконно-оптических волноводах. Тенденции развития одно- и многомодовых ВОВ. Виды потерь в материалах ВОВ. Поглощение, окна прозрачности современных ОВ. рассеяние. Волновой анализ распространения излучения в ВОВ. Моды волн, дисперсионные кривые. Особенности использования современных одномодовых ВОВ, перспективы развития одномодовых линий связи. Области применения многомодовых ВОВ. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Элементная база волоконно-оптических сетей. Волоконно-оптические кабели Основные методы производства ВОВ. Классификация волоконно-оптических кабелей (ВОК). Конструкции современных ВОК, оптические кабели (ОК) для подвески на высоковольтных линиях электропередачи, в том числе, ОК, встроенные в грозотрос. Разъемные соединители, стандарты современных соединителей, оптические шнуры. Неразъемные соединители: сварные и механические. Оптические разветвители. Матрица потерь. Анализ потерь ОВ и ВОСУ типовой структуры. Взаимодействие света с веществом. Светодиоды. Двухуровневая модель взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, Инверсия населенностей, условия усиления в активной среде. Ширина спектральной линии активной среды. Взаимодействие света с полупроводниками. Принцип действия светодиодов. Гетеропереходы. Использование гетеропереходов в современных источниках излучения. Светоизлучающие диоды (СИД). Конструкции современных СИД, квантовая эффективность, инерционность и полоса модуляции. Особенности лазеров для передатчиков ВОСУ. Принцип работы лазера и структура лазера. Методы накачки энергии. Структуры полупроводниковых лазеров. Условия самовозбуждения, ватт-амперные, вольт-амперные и спектральные характеристики лазеров. Расчет порогового коэффициента усиления полупроводникового лазера. Требования к полупроводниковым лазерам для ВОСУ. Применение «полосковой геометрии» в лазерах для систем связи. Структуры передающих оптоэлектронных модулей. Фотоэлектронные детекторы и приемные оптоэлектронные модули. Принцип действия p-i-n фотодиодов. Переходные, частотные, шумовые характеристики p-i-n фотодиодов. Лавинные фотодиоды и фототранзисторы. Структура и основные характеристики приемных оптических модулей. Ретрансляторы и оптические усилители. Современные методы мультиплексирования потоков данных. Основные этапы проектирования ВОСУ. Временное и волновое мультиплексирование потоков данных. Особенности технологий PDN, SDN и WDM (CWDM). Технология пакетной коммутации АТМ. Проектирование ВОСУ и прокладка волоконно-оптических линий. Алгоритм расчета длины участка регенерации внутризоновой ВОСУ. Расчет длины элементарного участка регенерации и бюджета мощности магистральной ВОСУ. Измерение параметров оптических

волокон и ВОСУ. Оптические датчики. Перспективы развития ВОСУ. Методы измерения оптической мощности, затухания и потерь. Особенности измерения длины волны отсечки и ширины полосы пропускания ОВ. Оптические датчики. Область применения современных волоконно-оптических датчиков. Перспективы ВОСУ.

Аннотация дисциплины
Обработка сигналов в морской радиолокации – Б1.В.ДВ.3.2

Цель дисциплины: освоение студентами принципов построения корабельных радиолокационных станций (РЛС), применяемых в них сигналов, алгоритмов обработки сигналов и извлечения радиолокационной информации.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Особенности работы корабельных многофункциональных РЛС: основные типы корабельных радиолокаторов; специфические особенности работы корабельных радиолокаторов; обобщенная структура многофункциональной корабельной РЛС. Характеристики сигналов, отраженных от морской поверхности: понятие прямого и обратного рассеяния электромагнитных волн над морской поверхностью, двухмасштабная модель рассеяния; модель прямого рассеяния электромагнитных волн над морской поверхностью; сравнение модели с теоретическими и практическими результатами; методы расчета параметров обратного рассеяния электромагнитных волн над морской поверхностью. Измерение координат в присутствии отражений от поверхности: методы измерения угловых координат целей на основе метода максимального правдоподобия, особенности их технической реализации; практическая реализация методов измерения дальности и радиальной скорости в корабельных РЛС. Сигналы корабельных РЛС: основные сигналы, применяемые в корабельных РЛС, и особенности их использования; функции неопределенности квазинепрерывного сигнала и импульсного сигнала с внутриимпульсной модуляцией (ЛЧМ и ФКМ); особенности измерения дальности и радиальной скорости. Пространственная обработка сигналов: структура адаптивного пространственного фильтра; пространственная корреляционная матрица; уравнение Винера-Хопфа; особенности оценки угловых координат цели в адаптивном пространственном фильтре; оценка угловых

координат источников сигналов с использованием пространственной корреляционной матрицы.

