

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(национальный исследовательский университет)» (МАИ)

---

факультет «Радиоэлектроника летательных аппаратов»  
кафедра «Теоретическая радиотехника»

«Утверждаю»

Председатель Учёного Совета  
факультета №4

  
В. В. Кирдяшкин

Протокол № 6 «05» 03 2018 г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в аспирантуру  
по направлению подготовки **11.06.01** Электроника, радиотехника  
и системы связи  
по специальности **05.12.04** «Радиотехника, в том числе системы  
и устройства телевидения»

Настоящая программа основана на дисциплинах, соответствующих Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы»: «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Статистическая радиотехника», «Цифровая обработка сигналов», «Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы».

## **1 Основы теории цепей**

Гармонический сигнал и его математическая модель. Понятие комплексной амплитуды, комплексные сопротивление и проводимость. Согласование комплексных сопротивлений. Метод комплексных амплитуд (символический метод), эквивалентная схема цепи, метод узловых напряжений и контурных токов, комплексная частотная характеристика электрической цепи. Примеры расчета комплексной частотной характеристики для простейших фильтров верхних и нижних частот.

Последовательный и параллельный контуры, резонанс токов и напряжений, частотные характеристики контуров, сопротивления при резонансе. Связанные контуры.

Связь между током и напряжением в емкости и индуктивности, дифференциальные уравнения цепи, методы их составления и решения, метод переменных состояния, учет начальных условий.

Операторное сопротивление, использование преобразования Лапласа для анализа цепей, нахождение изображений по сигналу, и сигнала по его изображению, учет начальных условий, системные функции цепей. Нули и полюсы системной функции линейной цепи, изображение их на комплексной плоскости, построение АЧХ цепи по диаграмме нулей и полюсов.

Понятие импульсной и переходной характеристик цепи, связь с системной функцией, анализ цепей переменного тока во временной области, интеграл свертки.

Линейные и нелинейные резистивные цепи. Понятие четырехполюсника, системы параметров четырехполюсников, связь между различными параметрами, цепи с активными элементами, схема замещения транзистора, апериодический и резонансный усилители, принцип работы, частотные и временные характеристики.

Принцип отрицательной обратной связи, стабилизация характеристик усилителя, расширение амплитудно-частотной характеристики, входное и выходное сопротивление, схемы активных цепей на основе операционных усилителей, влияние отрицательной обратной связи на нелинейные искажения, устойчивость усилителей с обратными связями.

## **2 Радиотехнические цепи и сигналы**

Спектральная плотность для импульсных и непериодических сигналов, использование свойств преобразования Фурье для расчета спектров, примеры спектров отдельных импульсов и пачек импульсов. Спектральный анализ прохождения сигналов через линейные цепи, использование частотной характеристики, связь с операторным методом и временным анализом линейных цепей.

Радиосигналы с амплитудной модуляцией, балансная и однополосная модуляции, временное и спектральное описание сигналов. Частотная и фазовая модуляции,

взаимосвязь частотной и фазовой модуляции, определение спектров радиосигналов с угловой тональной модуляцией, ширина спектра, индекс модуляции, девиация частоты

Понятие аналитического сигнала, преобразование Гильберта, комплексная огибающая, примеры определения комплексной огибающей узкополосных сигналов в частотной и временной областях. Резонансный усилитель, определение комплексной огибающей его частотной и импульсной характеристик. Анализ прохождения радиоимпульса через резонансный усилитель с помощью комплексной огибающей в частотной и временной областях.

Понятие авто- и взаимно-корреляционных функций, определение их спектров, свойства, примеры расчета, использование корреляционного анализа при обработке сигналов.

Аналитическое описание нелинейности с помощью полинома и отрезков линий. Определение спектров сигналов при нелинейном преобразовании. Нелинейное резонансное усиление, умножение частоты, амплитудная модуляция и детектирование, преобразование частоты. Угловая модуляция и детектирование. Принцип действия и структурная схема супергетеродинного приемника.

### **3 Цифровая обработка сигналов**

Структурная схема цифровой обработки аналогового сигнала, временное и спектральное описание процесса дискретизации и восстановления сигнала. Теорема отсчетов (теорема Котельникова). Дискретное по времени преобразование Фурье, дуальность по отношению к ряду Фурье, дискретное преобразование Фурье. Погрешности при дискретизации и восстановлении сигнала. Z- преобразование, его свойства и связь с ДВПФ.

Временной метод анализа с помощью решения разностных уравнений. Линейная свертка сигнала и импульсной характеристики. Спектральные методы анализа с помощью Z-преобразования, системной функции и ДПФ.

