

Аннотация дисциплины

Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем – Б1.Б.1

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 системы связи и навигации). 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 системы связи и навигации). 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 радиовещатель-

ных 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 ОПОП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические системы связи и навигации). 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.Б.4

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 ОПОП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа: Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 2.

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.Б.5

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

Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

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. Радиоинтерферометры. 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 радиовысотометров и радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА). Выбор диапазона радиоволн для различных систем. Энергетические соотношения в автономных радионавигационных системах. Особенности радиовысотометров 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 ОПОП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). 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. 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

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 системы связи и навигации). Количество зачетных единиц - 5.

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 системы связи и навигации). Количество зачетных единиц - 5.

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 Заде-Рагазини. 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

Локационные методы исследования объектов и сред – Б1.В.ДВ.2.1

Цель дисциплины: изучение методологии и средств локации, применяемых для исследований Земли и космического пространства при решении задач океанографии, метеорологии, геологии и геодезии, ледовой разведки, для изучения растительного покрова, экологического мониторинга и радиоастрономии.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть блока дисциплин по выбору образовательной программы магистратуры направления 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах. Основные определения. Принципы измерения координат и параметров движения объектов. Локационные цели. Сложные и групповые цели. Объемно-распределенные цели. Поверхностно-распределенные цели. Тактико-технические характеристики локационных систем. Энергетические соотношения в задачах дистанционного зондирования. Статистический подход к синтезу оптимальных алгоритмов обнаружения и оценки параметров радиолокационных сигналов. Расчеты характеристик обнаружения и потенциальных точностных характеристик локационных систем. Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. Требования к носителям приборов дистанционного зондирования, предназначенных для исследования окружающей среды. Формирование орбит космических носителей аппаратуры дистанционного зондирования Земли. Комплексование аппаратуры дистанционного зондирования, системы сбора и передачи информации. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. Особенности пассивного визирования. Радиотепловое излучение. Радиометрические приемники. Реализация спутниковых радиометрических комплексов. Пассивная локация малозаметных объектов. Пассивное визирование в инфракрасном диапазоне. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Особенности скаттерометрии

в радиодиапазоне. Задачи, решаемые скаттерометрами. Методы обзора пространства. Методы пространственной селекции. Способы снятия характеристик отражения и обеспечение точности измерений. Режим работы скаттерометров. Примеры некоторых разработанных и испытанных радиоскаттерометрических систем для исследования характеристик морской поверхности. Результаты экспериментальных измерений характеристик отражения скаттерометрами и использования их для определения некоторых свойств земных покровов. Прецизионная радиовысотометрия из космоса. Задачи, решаемые прецизионным радиовысотомером космического базирования. Обзор современного состояния спутниковой радиовысотометрии. Анализ статистических характеристик сигналов прецизионного радиовысотомера, отраженных от морской поверхности. Синтез оптимальных алгоритмов обработки отраженных сигналов и оценка потенциальной точности измерения высоты. Особенности реализации структурной схемы прецизионного радиовысотомера. Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны. Назначение РСА и способы обзора пространства. Принцип получения высокого разрешения по поверхности. Анализ траекторного сигнала. Принцип обработки сигналов РСА. Расчет основных параметров и выбор формы зондирующего сигнала. Принципы построения РСА. Структурная схема РСА и оценка качества получаемой информации. Системы цифровой обработки. Интерферометрический режим работы РСА. Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары. Электрические свойства сред с потерями (диссипативные среды) и их влияние на характеристики прохождения радиоволн. Отражение электромагнитных волн от слоистой среды. Методы радиолокационного подповерхностного зондирования. Особенности обработки подповерхностных сигналов. Радиоастрономические методы исследования космического пространства. Общие сведения о радиоастрономии. Радиоизлучение дискретных и пространственно-протяженных радиоастрономических космических объектов. Требования к радиотелескопам. Зеркальные радиотелескопы. Многоэлементные радиотелескопы с незаполненной апертурой. Апертурный синтез в радиоастрономии. Радиолокационные исследования планет с Земли и с космических аппаратов. Внеатмосферная астрономия.