Аннотация дисциплины
***Методы и модели автоматизированного выбора при
конструировании радиоэлектронных средств - Б1.В.ДВ.3.3***

Цель освоения дисциплины - изучение математических и инженерных основ выбора компонентов конструкций; способов формирования принципа оптимальности; безусловных и условных критериев выбора, установления частичных и линейных порядков вариантов; принципов построения систем автоматизированного выбора; моделей описания вариантов; алгоритмов выбора в ассоциативных структурах данных, методов и моделей выбора аналогов при конструировании РЭС.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по выбору Блока 1 по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - **3**.

Содержание разделов. Введение. Методы и модели процедур выбора при проектировании РЭС. Формализованная постановка задачи выбора вариантов. Показатели качества и критерии. Терминология, основные определения и понятия. Формализованная постановка задач выбора и принятия решений. Принцип оптимальности. Формирование требований по допустимости и критериальным. Критериальные постановки. Неметрические критерии сравнения вариантов. Безусловные и условные критерии. Анализ основных свойств моделей выбора в π, S и L -постановках. Частичный порядок. Диаграмма Хассе. Примеры. Формирование частичных порядков альтернатив. Графовые модели порядков вариантов. Примеры выбора вариантов по критериям Парето и Слейтера. Устойчивость неметрических критериев выбора. Причины неустойчивости неметрических критериев и оценка устойчивости. Жесткие и гибкие стратегии выбора вариантов. Априорные, апостериорные и адаптивные критерии выбора. Последовательно применяемые критерии. Формирование комбинированных неметрических постановок в виде последовательно применяемых критериев. Принципы решения задач в комбинированных πL - постановках. Формирование последовательно применяемых критериев выбора вариантов при проектировании. Примеры выбора компонентов конструкций и типов сигналов по комбинированным неметрическим постановкам. Решение задач выбора в критериально упорядоченных структурах альтернатив. Анализ целесообразности структурирования

вариантов при решении задач выбора. Учет скорости изменения требований по допустимости и скорости изменения критериальных требований. Примеры применения последовательных процедур выбора и принятия решений в однородных множествах компонентов РЭС. Модели паретовского расслоения вариантов на Ω . Алгоритмы построения линейных порядков классов для слейтеровского и паретовского расслоений. Алгоритмы частично упорядоченного структурирования альтернатив более высоких порядков на основе композиции линейных порядков по отдельным ПК. Логика решения задач выбора в электронных справочниках и в системах сравнения проектных вариантов РЭС. Фактор множества и окрестности вариантов и их представление транзитивными графами. Формирование алгоритмов выбора оптимальных вариантов в структурах более высоких размерностей, чем исходные. Задачи выбора аналогов по прототипам. Методы и алгоритмы их решения.

Аннотация дисциплины

Аналоговые, аналого-дискретные и аналого-цифровые БИС – Б1.В.ДВ.4.1

Цель дисциплины: освоение студентами принципов построения, архитектуры, основных характеристик и параметров, а также вопросов практического применения аналоговых, аналого-дискретных и аналого-цифровых интегральных микросхем с высокой степенью интеграции в современных трактах приема и обработки радиосигналов.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Основы классификации интегральных микросхем (ИМС). Аналоговые БИС общего применения: многоканальные БИС в виде наборов одноканальных и счетверенных интегральных операционных усилителей (ОУ) и компараторов; принципы построения ОУ по классической структуре; исследование характеристик и параметров интегральных дифференциального усилителя и ОУ с встроенной коррекцией; особенности выполнения и основные характеристики современных ОУ. Аналого-цифровые БИС общего применения: конвейерные АЦП и АЦП с сигма-дельта модулятором; умножающие ЦАП; программируемые интегральные усилители; аналого-цифровые программируемые аналоговые интегральные схемы (ПАИС), содержащие АЦП и ЦАП; БИС синтезаторов сетки стабильных частот на основе аналого-цифровой ФАПЧ. Принципы построения и структурные схемы современных приемников, их функциональные узлы и устройства: особенности выполнения интегральных малошумящих входных усилителей

(МШУ); принципы построения аналоговых перемножителей (АП); структурный синтез четырехквadrантного АП на ячейке Барри Джильберта; функциональные устройства с использованием аналоговых перемножителей; применение комплексных фильтров и комплексных смесителей для подавления зеркального канала в приемниках с низкой промежуточной частотой. Аналого-цифровые демодуляторы сигналов с амплитудной и угловой модуляцией. Аналоговые заказные БИС частного применения: БИС для построения однокристальных ЧМ-приемников, БИС для построения приемника частотно-манипулированных сигналов с нулевой промежуточной частотой. Аналоговые заказные БИС с использованием КМОП-технологии: принципы построения транскондуктивных усилителей с ограниченным коэффициентом усиления и разработка микроэлектронных устройств на их основе. Синтез частотно-избирательных устройств высокого порядка. Аналого-дискретные БИС с использованием переключаемых МОП-конденсаторов: принципы построения электронных устройств различного функционального назначения на базе переключаемых МОП-конденсаторов.

