

Акционерное общество  
«Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца»



«Утверждаю»

Ученый секретарь директор

Д.И. Буханец

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ  
ПО РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ**

научная направленность

05.12.14

Составители:

Сазонов В.В., д.т.н., профессор

Подпись *В.В. Сазонов*

Шмелёв А.Б., д.т.н., профессор

Подпись *А.Б. Шмелёв*

Программа одобрена на заседании НТС  
(Протокол от «25» 07 2017г № 3 )

## **1. Радиолокационные сигналы и методы их обработки.**

1. Пространство сигналов. Векторное представление сигналов. Ортогональные сигналы.
2. Спектральные представления сигналов. Интеграл Фурье. Спектральная плотность амплитуды и энергетический спектр.
3. База сигнала. Соотношение неопределенностей в теории сигналов. Сигнал с минимальной базой. Сложные импульсные сигналы и их характеристики. Использование сложных сигналов для повышения разрешающей способности и точности систем радиолокации.
4. Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Поверхность отклика. Примеры.
5. Стробоскопическая обработка сложных сигналов. Схема радиоимпульсного стробирования. Способы формирования опорного сигнала.

## **2. Радиотехнические методы измерения координат.**

1. Основное уравнение радиолокации. Эффективная поверхность рассеяния, искусственные цели. Примеры.
2. Методы измерения дальности: импульсный, частотный и фазовый.
3. Методы измерения угловых координат: амплитудные, фазовые, комбинированные.
4. Эффект Доплера в радиолокации. Измерение скорости цели.
5. Методы обзора пространства. Однолучевые и многолучевые методы, электронное сканирование диаграммой направленности антенн.

## **3. Основы теории оптимального обнаружения и различения сигналов.**

1. Критерии оптимального обнаружения. Критерий минимума среднего риска.
2. Оптимальное обнаружение полностью известного сигнала на фоне белого гауссова шума. Отношение правдоподобия. Согласованный фильтр.

3. Условно-экстремальная постановка задачи обнаружения Лемма Неймана-Пирсона. Ошибки 1-го и 2-го рода.
4. Характеристики обнаружения и пороговые сигналы.
5. Обнаружение сигнала со случайными параметрами. Оптимальное обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.
6. Оптимальное различение двух сигналов. Сравнение потенциальной точности различения АМ, ЧМ и ФМ сигналов при бинарном кодировании.

#### **4. Основы теории оптимальной оценки параметров радиолокационных сигналов.**

1. Условный средний риск, апостериорная плотность вероятности. Несмещенные и эффективные оценки. Оптимальные оценки параметров сигнала.
2. Граница Крамера-Рао. Структура оптимального измерителя параметров. Следящий измеритель. Сравнение помехоустойчивости АМ, ЧМ и ФМ сигналов.
3. Оптимальная оценка параметров радиотехнических сигналов. Потенциальная точность измерения задержки. Структура оптимального измерителя. Система АСД.
4. Потенциальная точность измерения частоты. Структура оптимального измерителя. Система ФАПЧ.
5. Потенциальная точность измерения фазы. Структура оптимального измерителя.
6. Потенциальная точность измерения угловых координат. Система АСН.

#### **5. Теория сигналов.**

1. Представление сигналов с помощью ортогональных функций. Спектры сигналов. Интегральные представления сигналов. Преобразования Фурье. Преобразование Гильберта. Аналитический сигнал.



2. Радиосигналы, виды модуляции. Частотные спектры радиосигналов. Гармонический сигнал. Линейный частотно-модулированный сигнал. Фазокодоманипулированные сигналы. Амплитудная модуляция.
3. Случайные процессы и их представление. Случайный сигнал, модель помехи. Свойства случайных процессов – стационарность, эргодичность. Теорема Бохнера-Хинчина.
4. Дискретные сигналы и дискретные преобразования. Дискретные преобразования Фурье, Хаара, Уолша-Адамара, Z-преобразование.
5. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Теорема Котельникова. Быстрые алгоритмы преобразований, быстрое преобразование Фурье.

## **6. Теория цепей.**

1. Модели радиотехнических цепей и устройств. Линейные цепи. Методы анализа стационарных и переходных режимов. Цепи и устройства с переменными параметрами. Параметрическое усиление, преобразование и генерация сигналов.
2. Нелинейные цепи и устройства и методы их анализа. Воздействие детерминированных и случайных сигналов на нелинейные устройства. Преобразование сигналов и помех при детектировании. Радиотехнические системы слеящего типа. Статистическая динамика следящих систем. Синтез радиотехнических цепей и систем.
3. Дискретные и цифровые радиотехнические системы. Методы их анализа и синтеза. Цифровые преобразования и фильтрация сигналов.
4. Моделирование цепей, устройств и систем. Математическое моделирование непрерывных и дискретных процессов. Численные методы моделирования на ЭВМ. Оптимизация параметров и режимов функционирования устройств и систем.

## 7. Литература.

1. Филькенштейн М.И. Основы радиолокации. – М.: Радио и связь, 1983г.
2. Теоретические основы радиолокации / Под ред. Я.Д.Ширмана. – М.: Сов. радио, 1970г.
3. Френкс Л. Теория сигналов. - М: Сов. радио, 1974г.
4. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. – М.: Сов. радио, 1971г.
5. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1986г.
6. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М: Высшая школа, 1988г.
7. Лезин Ю.С. Введение в теорию и технику радиотехнических систем. – М.: Радио и связь, 1986г.
8. Немец А.А., Федотов В.И. Основы радиолокации и телевидения. – М.: Высшая школа, 1984г.
9. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы. Учебное пособие для ВУЗов. —М.: Радио и связь, 1999г.
10. Антипов В.Н., Горяинов В.Г. Кулин А.Н., Толстов Е.Ф. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием антенны. Под ред. Горяинова В.Г. —М.: «Радио и связь», 1998 г.
11. Яковлев О.И., Якубов В.П., Урядов В.П., Павельев А.Г. Распространение радиоволн. ЛЕНАНД, 2009.
12. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат. М.: Радиотехника, 2008.
13. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. Москва: Радио и связь, 1992г. – 304с.
14. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. ч.1.Случайные процессы.- Москва: Наука, 1989г.
15. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. М.: Радиотехника, 2004.