

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

«Радионавигационные измерения»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.2

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа,
48 часов – 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 министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.12.14 Радиолокация и радионавигация, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины состоит в ознакомлении с методами радионавигационных измерений, их теоретической основы и потенциальными характеристиками.

Задачами дисциплины являются:

- сформировать знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно применять методы радионавигационных измерений;
- анализировать физические процессы, происходящие аппаратуре, используемой для радионавигационных измерений.

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

I. Универсальные 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).

II. Общепрофессиональные компетенции

– владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1).

III. Профессиональные компетенции

– способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения научных задач (ПК-1).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

Знать:

- методы радионавигационных измерений, используемые при обработке сигналов и информации в навигационной аппаратуре (*УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-1*);

- методы расчета характеристик радионавигационной аппаратуры (*УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-1*).

Уметь:

- применять методы и средства радионавигационных измерений для решения задач обработки сигналов в навигационной аппаратуре (*УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-1*);

- применять статистические методы анализа радиотехнических систем и устройств (*УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-1*).

Владеть:

- статистическими методами синтеза и анализа радионавигационных систем и устройств (*УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-1*);

- методиками расчета основных характеристик аппаратуры радионавигационных измерений (*УК-1, УК-2, ОПК-1, ПК-1*).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные термины, понятия и определения в теории радионавигации. Статистическое описание сигналов и помех. Классификация радиотехнических средств навигации. Активные и пассивные, запросные и беззапросные навигационные системы. Функциональные схемы навигационных систем различного типа.

2. Измерение дальности как измерение задержки сигнала. Запросный и беззапросный метод измерения дальности. Проблема однозначности измерения дальности. Измерение разности расстояний. Измерение углов по задержкам сигналов. Фазовый метод измерения углов. Эффект Доплера. Измерение доплеровской частоты при запросном и беззапросном методах. Измерение угловой скорости. Измерение угловой скорости по измерениям доплеровских частот. Импульсный метод измерения дальности. Импульсный радиосигнал. Функциональная схема измерителя дальности при импульсно сигнале. Принцип работы. Эпюры напряжений в схеме измерителя дальности. Структурная схема измерителя дальности. Основные соотношения.

3. Измерение дальности в спутниковых радионавигационных системах. Шкалы времени в спутниковых радионавигационных системах. Понятие псевдо дальности. Псевдо дальномерный метод измерения псевдо дальности. Сигналы в спутниковых радионавигационных системах.

4. Алгоритмы работы и схемы слежения за задержкой, фазой и частотой сигнала в СРНС. Корреляторы навигационного приемника. Дискриминаторы задержки: описание, общие свойства. Дискриминационные характеристики. Уравнения, описывающие схему слежения за задержкой сигнала. Дискриминаторы фазы: описание, общие свойства. Дискриминационные характеристики. Уравнения, описывающие схему слежения за фазой сигнала. Дискриминаторы частоты: описание, общие свойства. Дискриминационные характеристики. Уравнения, описывающие схему слежения за частотой сигнала. Структурные схемы следящих систем за задержкой, фазой и частотой сигнала .

5. Алгоритмы работы дискретных фильтров в контуре следящих систем. Связь аналоговых и дискретных фильтров. Дискретные фильтры первого, второго и третьего порядков. Использование дискретных фильтров в следящих системах за задержкой, фазой и частотой.

6. Алгоритмы управления генераторами опорных сигналов следящих систем. Алгоритмы управления фазой, задержкой. Общие соотношения. Использование в следящих системах.

7. Следящие системы за углом прихода сигнала. Функциональная схема угломерной следящей системы. Основные соотношения. Угловой дискриминатор. Пеленгационная характеристика. Структурная схема угломерной следящей системы. Влияние автоматической регулировки усиления на пеленгационную характеристику.

8. Следящие измерители при фазовых измерениях. Принцип фазовых измерений. Оптимальная фильтрация при известном направлении на источник сигнала. Описание наблюдаемых сигналов. Уравнения оптимального следящего измерителя. характеристики направленности. диаграммой направленности. Пример диаграммы направленности. Оптимальная фильтрация при неизвестном направлении на источник сигнала. Пространственная и временная обработка сигналов.

9. Комплексные измерители координат. Вторичные наблюдения в аппаратуре потребителей СРНС. Модель динамики вектора состояния. Модель смещения дальности (часов). Векторная модель вторичных наблюдений. Синтез алгоритмов вторичной обработки. Принципы работы инерциальных навигационных систем. Модель измерений для инерциальных навигационных датчиков. Модернизированный вариант комплексирования. Синтез

комплексного алгоритма коррекции БИНС измерениями СРНС на вторичном уровне.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Классификация радиотехнических средств навигации
2. Методы определения текущих навигационных и радионавигационных параметров
3. Принципы измерения текущих радионавигационных параметров (координат, углов)
4. Принципы измерения текущих радионавигационных параметров (производных координат, углов)
5. Импульсный метод измерения дальности
6. Измерение дальности в спутниковых радионавигационных системах
7. Основы синтеза дискриминаторов следящих измерителей
8. Основы синтеза сглаживающих фильтров следящих измерителей
9. Алгоритмы работы и схемы слежения за задержкой сигнала в СРНС
10. Алгоритмы работы и схемы слежения за фазой сигнала в СРНС
11. Алгоритмы работы и схемы слежения за частотой сигнала в СРНС
12. Алгоритмы работы дискретных фильтров в контуре следящих систем
13. Алгоритмы управления генераторами опорных сигналов следящих систем
14. Следящие системы за углом прихода сигнала в моноимпульсных системах
15. Следящие системы за углом прихода сигнала в фазовых измерителях
16. Комплексные измерители координат потребителя при вторичной обработке
17. Комплексный измеритель координат по сигналам спутниковых и инерциальных навигационных систем на вторичном уровне

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

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования, Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова – М.: Радиотехника, 2010.
2. Вейцель А.В., Вейцель В.А., Татарников Д.В. Аппаратура высокоточного позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем: приемники-потребители навигационной информации – М.: МАИ-Принт, 2010.
3. Вейцель А.В., Вейцель В.А., Татарников Д.В. Аппаратура высокоточного позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем: высокоточные антенны. Специальные методы повышения точности позиционирования – М.: МАИ-Принт, 2010.
4. Перов А.И. Основы построения спутниковых радионавигационных систем. – М.: Радиотехника, 2012.
5. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы. – М: Радиотехника, 2008.

Дополнительная литература:

6. Перов А.И., Замолодчиков В.Н., Чиликин В.М. Радиоавтоматика. – М.: Радиотехника, 2014.
7. Саватеев Ю.И. Оптимальный прием сигналов на фоне помех и шумов. – М.: Радиотехника, 2011.
8. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех. – М.: Радиотехника, 2014.
9. Misra P., Enge P. Global Positioning System. Signals, measurements and performance. 2-d edition. Ganga-Jamuna Pres, 2012.
10. Borre K., Strang G. Algorithms for Global Positioning. WELLESLEY-CAMBRIDGE PRESS, 2012.