Аннотация дисциплины

Спутниковые системы связи – Б1.В.ДВ.2.2

Цель дисциплины: изучение принципов построения радиосистем, предназначенных для передачи информации посредством формирования, излучения, распространения, приема и обработки электромагнитных колебаний с использованием радиооборудования специальных ИСЗ.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Разновидности и структуры построения ССС. Определение, назначение, состав спутниковых систем связи (ССС). Разновидности (сетевая структура) ССС. Орбитальное построение ССС. Модели множественного доступа. Множественный доступ к ретранслятору. Упрощенная модель спутниковой системы связи и характеристики ее подсистем. Упрощенная модель линии спутниковой связи, канал с общим нелинейным ретранслятором (РТР). Помехи в ССС с нелинейным ретранслятором. Различия в помеховой обстановке на линии "вверх" и "вниз". Космический сегмент ССС, спутниковый ретранслятор. Схема бортового ретрансляционного комплекса. Основные характеристики антенн. Структура приема-передающего тракта РТР. Регенеративная и нерегенеративная ретрансляция сигналов. Земной сегмент. Земные станции (ЗС). Классификация ЗС, состав оборудования ЗС, основные характеристики и требования к этому оборудованию. Спектральная эффективность сигналов ССС. Энергетические и частотные возможности линии связи. Основные формы уравнения линии. Эффективность использования полосы частот. Пропускная способность линии спутниковой связи. Помехоустойчивость и спектральная

эффективность ССС при использовании различных видов многопозиционных сигналов и помехоустойчивых кодов. Теоремы Шеннона о пропускной способности гауссовского канала. Пропускная способность линии связи с прямой РТР сигналов и при обработке сигналов в РТР. Энергетическая и частотная эффективность ССС. Помехоустойчивость и помехозащищенность ССС. Виды внешних помех. Их влияние на показатели качества работы ССС. Виды внешних помех. Их влияние на показатели качества работы ССС. Методы повышения помехозащищенности ССС. Использование технологии ШПС для защиты от внешних помех. Показатели качества ССС и перспективы развития.

Аннотация дисциплины

Методы сжатия данных и видеоинформации – Б1.В.ДВ.3.1

Цель дисциплины: изучение принципов неразрушающего и разрушающего сжатия видеоданных и видеоинформации.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Формирование оптического изображения. Классификация и характеристики оптических и ТВ изображений. Критерии оценки качества ТВ 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. Принципы формирования сигналов цветного ТВ. Многосигнальные преобразователи изображений. Обработка сигналов и качество ТВ изображения. Цифровое представление сигналов изображения. Дискретизация и квантование сигналов. Цифровое кодирование и обработка видеосигналов. Коррекция полутоновых, апертурных и цветовых искажений. Противошумовая коррекция. Компрессия видеоинформации. Дискретное косинусное преобразование. Виды алгоритмов сжатия сигналов изображений. Алгоритмы эффективного статистического кодирования. Сжатие без потерь. Сжатие с потерями (по формату JPEG). Компрессия динамических изображений в форматах MPEG. Квантование и управление потоком данных. Формат MPEG-2 в цифровых ТВ системах.

Аннотация дисциплины

Методы оптимального приема сигнала в радионавигационной аппаратуре – Б1.В.ДВ.3.2

Цель дисциплины: изучение методов и алгоритмов оптимальной обработки сигналов в радионавигационной аппаратуре.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Основы теории случайных событий и процессов. Статистическое описание сигналов и помех. Плотности вероятности. Корреляционные функции. Спектральные плотности мощности. Априорная и апостериорная плотности вероятности. Критерии оптимальности. Обнаружение навигационных сигналов. Характеристики обнаружения. Использование некогерентного накопления для улучшения характеристик обнаружения. Поиск. Оценки максимального правдоподобия: амплитуды сигнала, фазы сигнала, задержки огибающей, задержки сигнала по фазе, доплеровского смещения частоты, совместной оценки задержки по огибающей и доплеровского смещения частоты. Поиск сигналов, постановка и общее решение задачи поиска, как задачи оценки параметров сигнала. Оценки максимального правдоподобия параметров радиосигнала. Общее решение задачи синтеза оптимального алгоритма оценки цифровых данных навигационного сообщения. Потенциальная точность оценок максимального правдоподобия: основные соотношения, нижняя граница Рао-Крамера. Потенциальная точность оценок амплитуды сигнала, фазы сигнала, задержки огибающей, задержки сигнала по фазе, доплеровского смещения частоты, совместной оценки задержки по огибающей и доплеровского смещения