Аннотация дисциплины

Методы анализа нелинейных динамических систем - Б1.В.ДВ.4.2

Цель дисциплины: изучить методы исследования характеристик нелинейных устройств генерирования колебаний и формирования радиосигналов, а также проектирования таких устройств для использования в радиотехнических системах различного назначения.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по выбору Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: 1. Метод медленно-меняющихся амплитуд. Метод медленно-меняющихся амплитуд в форме Ван-дер-Поля на примере автогенератора с трансформаторной обратной связью. Определение стационарного режима и анализ устойчивости автоколебаний с помощью укороченных уравнений. Зависимость амплитуды установившихся колебаний от параметров. Бифуркационная диаграмма. Зависимость частоты колебаний от амплитуды в стационарном режиме. Переходные процессы в одноконтурном автогенераторе. Обобщения метода медленно-меняющихся амплитуд. Метод укороченных уравнений для линейных систем. Получение укороченных уравнений из символических. Метод Евтянова. Метод укороченных уравнений для нелинейных систем.

Различные формы представления системы укороченных уравнений для автономных и неавтономных нелинейных систем (комплексная и вещественные амплитудно-фазовая и координатная формы). Примеры получения укороченных уравнений для линейных и нелинейных систем. 2. Анализ динамики автогенератора с автосмещением методом укороченных уравнений. Одноконтурный автогенератор с автосмещением. Укороченные уравнения. Основные допущения. Анализ стационарных режимов. Диаграммы срыва и смещения. Уравнения для малых возмущений. Анализ условий устойчивости автоколебаний и условий возникновения самомодуляции. Анализ переходных процессов. Чувствительность амплитуды и частоты автоколебаний к изменению параметров системы. Параметры линеаризованной модели и условия устойчивости автоколебаний при кусочно-линейной аппроксимации характеристики активного элемента. Укороченные уравнения автогенератора с нелинейными элементами, управляемыми двумя различными обобщенными координатами. 3. Внешнее воздействие на автогенератор. Автоколебательные системы при внешнем воздействии. Асинхронное внешнее воздействие на автогенератор. Асинхронное тушение и возбуждение автоколебаний. Синхронное внешнее воздействие на автогенератор. Синхронизация при малых амплитудах. Синхронизация при кратном отношении частот. Деление и умножение частоты. 4. Двухмодовые автогенераторы. Автоколебательные системы со многими степенями свободы. Особенности укороченных уравнений. Одночастотный и многочастотный режимы. Взаимодействие многих колебаний в нелинейных системах. Взаимосвязанные автоколебательные системы. Анализ взаимодействия автоколебаний асинхронных частот двух автогенераторов. Условия сосуществования колебаний. Взаимная синхронизация автогенераторов на кратных или равных частотах. Зоны взаимной синхронизации. Обобщения системы методов анализа нелинейных динамических систем их роль в современной радиоэлектронике.

