Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИРЭ
Мирошникова И.Н.

_____
подпись

«____» _____ 2015 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В АСПИРАНТУРУ

Направление – 11.06.01, Электроника, радиотехника и системы связи
код, название

Направленность – Радиолокация и радионавигация
название

Москва, 2015

1. Энергетические соотношения и зондирующие радиолокационные сигналы

Энергетические соотношения в активной РЛС обнаружения. Влияние параметров передатчика, приемника, антенны на дальность действия РЛС. Расчет пороговой энергии в РЛС обнаружения. Основное уравнение радиолокации. ЭПР различных целей.

Тактико-технические характеристики РЛС. Их взаимосвязь и взаимная обусловленность. Выбор типа модуляции сигнала, периода повторения и т.д.

Нормированная двумерная автокорреляционная функция сигнала (НДАФ). Влияние НДАФ на тактические характеристики РЛС. Экспериментальное исследование НДАФ. Выбор зондирующего сигнала в многоканальной (с разрешением по дальности и скорости) РЛС обнаружения.

НДАФ одиночного простого импульса, пачки когерентных и некогерентных импульсных сигналов с ЛЧМ, потенциальные свойства этих сигналов.

Сигналы с ЛЧМ, их НДАФ. Методы активного и пассивного формирования импульсных сигналов с ЛЧМ. Особенности обработки сигналов с ЛЧМ. Виды искажений, возникающих при обработке сигналов с ЛЧМ.

Сигналы с ЛЧМ, потенциальные свойства этих сигналов. Способы коррекции боковых лепестков НДАФ. Оптимизация параметров корректирующих цепей.

Сигналы с ФМн, их НДАФ. Формирование сигналов с ФМн, структурные схемы генераторов кода. Выбор параметров кода. Искажения, возникающие при обработке сигналов с ФМн за счет Fд. Необходимость двумерной обработки.

Сравнительная характеристика РЛС, работающих с ЛЧМ и ФМн импульсными сигналами: разрешающая способность по R и V, техническая реализация устройств формирования и обработки.

Согласованные фильтры для ЧМ и ФМн импульсных сигналов. Реализация согласованных фильтров. Выигрыш в отношении сигнал/шум.

Сравнение корреляционных, фильтровых и корреляционно-фильтровых методов обработки сигналов сложной формы.

2. Статистическая теория обнаружения радиолокационных сигналов

Постановка задачи обнаружения сигналов на фоне шумов приемника РЛС. Модели сигналов. Синтез устройств оптимального обнаружения, отношение правдоподобия. Характеристики обнаружения.

Отношение правдоподобия, структурные схемы оптимальных обнаружителей и характеристики обнаружения для различных моделей одиночных сигналов.

Обнаружитель отраженных радиолокационных сигналов при неизвестных дальности и скорости целей. Примеры реализации схемы для простых импульсных сигналов и сигналов сложной формы.

Оптимальные обнаружители когерентных пачечных импульсных сигналов. Структурные схемы обнаружителей. Характеристики обнаружения.

Оптимальные обнаружители некогерентных пачек импульсных сигналов. Структурные схемы обнаружителей. Характеристики обнаружения. Потери на некогерентность.

Корреляционно-фильтровая обработка ЛЧМ сигналов. Выбор параметров схемы, расчет отношения сигнал/шум и вероятности правильного обнаружения D при заданной вероятности ложной тревоги F.

Реализация квазиоптимальных цифровых обнаружителей. Выбор порогов. Расчет потерь в отношении сигнал/шум. Многоканальные цифровые обнаружители.

Упрощенные цифровые обнаружители – цифровые автоматы. Расчет потерь в отношении сигнал/шум. Сравнительная характеристика пороговой энергии обнаружителей пачечных сигналов:

- с оптимальным когерентным накоплением;
- с некогерентным накоплением;
- с квазиоптимальным цифровым накопителем;
- с цифровым автоматом.

Непараметрические обнаружители. Особенности реализации, достоинства и недостатки.

3. Обнаружение радиолокационных сигналов на фоне коррелированных помех

Основные характеристики пассивных помех. Расчет интенсивности мешающих отражений.

Маскирующие пассивные помехи. Расчет ЭПР облака диполей. Методы борьбы с пассивными помехами.

Реализация согласованного фильтра в случае помехи с неравномерным спектром. Схемы построения оптимальной фильтрации сигнала на фоне пассивных помех.

Принципы построения когерентно-импульсных РЛС с селекцией движущихся целей (СДЦ) на фоне пассивных помех (системы с истинной когерентностью, псевдокогерентные и с внешней когерентностью).