Синтез цифровых фильтров по аналоговому прототипу с помощью перехода от дифференциальных уравнений к разностным уравнениям, методы Эйлера «вперед», «назад» и трапеций. Синтез цифрового фильтра по системной функции аналогового прототипа с помощью Z-преобразования. Синтез цифрового фильтра по импульсной характеристике аналогового прототипа. Практическая реализация цифровых фильтров (последовательная, параллельная и каноническая структуры).

### **4 Статистическая радиотехника**

Виды случайных сигналов, характеристики случайных процессов, плотность вероятности и функция распределения, спектральная плотность мощности и автоковариационная функция, нормальный белый шум. Узкополосный случайный процесс и его характеристики.

Преобразование вероятностных, спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов в линейных цепях, нормализация случайного процесса при прохождении через узкополосную цепь.

Преобразование вероятностных, спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов в нелинейных безынерционных цепях, воздействие случайных сигналов на амплитудный и частотный детектор.

Постановка задачи, критерий согласованной фильтрации, частотная и импульсная характеристики согласованного фильтра, форма выходного сигнала и характеристики шума на выходе согласованного фильтра. Понятие сжатия сигналов, выбор формы сигналов.

## **5 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы**

Термины и определения. Диалектическая сущность РЭБ. Основные составляющие РЭБ. Радиоэлектронная разведка РЭС, радиоэлектронное подавление РЭС, радиоэлектронная защита РЭС. Задачи, решаемые средствами РЭБ.

Сущность РЭП. Основные задачи, решаемые средствами РЭП. Классификация средств РЭП. Классификация помех информационным РЭС.

Генераторные, ретрансляционные и ответные активные помехи. Основные энергетические соотношения при создании активных помех РЭС. Учет влияния взаимного пространственного положения подавляемого РЭС, помехопостановщика и защищаемого объекта на энергетические соотношения. Зоны эффективного действия постановщиков активных помех при различных приемах защиты объектов и способах создания помех.

Пассивные маскирующие помехи. Пассивные дезинформирующие помехи. Назначение и классификация ложных целей и ловушек. Активные и пассивные ложные цели и ловушки.

Плазменные, аэрозольные и др. образования. Ионизирующие взрывы и процессы.

Принципы наведения средств поражения на источники излучения. Противорадиоолокационные ракеты.

Основные задачи средств радиоэлектронной разведки. Классификация средств радиоэлектронной разведки. Обнаружение и измерение основных параметров источников излучения. Пеленгование, определение местоположения и идентификация источников излучения. Основные задачи средств радиоэлектронной защиты РЭС. Классификация средств радиоэлектронной защиты РЭС. Защита РЭС от средств радиоэлектронной разведки. Защита РЭС от радиопомех. Защита РЭС от средств поражения, наводящихся на источники излучения. Защита информации в РЭС. Обеспечение электромагнитной совместимости РЭС.

### **Основная литература**

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2003.
3. А.И. Куприянов, А.В. Сахаров. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. – М.: Вузовская книга, 2007 г.
4. В.Ю. Осипов, А.П. Ильин и др. Радиоэлектронная борьба. Теоретические основы. Издание ВМИРЭ им. А.С. Попова, 2006 г.

5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – Санкт-Петербург.: «Питер», 2002 – 604 с.

6. Ван-Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. - М.: «Сов. радио», т.1, 1973 г.; т.2, 1975 г.; т.3, 1977 г.

7. В.И. Тихонов, Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых. Случайные процессы, т.3. «Оптимальная фильтрация, экстраполяция и моделирование. - М.: «Радио и связь», 2004 – 408 с.

### Дополнительная литература

1. Денисенко А.Н. Статистическая теория радиотехнических систем. – М.: АРИ, 2007. – 200 с.

2. Шахтарин Б.И., Ковригин В.А. Методы спектрального оценивания случайных процессов. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 248 с.

3. Денисенко А.Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. Справочное пособие. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2005. – 704 с.

4. Оппенгейм А., Шафер Р., Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2007. – 856 с.

5. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов: практический подход. 2-е изд. – М.: Вильямс, 2004. – 992 с.

6. Ю.П. Мельников. Воздушная радиотехническая разведка (методы оценки эффективности). – М.: . Издательство «Радиотехника», 2005 г.

7. А.М. Рембовский и др. Радиомониторинг. Задачи, методы, средства. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2006 г.

8. В.И. Тихонов, Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых. Случайные процессы. Примеры и задачи, т.4. «Оптимальное обнаружение сигналов. – М.: «МГТУ им. Баумана», 2005 – 368 с.

Доцент каф. 405, к.т.н.



А.Б. Баев

Зав. кафедрой 405, профессор, д.т.н.



Кузнецов Ю.В.