частоты (применительно к сигналам СРНС). Основные положения теории оптимальной нелинейной фильтрации при приеме навигационных сигналов. Апостериорная плотность вероятности (АПВ). Одномодальные и многомодальные АПВ в задачах приема и обработки навигационных сигналов. Гауссовская аппроксимация АПВ: основные определения и соотношения, границы применимости. Оптимальный дискриминатор и оптимальный фильтр в обобщенной оптимальной следящей системе. Оптимальная линейная фильтрация информационных процессов. Эволюция апостериорной плотности вероятности. Уравнения фильтра Калмана. Структурная схема оптимального линейного фильтра. Общая характеристика дисперсионных уравнений. Когерентный и некогерентный прием навигационных сигналов. Синтез оптимальных когерентных дискриминаторов фазы и задержки при приеме сигналов СРНС. Синтез оптимальных некогерентных дискриминаторов доплеровской частоты и задержки при приеме сигналов СРНС. Статистические характеристики оптимальных дискриминаторов: задержки, фазы доплеровской частоты (когерентных и некогерентных). Синтез оптимальных дискриминаторов двухкомпонентных навигационных сигналов. Линеаризация дискриминаторов следящих систем. Статистические характеристики дисперсии шума на выходе дискриминатора, приведенной к измеряемому параметру. Эквивалентные линейные наблюдения фильтруемых процессов при синтезе оптимальных следящих систем. Методика использования теории оптимальной линейной фильтрации для синтеза сглаживающих фильтров следящих систем. Синтез оптимальных сглаживающих фильтров для следящих систем: за фазой, задержкой и доплеровской частотой сигнала. Точность оценки фазы, задержки и доплеровской частотой сигнала в соответствующих оптимальных следящих системах. Постановка задачи синтеза оптимальных алгоритмов решения навигационной задачи. Одношаговый алгоритм решения навигационной задачи. Фильтрационные автономные алгоритмы решения навигационной задачи. Фильтрационный комплексный алгоритм решения навигационной задачи. Синтез оптимальных алгоритмов комплексной обработки сигналов и информации.

Аннотация дисциплины

Аппаратура потребителей спутниковых радионавигационных систем на основе фазовых измерений – Б1.В.ДВ.4.1

Цель дисциплины: изучение принципов использования измерений по фазе несущей частоты, производимых по сигналам систем ГЛОНАСС.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Общее понятие времени. Временная координата. Определение сигнального времени. Запись навигационного сигнала в сигнальном времени. Задержка, фаза и доплеровское смещение частоты навигационного сигнала в сигнальном времени. Модель кодовых измерений для сигналов с частотным измерением. Модель фазовых измерений для сигналов с частотным измерением. Модели кодовых и фазовых измерений для сигналов с кодовым разделением измерением. Модели кодовых и фазовых относительных измерений для сигналов с частотным и кодовым разделением измерением. Избыточность фазовых измерений. Геометрическая трактовка избыточности фазовых измерений. Неоднозначность фазовых измерений. Общие подходы к разрешению неоднозначности фазовых измерений. Переборные процедуры разрешения неоднозначности. Беспереборные процедуры разрешения неоднозначности. Суть метода дополнительной переменной. Расщепление апостериорной плотности вероятности. Общие соотношения метода дополнительной переменной. Постановка задачи оценки относительных координат. Модель наблюдений. Модель динамики относительных координат, смещения ШВ и вектора параметров неоднозначности. Общая методика синтеза алгоритмов НВО с использованием фазовых измерений в СРНС на этапе вторичной обработки. Постановка задачи определения углов ориентации объекта по сигналам СРНС. Общие соотношения для разности фаз сигналов. Синтез оптимального алгоритма оценивания углов ориентации. Потенциальная

точность определения углов ориентации. Постановка задачи фильтрации разности фаз двух сигналов СРНС, принятых в разнесенных точках. Модель разложения фазы принятых сигналов на две составляющие. Общий подход к синтезу оптимального алгоритма фильтрации разности фаз. Дискриминатор для оценки разности фаз. Расчет дискриминационной характеристики дискриминатора. Эквивалентные наблюдения разности фаз. Синтез оптимального алгоритма фильтрации.