Назначение блока чересперiодной компенсации (ЧПК). Частотные и скоростные характеристики одно-двукратной системы ЧПК. Борьба со "слепыми" скоростями.

Расчет выигрыша М в отношении сигнал/помеха системы СДЦ с одно и двухкратной системой ЧПК. Рекурсивные системы ЧПК. Особенности реализации цифровых систем СДЦ.

Влияние нестабильности частоты передатчика, местного и когерентного гетеродинов в системе СДЦ с внутренней когерентностью на коэффициент подавления сигналов от пассивных помех. Каковы допустимые величины этих нестабильностей?

Как изменится вероятность правильного обнаружения цели D при вариации скорости от оптимальной до "слепой"? Методы борьбы со "слепыми" скоростями. Изобразить схему псевдокогерентной РЛС с внутренней и внешней когерентностью.

Ограничения в подавлении помехи в системах СДЦ. Как ширина спектра и интервал корреляции сигнала помехи влияют на коэффициент подавления помехи в системе ЧПК? Изобразить схему когерентно-импульсной РЛС с истинной внутренней когерентностью.

4. Статистическая теория измерения параметров радиолокационных сигналов.

Синтез оптимального алгоритма измерения параметров радиолокационных сигналов. Понятие и расчет потенциальной точности измерения.

Потенциальная точность измерения дальности. Выбор оптимальной формы зондирующих сигналов. Построение оптимального измерителя дальности.

Потенциальная точность измерения радиальной скорости. Выбор оптимальной формы зондирующего сигнала. Построение оптимального измерителя скорости.

Синтез структуры оптимального дискриминатора. Модифицированный и квазиоптимальный дискриминаторы.

Реализация оптимального следящего измерителя переменного параметра. Требования к экстраполятору, астатизм следящей системы. Оценка динамических и флуктуационных погрешностей следящего измерителя.

5. Радиолокационные системы измерения дальности до целей, радиовысотомеры

Дальномерные устройства с ЧМ. Погрешности измерения дальности. Выбор параметров анализатора спектра параллельного и последовательного типов. Погрешности измерения дальности.

Импульсные дальномеры. Реализация многоканального цифрового измерителя дальности. Погрешности измерения.

Автосопровождение по дальности. Структурные схемы, назначение входящих в нее элементов и их возможная реализация. Погрешности определения дальности.

Какие параметры системы АСД влияют на величину скоростной и шумовой ошибки? Как изменится величина этих ошибок, если изменить период повторения РЛС, коэффициент передачи разомкнутой системы?

Автодальномер, работающий с непрерывным ФМ сигналом. Реализация корреляционно-временного дискриминатора. Динамические и флуктуационные погрешности.

Особенности отражения от гладкой и шероховатой поверхностей в радиовысотомерном режиме и методы расчета отраженной мощности.

Радиовысотомер (РВ) малых высот с непрерывным ЛЧМ сигналом. Основные отличия РВ от дальномера, особенности реализации, погрешности измерения.

Многофункциональный прецизионный радиовысотомер (ПРВ) космического базирования.

Назначение и решаемые задачи. Анализ статистических характеристик отраженных сигналов.

Выбор основных параметров ПРВ. Синтез оптимального измерителя высоты.

Интегральные и локальные способы реализации квазиоптимальных измерителей ПРВ. Оценка точностных характеристик ПРВ в зависимости от режима облучения и характеристик поверхности.

6. Радиолокационные системы измерения скорости движения целей

Сравнение непрерывных и когерентно-импульсных систем измерения скорости целей.

Беззапросная доплеровская РЛС измерения скорости летательных и космических аппаратов. Требования к стабильности генераторов. Точность измерения скорости.

Запросная доплеровская РЛС измерения скорости летательных и космических аппаратов. Требования к стабильности генераторов. Точность измерения скорости.

Принципы построения цифровых измерителей частоты Доплера. Динамические и флуктуационные погрешности цифровых измерителей.

Радиолокационная система измерения скорости, работающая по отраженному сигналу. Погрешности измерения скорости.

Применение следящих фильтров в системах автосопровождения цели по скорости. Сравнение систем с ЧАП и с ФАПЧ.

Доплеровские измерители скорости и угла сноса летательных аппаратов. Сравнение. однолучевых и многолучевых измерителей Погрешности измерения скорости и угла сноса.