Аннотация дисциплины

Основы пространственно-временной обработки радиосигналов – Б1.В.ДВ.4.3

Цель дисциплины: освоение студентами принципов построения, алгоритмов и характеристик систем пространственно-временной обработки радиосигналов.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Назначение и структура систем пространственно-временной обработки сигналов; оптимальная и адаптивная пространственная фильтрация; компенсаторы помех; пространственные фильтры на основе фазированных антенных решеток. Адаптивные компенсаторы помех: структурная схема и принцип действия одноканального адаптивного компенсатора помех (АКП); диаграмма направленности АКП; оптимальный весовой коэффициент; прямой и итерационный алгоритмы адаптации компенсатора помех; градиентный алгоритм адаптации. Математическое описание систем пространственно-временной обработки сигналов: направляющий вектор колебания, весовой вектор; диаграмма направленности (ДН) пространственного фильтра (ПФ); корреляционная матрица помех; мощность колебания на выходе ПФ как квадратичная форма; анализ ПФ с линейной эквидистантной антенной решеткой методом диаграмм нулей. Синтез ПФ для подавления помех с известными угловыми координатами: отыскание весового вектора, ортогонального направляющим векторам помех; матрица оператора ортогонального проектирования на подпространство помех; определение весового вектора ПФ в случае одной и нескольких помех; формирование кратных нулей в ДН ПФ. Алгоритмы адаптации ПФ: итерационные алгоритмы, прямые алгоритмы; алгоритм на основе оценки собственных векторов корреляционной матрицы помех; адаптивное формирование кратных нулей ДН; прямой алгоритм адаптации на основе решения уравнения Винера-Хопфа; регуляризация прямого алгоритма; рекуррентная форма регуляризованного прямого алгоритма адаптации. Методы оценивания количества и углового положения источников излучения: «классический» алгоритм угловой пеленгации, его разрешающая способность; алгоритмы сверхразрешения – оценка количества источников излучения по эффективному рангу корреляционной матрицы; оценка угловых координат источников излучения методом MUSIC и Кейпона.

Аннотация дисциплины

Хаотическая динамика нелинейных систем - Б1.В.ДВ.5.1

Цель дисциплины: изучить физические процессы и явления в нелинейных радиотехнических устройствах и в их основных узлах, освоить теоретические методы анализа и математического аппарата, а также способы математического моделирования таких систем.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по выбору Блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа

Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Хаотическая динамика нелинейных систем с дискретным временем. Принципы построения нелинейных систем с дискретным временем – генераторы псевдослучайных последовательностей, получение экспериментальных данных, цифровые системы связи – и исследования хаотической динамики в этих системах с целью моделирования физических процессов в радиотехнических схемах. Хаотическая динамика нелинейных систем с непрерывным временем. Принципы построения нелинейных систем с непрерывным временем – автогенераторы, усилители – и исследования хаотической динамики в этих системах с целью моделирования физических процессов в радиотехнических схемах. Теория фракталов. Возможности использования теории фракталов для построения перспективных радиотехнических устройств и систем передачи информации. Системы скрытой передачи информации. Методы построения систем скрытно передачи информации с применением ранее полученных знаний по хаотической динамике и теории фракталов.

Аннотация дисциплины

Автоматизация конструирования радиоэлектронных средств - Б1.В.ДВ.5.2

Цель дисциплины: изучить принципы конструирования печатных плат и системы автоматизированного проектирования печатных плат Altium Designer.

Место дисциплины в структуре ООП: дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (профиль: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов). Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов: Однослойные и многослойные печатные платы. Основные этапы производства печатных плат. Системы автоматизированного проектирования (САПР) печатных плат. САПР Altium Designer. Основные возможности САПР Altium Designer. Отличительные особенности САПР Altium Designer от других САПР печатных плат. Этапы проектирования печатной платы в САПР Altium Designer. Создание библиотеки символа компонента в САПР Altium Designer. Выбор системы счисления. Настройка координатной сетки. Установка и настройка вывода компонента. Установка основных объектов (линия, прямоугольник и т.п.). Привязка моделей (SPICE, посадочное место, 3D-модель). Создание библиотек, состоящих из нескольких частей и из нескольких компонентов. Редактирование группы компонентов. Проверка правил библиотеки символа компонента. Создание библиотеки посадочного места в САПР Altium Designer. Выбор системы счисления.

Настройка координатной сетки. Настройка отверстий и контактных площадок под вывод компонента. Установка точки привязки. Использование мастера создания посадочных мест. Проверка правил библиотеки посадочного места компонента. Создание принципиальной схемы устройства в САПР Altium Designer. Создание проекта печатной платы. Создание файла принципиальной схемы. Настройка опций листа принципиальной схемы. Добавление компонента на принципиальную схему. Выбор компонента из готовых библиотек. Настройка свойств компонента. Способы соединения компонентов. Автоматическая перенумерация компонентов на принципиальной схеме. Схемотехническое моделирование. Трассировка печатной платы в САПР Altium Designer. Добавление файла печатной платы. Настройка заготовки для печатной платы. Импорт принципиальной схемы на печатную плату. Расстановка компонентов на печатной плате. Нанесение контура печатной платы. Настройка слоев печатной платы. Отличие сигнальных слоев от слоев питания и земли. Добавление правил трассировки. Ручная и автоматическая трассировки печатной платы. Проверка выполнения правил трассировки. Моделирование целостности сигналов. Формирование выходных файлов для производства (файлы межсоединений и сверловки). Формирование конструкторской документации по результатам проектирования печатной платы.