Аннотация дисциплины

Модемы и кодеки – Б1.В.ДВ.5.1

Цель дисциплины: изучение принципов построения современных радиотехнических систем передачи информации (РТСПИ) с использованием модуляции и кодирования информации, характеристики этих систем, приемы, позволяющие реализовать требуемую помехоустойчивость различных РТСПИ.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Общие положения кодирования. Классификация кодов. Каналы связи, модели дискретных и непрерывного каналов. Пропускная способность. Скорость передачи информации. Формула Шеннона. Компромиссы при канальном кодировании с коррекцией ошибок. Линейные блочные коды. Векторные пространства. Способы задания кодов. Порождающая матрица. Примеры. Систематические коды. Проверочная матрица. Контроль ошибок с помощью синдромов. Понятия веса кодовой комбинации, минимального расстояния для линейного кода, их связь, способы расчета. Обнаружение, исправление, стирание ошибок. Декодирование с исправлением ошибок. Оптимальный алгоритм декодирования. Реализация кодеков. Понятие матрицы декодирования, ее использование для декодирования. Предельные возможности кода при исправлении ошибок. Пример разработки кода для исправления ошибок. Сверточные коды. Принцип, схема кодера, основные понятия, построение диаграммы состояний и решетки. Способы задания кода. Порождающая матрица. Свойства кода. Систематический сверточный код. Понятие свободного расстояния. Способы расчета свободного расстояния. Декодирование: метод максимального правдоподобия. Алгоритм Витерби (HDD). Реализация декодера Витерби (HDD). Пример. Свойства кодов. Сравнение BER для различных схем декодирования. Каскадные и турбокоды. Итеративное декодирование. Сравнительные характеристики кодов. Модемы. Структура. Требования к системам синхронизации. Частотная и фазовая синхронизация. Символьная синхронизация. Ошибки синхронизации и BER. Символьная синхронизация для сигналов с непрерывной фазой. Кадровая синхронизация. РТ СПИ, использующие шумоподобные сигналы (ШПС). ПСП, требования к характеристикам, свойства. Основные требования к РТ СПИ с ШПС, показатели качества работы. Особенности синхронизации, кодирования в РТ СПИ с ШПС.

Аннотация дисциплины

Проектирование радиолокационных систем – Б1.В.ДВ.5.2

Цель дисциплины: углубленное теоретическое и практическое изучение методологии и средств радиолокации, применяемых при разработке радиолокационных систем для освоения взаимосвязи тактических и технических параметров и характеристик в радиолокационных системах с учетом реальных условий проектирования аппаратуры

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная дисциплина по выбору блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Основные этапы проектирования РЛС. Состав РЛС, требуемые в соответствии с международными нормами тактико-технические и эксплуатационные характеристики. Основные типы и особенности современных РЛС, входящих в комплекс управления воздушным движением. Основные проблемы анализа и синтеза РЛС. Требования, предъявляемые к бортовым и наземным РЛК. Влияние условий распространения