7. Радиолокационные системы обзора пространства и измерения угловых координат

Основные характеристики обзорных систем. Принципы построения систем с пеленгацией по центру пачки. Выбор весовых коэффициентов в случае флуктуирующей и нефлуктуирующей пачки. Потенциальная и реальная точность определения центра пачки.

Квазиоптимальные методы определения углового направления по центру пачки. Выбор частоты сканирования.

Принципы построения следящего пеленгатора с пеленгацией по центру пачки. Его достоинства и недостатки. Результирующая точность пеленгования.

Системы пеленгования, работающие по методу сравнения. Пеленгационная характеристика. Требования к моноимпульсным системам пеленгования. Мультипликативные и аддитивные моноимпульсные системы пеленгования.

Мультипликативные амплитудная и фазовая моноимпульсные системы пеленгования. Требования к идентичности каналов.

Аддитивные моноимпульсные суммарно-разностные системы пеленгования. Амплитудная суммарно-разностная моноимпульсная система с одновременным пеленгованием цели по азимуту и углу места. Точностные характеристики моноимпульсных систем определения угловых координат.

Фазовая суммарно-разностная моноимпульсная система пеленгования. Точностные характеристики моноимпульсных систем определения угловых координат.

РЛС картографирования поверхности Земли. Реализация синтезированной апертуры антенны. Алгоритм обработки отраженных сигналов. Выбор параметров РСА.

РСА – фокусированный и нефокусированный режимы, оценка разрешающей способности в каждом случае. Выбор основных параметров РСА.

Методы борьбы с когерентным шумом. Блок-схема РСА. Принципы цифровой обработки сигналов в РСА.

Корреляционно-экстремальные системы навигации летательных аппаратов на базе РСА.

8. Теоретические основы радионавигации

Принципы радионавигации. Методы определения местоположения – дальномерный, разностно-дальномерный, пеленгационный, дальномерно-пеленгационный.

Линии и поверхности положения, ошибки определения местоположения на плоскости и в пространстве, эллипс и эллипсоид ошибок определения местоположения.

Спутниковые радионавигационные системы – принципы построения и функционирования.

Сигналы спутниковых радионавигационных систем и их характеристики.

Аппаратура потребителей спутниковых радионавигационных систем – принципы построения и функционирования.

Литература

1. А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева. Энергетические соотношения в радиолокации. Методы расчета дальности действия радиолокационных систем. Уч. пособие МЭИ, 1999.
2. А.И. Баскаков, Ю.И. Лукашенко, Л.А. Щернакова. Зондирующие радиолокационные сигналы. Уч. пособие МЭИ, 1990.
3. А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева. Измерение угловых координат в обзорной РЛС. Уч. пособие МЭИ, 2004.
4. Т.С. Жутяева, М.Ф. Зайцев. Проектирование цифровых устройств обработки сигналов в обзорных РЛС. Уч. пособие МЭИ, 1998.
5. П.А. Бакулев. Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2004.
6. П.А. Бакулев, В.М. Степин. Методы и устройства селекции движущихся целей. – М.: Радио и связь, 1986.
7. М.В. Финкельштейн. Основы радиолокации. – М.: Радио и связь, 1982.
8. Ю.И. Лукашенко. Космические радиолокаторы с синтезированным раскрывом антенны. Уч. пособие МЭИ, 1992.
9. А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева, Ю.И. Лукашенко. Локационные методы исследования объектов и сред. Учебник для вузов. – М. Академия, 2011.
10. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. – М.: Радиотехника, 2010.

11. Перов А.И. Методы и алгоритмы оптимального приема сигналов в аппаратуре потребителей СРНС. – М.: Радиотехника, 2012.

12. Перов А.И. Основы построения спутниковых радионавигационных систем. – М.: Радиотехника, 2012.

Дополнительная литература

1. А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева, В.А. Терехов. Исследование основных энергетических соотношений в радиолокации. Лабораторная работа №1. Методическое пособие. МЭИ (ТУ), М. 2001.

2. А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева, Ю.И. Лукашенко. Исследование характеристик, методов формирования и обработки зондирующих радиолокационных сигналов сложной формы. Цикл лабораторных работ. Методическое пособие. МЭИ (ТУ), М. 2003.

3. Радиолокационные и радионавигационные измерительные системы. Сборник лабораторных работ: методическое пособие / А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева, Ю.И. Лукашенко, В.А. Терехов; под ред. О.А. Алексеева. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

4. А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева. Системы защиты от пассивных помех. Сборник 6лабораторных работ: методическое пособие / Под ред. О.А. Алексеева. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.