

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Направленность (специальность) 05.12.14 Радиолокация и радионавигация

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Автономные радионавигационные системы летательных аппаратов»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 876, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных 05.12.14 Радиолокация и радионавигация, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является углубленное освоение автономных радионавигационных систем летательных аппаратов.

Задачами дисциплины являются:

- освоение основ анализа работы технических характеристик автономных радионавигационных систем летательных аппаратов;
- приобретение навыков оценки помехоустойчивости автономных радионавигационных систем.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения научных задач (ПК-1);
- способность реализовать разработанные алгоритмы решения научных задач с использованием современных языков программирования (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основы теории различения сигналов, отраженных от различных целей (УК-1);
- принципы автономной радионавигации (УК-2);
- принципы построения оптимальных устройств обработки сигналов в автономной радионавигационной системе (ОПК-1);

уметь:

- использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач (ОПК-2);
- применять статистические теории обнаружения-различения сигналов (ОПК-3);
- применять алгоритмы цифровой обработки сигналов (ПК-1);

владеть:

- статистическими методами анализа радиотехнических систем и устройств (ПК-1);
- методиками расчета основных характеристик радионавигационных систем летательных аппаратов (ПК-2);
- основными понятиями, терминами и определениями в области радионавигационных систем (ПК-1);
- методами излучения радионавигационных сигналов при наличии помех (ПК-2);
- методами реализации цифровой обработки радионавигационных сигналов (ПК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Введение, обзор бортовых навигационных систем летательных аппаратов

2. Радиовысотомеры летательных аппаратов

Отражение радиосигналов от земной и морской поверхности. Понятие гладкости подстилающей поверхности. Расчет мощности отраженного сигнала. Принцип действия и основные соотношения для радиовысотомеров с частотной модуляцией. Анализ ошибок измерения высоты в радиовысотомерах с ЧМ. Структурная схема РВ следающего типа, достоинства и недостатки.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 1 семестр - дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Корреляционно-экстремальные системы навигации (КЭНС).
2. Особенности эталонных и текущих карт местности. Использование в качестве ТКМ радиометра, РСА и радиовысотомера малых высот.
3. Задачи радиовысотомера в данном случае. Использование бинарных функций. Алгоритмы вычисления. Сигналы, применяемые в радиовысотометрии.
4. Особенности отражения от поверхностно-распределенных целей и расчет энергетического потенциала для радиовысотомера.
5. Особенности РВ несledящего и следящего типа. Основные погрешности РВ.
6. Использование радиометра как датчика ТКМ. Радиометр для решения задачи обнаружения случайных сигналов. Энергетический приемник. Антенная температура.
7. Обнаружение температурного контраста 2-х поверхностей и цели на поверхности. Аддитивная и мультипликативная помехи. Приемник Дике.
8. Характеристики обнаружения. Режим сканирования для съемки ТКМ.
9. Использование РСА для съемки ТКМ. Возможности использования здесь фокусированного режима. Выбор параметров РСА и методика определения местоположения ЛА корреляционно-экстремальным методом.

Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов

1. Особенности радиовысотометров, как радиосистем измерения дальности. Методы расчета мощности отраженного сигнала для гладкой и шероховатой поверхности. Радиовысотометр с ЧМ, особенности работы, схема, погрешности измерения. Следящий ЧМ РВ.
2. Найти отношение сигнал/шум, реализуемое в самолетном РВ с ЧМ, измеряемый диапазон высот от 30 м до 720 м над взволнованной морской поверхностью с коэффициентом шероховатости 0,1 рад², коэффициент отражения Френеля 0,7. Размер бортовой антенны 12 см, $\lambda=2$ см, параметры зондирующего ЛЧМ сигнала: $\Delta f = 50$ МГц, период модуляции и время осреднения в измерителе \dot{O}_f и $\dot{O}_{\dot{N}D}$ выбрать. Пиковая мощность передатчика 50 Вт, фактор шума приемника 1,5 дБ. Оценить погрешности измерения высоты.
3. Радиовысотометр (РВ) малых высот с непрерывным ЛЧМ сигналом. Основные отличия РВ от дальнометра, особенности реализации,

погрешности измерения. Схемы несledящего и следящего РВ малых высот.

4. Бортовой РМ вертолета (скорость 20 м/с) способен работать в двух режимах: трассерном или сканирующим. В каком режиме работы РМ обладает большей чувствительностью и во сколько раз? Изобразить функциональную схему модуляционного РМ. Оценить требуемую чувствительность РМ в трассерном и сканирующем режиме для уверенного обнаружения металлической противотанковой мины с высоты $H=100$ м, если требуется обеспечить выходное отношение сигнал/шум не менее 3. Длина СВЧ волны и размер антенны: $\lambda=1$ см, $D_a=1$ м; коэффициент рассеяния по боковым лепесткам $\beta_b=0,4$; к.п.д. СВЧ тракта $\eta_a=0,9$; диаметр мины $L_{ц}=0,3$ м.
5. Оценить температурный контраст суша-вода, наблюдаемый РМ и приращение температуры на входе малошумящего СВЧ усилителя (МШУ), если коэффициент рассеяния по боковым лепесткам $\beta_b=0,5$, а к.п.д. тракта $\eta_a=0,7$. Изобразить функциональную схему и рассчитать выходное отношение сигнал/шум для модуляционного РМ, если он имеет следующие параметры: $T_{ш}=400^\circ\text{К}$, $\Delta f_{вх}=400$ МГц, $\tau_{сгл}=1$ с.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Радиотехнические системы. Учебник для вузов. Под ред. проф. Ю.М. Казаринова. М.: Академия, 2008.
2. Баскаков А.И., Жутяева Т.С., Лукашенко Ю.И., Терехов В.А. Радиолокационные и радионавигационные измерительные системы. М.: Учебное методическое пособие МЭИ, 2008.
3. Баскаков А.И., Жутяева Т.С., Лукашенко Ю.И. Локационные системы исследования объектов и сред. Учебник // Под ред. проф. А.И. Баскакова. М.: Академия, 2011.
4. Баскаков А.И., Жутяева Т.С., Лукашенко Ю.И. Зондирующие радиолокационные сигналы. Учебное пособие. Издательский Дом МЭИ, 2011.

Дополнительная литература

1. Баскаков А.И., Жутяева Т.С., Лукашенко Ю.И. Цифровые процессоры некогерентной обработки сигналов в обзорных РЛС. Методическое пособие. М.: Издательский Дом МЭИ, 2012.
2. Алексеев О.А., Баскаков А.И., Терехов В.А. Автономные радионавигационные системы летательных аппаратов. Учебное пособие. Издательский Дом МЭИ, 2015 (в печати).

Электронные образовательные ресурсы:

www.dspsa.ru; www.sirentza.com; www.hitite.com