радиоволн на работу РЛС. Выбор диапазонов излучения и приема сигналов различного назначения. Особенности применения излучений миллиметрового диапазонов. Выбор основных тактико-технических показателей. Энергетический расчет радиолинии при воздействии пассивных и активных помех. Проектирование устройств первичной обработки радиолокационных сигналов. Выбор вариантов технической реализации устройств первичной обработки. Проектирование систем вторичной обработки. Селекция объектов на основе вторичных признаков. Радиолокационные системы противовоздушной обороны. Проектирование систем обнаружения малозаметных летательных аппаратов. Методы уменьшения ЭПР целей. Пути повышения дальности и эффективности радиолокационного обнаружения малозаметных целей, повышение энергетического потенциала, улучшение качества обработки сигналов, оптимальный выбор диапазона рабочих частот, оптимальный выбор формы зондирующего сигнала, применение многопозиционных РЛС. Радиолокационные системы противоракетной обороны. Дальность действия системы обнаружения баллистических ракет и космических аппаратов. Методы обеспечения повышенной пропускной способности РЛС. Особенности проектирования антенных систем, систем обзора пространства. Применение фазированных и адаптивных антенных решеток. Сочетание алгоритмов пространственной и частотно-временной обработки сигналов на фоне помех с произвольной пространственно-временной корреляционной функцией. Применение сложных вычислительных комплексов при вычислении траектории движения и распознавания объектов. Обеспечение электромагнитной совместимости всех систем в составе РЛК. Загоризонтные РЛС в декаметровом диапазоне. Основные принципы и особенности условий работ. Использование в загоризонтных РЛС поверхностных и пространственных волн. Биостатические ЗГ РЛС. Требования, предъявляемые к антенным системам. Применение фазированных решеток. Выбор формы и параметров зондирующего сигнала, требования к устройствам формирования и обработки сигналов. Адаптивные к условиям распространения и характеристикам помех алгоритмы и устройства обработки сигналов. Построение карт помех. Требования к стабильности опорных генераторов. Применение алгоритмов БПФ для сжатия сложных сигналов, режекции помех и доплеровской фильтрации. Радиолокационные станции радиофизических исследований Земли и планет. Радиоастрономические системы. Средства пассивной и активной локации: радиометры, скаттерометры, прецизионные радиовысотометры. Оценка параметров поверхности на основе радиолокационных измерений. Радиолокационные системы картографирования. Выбор параметров РЛС с синтезированной апертурой (РСА), выбор структурной схемы, проектирование и расчет характеристик устройств. Интерферометрические РСА. Перспективы и тенденции развития РЛС. Пути повышения качества функционирования РЛС и расширение областей их применения: повышение информативности, расширение возможностей адаптации к изменяющимся внешним условиям, повышение уровня автоматизации и завершенности обработки выходной информации. Многопозиционные РЛС.

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: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 по направлению 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). 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 по 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*. Со-
слагательное 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. Без-
личные и неопределенные личные предложения. Многозначность предлогов. Прилага-
тельные с суффиксом *-los* префиксом *un-*. Устная тема: *Meine Fachrichtung* (моя специ-
альность). Многофункциональные слова *da; seit; während*. «Ложные друзья» переводчика.
Образование *Konjunktiv* и *Konditionalis I*. Употребление и перевод в нереальном значении.
Употребление 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 отрица-
тельная форма глагола. Повелительное наклонение. Образование и употребление времен
*Présent de l'indicatif, Futur Simple, Futur immédiat, Future dans le passé, Passé composé, Passé
simple, Imparfait, Plus-que-Parfait, Passé immédiat* Употребление глаголов, спрягающихся с
глаголом *être* в сложных временах. Согласование времен изъявительного наклонения. Ак-
тивная и пассивная форма глагола. Употребление предлогов «*par*», «*de*». Спряжение гла-
голов в пассивной форме. Устная тема: *Ma spécialité*. Условное наклонение. Образование
и употребление *Conditionnel Présent*. Образование и употребление *Conditionnel Passé*. Упо-
требление 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 participe absolue. Proposition infinitive.
Infinitif passé. Pronoms indefinis et demonstratifs. Ограничительные обороты «ne...que»*.
Усилительные обороты «*c'est...qui; c'est...que, ce sont...qui, ce sont ...que*». Устная тема:
Ma spécialité.

Аннотация дисциплины

Вычислительные устройства и системы – Б1.В.ОД.2

Цель дисциплины: изучение способов построения вычислительных устройств и си-
стем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной ча-
сти блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистер-
ская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных еди-
ниц – 2.

Содержание разделов: Функциональные и технологические преимущества цифро-
вых устройств. Оценка влияния совершенства радиоэлектронных компонентов на надеж-
ность, точность вычислительных процедур и возможности достижения результатов вы-
числений в реальном масштабе времени. Пути достижения указанных результатов. В чем
основные преимущества цифровой техники перед аналоговой. Роль технологии. Примеры,
демонстрация. Методы повышения эффективности цифровых устройств. Оценка реаль-
ной производительности вычислительного устройства или системы. Оптимальная органи-
зация вычислительного процесса, высокоэффективные алгоритмы, поддающиеся ком-
пактному программированию и их реальная оценка. Примеры, иллюстрирующие эти про-
цессы на конкретных вычислительных структурах. Быстрое преобразование Фурье. Оп-
тимизация алгоритма и приведение его к каноническому виду. Организация к квазиконве-
ерному виду, снижение непродуктивных затрат при адресации операндов и поворачиваю-
щих множителей. Демонстрация эффективных вычислительных структур, переход на бо-

лее высокое основание (4), оптимизация алгоритма определения значений поворачивающих множителей (W^{nk}). Демонстрация различных модификаций и их анализ. Примеры оптимизации вычислений “быстрых” сверток. Пример алгоритма вычисления “быстрой” свертки на одной вычислительной структуре, на двух последовательно включенных одинаковых структурах. Расчет временных затрат, использование двухпортовой памяти, предотвращение переполнений разрядной сетки. Вычисления с фиксированной и плавающей запятой, сравнительные характеристики. Оценка аппаратных затрат. Переход к шинам с параллельной передачей более одного оператора. Оценка быстродействия и технологических сложностей. Демонстрация заводских образцов. Сжатие сложных сигналов. Демонстрация образца процессора сжатия сложного сигнала на основе алгоритма “быстрой” свертки в частотной области на основе БПФ. Объясняются все основные преимущества по сравнению с согласованным фильтром на ПАВ (поверхностных акустических волнах): адаптивность, температурная независимость, динамический диапазон и стоимость. Основные тактические требования к радиолокаторам. Технологическая простота. Устройство сжатия сложных сигналов в сравнении с другими методами и устройствами. Применение БПФ в современных авиационных и космических системах. Процессоры обработки сигналов для самолетных и космических радиолокационных систем с синтезированным раскрытием антенны строятся в последнее время с использованием БПФ в требуемой модификации, в зависимости от задачи, решаемой системой. Демонстрируется образец одного из видов таких процессоров с использованием ПАВ, разработанный на кафедре радиоприборов. Изучаются его характеристики и технология изготовления. Способы использования ПЛИС.

Оценка характеристик различных семейств ПЛИС (Xilinx, Altera и др.), их структуры и особенностей применения, технологических характеристик, программирования, ознакомления с мат. обеспечением программирования, радиационной и температурной устойчивостью. Ознакомление с технологией монтажа на платах. Демонстрация готовых изделий и техники их испытаний. Анализ стоимостных характеристик, приборов контроля, отбраковки и прочее. Перспективы развития систем на кристалле.

Аннотация дисциплины

Спутниковые радионавигационные системы (АП СРНС) – Б1.В.ОД.3

Цель дисциплины: изучение принципов построения и функционирования навигационной аппаратуры потребителей (НАП) СРНС, методы анализа и проектирования НАП.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Назначение НАП СРНС. Обобщенная функциональная схема НАП. Принципы построения НАП: антенна, радиочастотный блок, первичная и вторичная обработка. Антенна НАП: диаграмма направленности, поляризация. Предварительный МШУ: назначение, структурная схема, характеристики, коэффициент шума. Радиочастотный блок: обобщенная структурная схема, основные характеристики (коэффициент усиления по тракту, промежуточные частоты, полосы пропускания фильтров). Радиочастотный блок в совмещенной НАП, работающей сигналам нескольких частотных диапазонов или по сигналам нескольких СРНС (ГЛОНАСС, GPS, Galileo). Аналогоцифровой преобразователь (АЦП). 1-битное, 2-битное, многобитное АЦП, основные характеристики, области применения. Опорный генератор и его характеристики. Синтезатор частот: принципы построения, основные характеристики. План частот НАП. Назначение, принципы построения и структура коррелятора. Несмещенный, запаздывающий и опережающий корреляторы. Статистические характеристики корреляторов. Поиск сигналов по задержке и частоте. Система слежения за фазой сигнала Система слежения за частотой сигнала. Системы слежения за задержкой сигнала. Система слежения за задержкой сигнала

с поддержкой от следящей системы за фазой сигнала. Назначение вторичной обработки сигналов. Демодуляция навигационных данных. Декодирование навигационных данных. Подходы к решению навигационной задачи. Одношаговый алгоритм решения навигационной задачи. Одношаговый алгоритм решения навигационной задачи. Характеристики поиска навигационных сигналов. Точностные характеристики слежения за задержкой, доплеровским смещением частоты, фазой. Точностные характеристики измерения координат и скорости потребителя. Бюджет погрешностей измерения дальности и радиальной скорости. Бюджет погрешностей измерения координат. Общее определение помехоустойчивости. Бюджет погрешностей измерений в дифференциальном режиме. Помехоустойчивость режима поиска сигналов, схем слежения за фазой, задержкой и частотой.

Аннотация дисциплины

Защита информации в системах передачи и обработки данных – Б1.В.ОД.4

Цель дисциплины: изучение методов и способов защиты информационного содержания передаваемых сообщений для последующего использования при создании радиоэлектронной аппаратуры разного уровня (систем, комплексов, устройств).

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Криптографическая защита информации. Общая характеристика проблемы защиты информации при её хранении, передаче и извлечении и обработке электронными средствами. Основные понятия и определения информационной безопасности. Угрозы и обеспечение безопасности АСОИ. Общая характеристика принципов криптологии и аппаратно-программные средства защиты информации. Принципы криптографической защиты информации. Принципы криптоанализа. Элементы дискретной математики. Группоиды. Функции со специальными свойствами (однонаправленные функции, однонаправленные функции "с лазейкой", и хэш-функции). Симметричные системы шифрования информации. Шифрование методом перестановок, с использованием размеров таблицы в качестве ключа, с дополнительной перестановкой столбцов или (и) строк. Шифрование методом подстановок. Система шифрования Цезаря и система аффинных подстановок Цезаря. Криптографическая система Хилла. Шифрование методом многоалфавитных подстановок. Метод одноконтурной и многоконтурной многоалфавитной подстановки. Система шифрования Вермена. Метод гаммирования. Стандарт шифрования DES. Алгоритмы шифрования и расшифрования. Режимы и области применения. Комбинирование блочных алгоритмов. Российский стандарт шифрования: Алгоритмы шифрования и расшифрования в режиме простой замены. Гаммирование. Использование обратной связи. Формирование имитовставки. Стандарт шифрования AES. История создания. Алгоритм шифрования и расшифрования. Процедура расширения ключа. Асимметричные системы шифрования. Шифрование с открытым ключом. Система RSA. Протоколы и алгоритмы шифрования и расшифрования в системе RSA. Использование дискретного логарифмирования при шифровании. Протоколы и алгоритмы в системе Эль-Гамала. Использование группы точек эллиптической кривой. Криптографические протоколы при шифровании и расшифровании в системе ECIES. Защита данных в информационных сетях. Слабая и сильная идентификация. Электронная цифровая подпись. Удалённые атаки в сети Internet: виды и классификация. Основные методы и средства сетевой защиты.

Аннотация дисциплины

Радиосистемы управления – Б1.В.ОД.5

Цель дисциплины: изучение принципов построения, функционирования и основ проектирования систем радиоуправления подвижными объектами и входящих в их состав радиосредств.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 по направлению подготовки магистратуры 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: *Общие сведения о радиосистемах управления подвижными объектами.* Принципы радиоуправления подвижными объектами. Особенности, принципы построения и применение радиоэлектронных систем управления (РЭСУ) подвижными объектами. Разновидности и краткая характеристика объектов управления. Классификация радиосистем управления. Показатели качества функционирования РЭСУ. Основные задачи анализа и проектирования систем радиоуправления. Обобщенная функциональная схема системы радиоуправления. Основные звенья контура управления. Принципы радиоуправления атмосферными летательными аппаратами (ЛА). Кинематические методы наведения ЛА на неподвижные и движущиеся объекты. *Системы самонаведения (СН).* Системы телеуправления (ТУ). Системы автономного радиоуправления (АУ). Системы комбинированного управления и комплексированные системы. Типы систем СН. Обобщенная функциональная схема системы СН. Основные звенья контура самонаведения. Кинематическое звено, радиозвено, звено автопилот-ЛА. Дальность действия систем самонаведения. Динамические и флюктуационные ошибки самонаведения. Влияние обтекателя на точность самонаведения. Мертвая зона управления. Достоинства и недостатки систем самонаведения. Особенности построения угловых дискриминаторов. Равносигнальные методы пеленгации. Моноимпульсные пеленгаторы. Функциональные схемы амплитудного и фазового моноимпульсного пеленгатора. Пеленгатор с коническим сканированием. Потенциальная точность пеленгации. Влияние на точность самонаведения амплитудных, поляризационных, угловых флюктуаций. Сигналы, используемые в радиолокационных измерителях систем радиоуправления. Функциональные и структурные схемы следящих угломеров. Методы анализа линейных и нелинейных следящих систем. Разновидности систем телеуправления ТУ-1, ТУ-2, ТУ-3. Обобщенные функциональные и структурные схемы систем ТУ. Основные источники ошибок систем ТУ. Скручивание систем координат. Достоинства и недостатки систем ТУ. Классификация систем АУ. Области применения, достоинства и недостатки радиоэлектронных систем АУ. Общая характеристика, классификация, функциональные схемы систем комбинированного управления. Применение комплексирования в системах радиоуправления подвижными объектами. *Радиоуправление космическими аппаратами (КА).* Классификация и особенности радиоуправления КА. Основные участки траекторий полета КА и их математическое описание. Используемые системы координат. Орбитальное движение спутников: общие сведения, классические элементы орбиты спутника, движение спутника по невозмущенной орбите. Способы создания управляющих сил и моментов для управления движением и ориентацией КА. Кинематические методы наведения КА. Функциональная и структурная схема системы управления КА. Краткая характеристика и сравнение способов управления. Бортовой и наземный сегмент комплексов радиоуправления КА. Особенности использования радиотехнических систем в наземных комплексах контроля траекторий и управления движением КА. Методы определения параметров траекторий по результатам радиотехнических измерений. *Синтез систем радиоуправления на основе теории оптимального управления.* Роль математического синтеза при проектировании РЭСУ. Синтез РЭСУ с помощью современной теории оптимального управления. Постановка задачи синтеза. Критерии качества функционирования систем управления. Локальное и терминальное управление. Теорема разделения. Постановка и решение задачи синтеза оптимального детерминированного управления. *Применение теории оптимальной фильтрации для синтеза радиотехнических следящих измерителей.* Постановка задачи оптимальной нелинейной фильтрации. Постановка и решение задачи оптимальной линейной фильтрации. Фильтр Калмана. Примеры синтеза следящих систем на основе алгоритма фильтра Калмана. Комплексирование измерителей. Методы синтеза и оптимизации стационарных фильтров.

Аннотация дисциплины

Междисциплинарный курсовой проект – Б1.В.ОД.6

Цель дисциплины: получение практических навыков построения навигационной аппаратуры потребителей (НАП) СРНС.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 дисциплин основной образовательной программы подготовки магистратуры направления 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа Радиотехнические системы связи и навигации). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Проектирование системы слежения за фазой навигационного сигнала с модуляцией BPSK(1). Проектирование системы слежения за задержкой навигационного сигнала с модуляцией BPSK(1). Проектирование системы слежения за задержкой навигационного сигнала с модуляцией ВОС(1,1). Проектирование системы выделения цифровой информации из навигационного сигнала с модуляцией ВОС(1,1).