

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

по научной работе

Драгунов В.К.

---

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В  
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение  
и связь

Научная специальность – 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства  
телевидения

Москва, 2022

# Программа специальной дисциплины по кафедрам ОРТ, ФОРС, ЭиН

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ

### 1.1. Математическое описание и методы анализа сигналов и помех

Пространство сигналов. Метрические и линейные пространства сигналов.

Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема отсчетов Котельникова во временной и частотной области.

Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье. Z-преобразование.

Сообщения, сигналы и помехи. Передача и извлечение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.

Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность мощности. Свойства корреляционных функций. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции. Гауссовский случайный процесс и его характеристики. Узкополосные случайные процессы. Статистические характеристики огибающей, фазы и частоты для суммы сигнала и узкополосного шума.

### 1.2. Модели радиотехнических цепей и устройств

Линейные и нелинейные цепи и устройства. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях, устройствах и динамических системах. Частотные и временные характеристики линейных систем.

Частотные и временные характеристики усилителей, пассивных и активных фильтров. Устойчивость линейных устройств. Воздействие случайных процессов на линейные устройства.

Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Модуляторы колебаний.

Воздействие случайных процессов на нелинейные устройства. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.

Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств. Цифровые фильтры и их характеристики (импульсная характеристика, системная (передаточная) функция, частотный коэффициент передачи). Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Устойчивость цифровых фильтров. Спектральный анализ с помощью дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье.

Следящие радиотехнические системы. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем. Структурные схемы следящих систем: автоматической регулировки (усиления, автоматической подстройки частоты, фазовой автоподстройки и др.). Статистические характеристики дискриминаторов.

## **2. СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

### **2.1. Радиосистемы и устройства передачи информации**

Области применения и задачи передачи информации. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала связи. Формула Шеннона. Основная теорема кодирования. Понятие о кодировании информации: код, алфавит, основание и значность кода. Принципы построения кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки. Теория потенциальной помехоустойчивости В.А. Котельникова. Критерии помехоустойчивости приема непрерывных сообщений.

Виды цифровой модуляции при передаче дискретных сообщений. Сравнение М-ЧМ, М-ФМ и М-КАМ сигналов по энергетической и спектральной эффективности. Особенности построения оптимальных демодуляторов этих сигналов.

Эффективность использования кодирования в радиосистемах передачи данных.

Частотное, временное и фазовое разделение сигналов. Разделение сигналов по форме. Применение шумоподобных сигналов в РСПИ.

Радиолинии. Диапазоны радиоволн в системах передачи информации.

Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телевизионные, телеметрические и командные. Особенности спутниковых систем связи. Энергетические и частотные соотношения в многостанционной линии связи с общим ретранслятором. Основные уравнения, описывающие затухание сигнала в линии связи. Влияние нелинейности ретранслятора на пропускную способность канала связи. Оптимизация полосы частот при ретрансляции. Модели замираний в узкополосных и широкополосных каналах. Методы, используемые для ослабления замираний. Модуляция на нескольких несущих.

Синхронизация в РСПИ: фазовая, тактовая, цикловая, кадровая.

## **2.2. Радиотелевизионные системы**

Физические принципы, используемые для формирования, передачи, приема и хранения изображений. Диапазон радиоволн, используемый в телевидении. Методы разложения изображений на элементы. Принцип последовательной передачи элементов изображения. Кадр, строки и элементы изображения. Слитность изображения. Синхронизация смены кадров и начала развертки строк. Формат телевизионного сигнала. Стандарты телевизионных сигналов.

Особенности построения телевизионных передатчиков. Передача радиосигнала изображения. Передача звукового сопровождения. Формирование и передача сигналов синхронизации и кода цветности сигнала.

Особенности телевизионных приемников.

Цифровое телевидение. Эволюция цифровых телевизионных систем. Цифровое представление изображений. Видеокомпрессия. Цифровые телевизионные системы. Методы запоминания, сжатия и хранения изображений. Спутниковые телевизионные системы.

## **2.3. Системы и устройства радиоуправления**

Области применения и задачи управления объектами.

Элементы теории автоматического управления. Объекты управления.

Контур следящего управления и его основные звенья.

Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами. Командно-измерительные комплексы. Радиоуправление приборами и агрегатами. Синтез и анализ систем радиоуправления.

# **3. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА**

## **3.1. Антенны: излучение и прием радиоволн, распространение электромагнитных волн**

Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля.

Электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.

Распространение оптического излучения в изотропных средах. Дифракция

Френеля и Фраунгофера. Геометрическая оптика. Математические модели неоднородных сред в оптических системах обработки и передачи информации.

Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ.

Элементы теории антенн. Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн. Техническая реализация антенн различных диапазонов радиоволн для целей радиосвязи и телевидения.

### **3.2. Устройства генерирования и формирования сигналов**

Структурные схемы передатчиков различного назначения. Основные параметры и требования к ним. Классификация передатчиков.

Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ) ВЧ диапазона. Электрические схемы. Усилители мощности и умножители частоты. Рабочие и нагрузочные характеристики. Энергетические характеристики. Спектральные характеристики выходных колебаний и требования к ним. Расчёт режимов и параметров схем.

Автогенераторы (АГ). Основные виды электрических схем одноконтурных АГ. Условия самовозбуждения. Расчёт стационарных режимов и методы обеспечения их устойчивости. Регулировочные характеристики АГ. Оптимизация режима АГ по энергетическим характеристикам. Методы электрической перестройки частоты автоколебаний.

Проектирование источников колебаний с повышенными требованиями к стабильности частоты. Кварцевые АГ. Квантовые генераторы. Синтезаторы стабильных частот. Примеры структурных схем синтезаторов.

Управление колебаниями (модуляция). Основы теории формирования сигналов с амплитудной, фазовой и частотной модуляцией (манипуляцией). Примеры схем формирования таких сигналов.

Генерирование и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ. Виды СВЧ сигналов, используемых в радиотехнических системах, и устройств их формирования. Примеры структурных схем устройств формирования СВЧ сигналов.

### **3.3. Устройства приема и преобразования сигналов**

Типы радиоприемных устройств. Основные параметры радиоприемных устройств. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет.

Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках. Особенности телевизионных и связанных радиоприемников. Элементная база радиоприемных устройств. Методы проектирования радиоприемников.

### Основная литература

1. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М, URSS, 2012
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2003.
3. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учеб. пособ. – С-Пб, Из-во: «Лань», 2012.
4. Оптические устройства в радиотехнике: Учебн. пособие для вузов/ Под ред. В.Н.Ушакова. – М.: Радиотехника. 2009.
5. Генерирование колебаний и формирование радиосигналов: учеб. пособие / В. Н. Кулешов, Н. Н. Удалов, В. М. Богачев и др.; под ред. В. Н. Кулешова и Н. Н. Удалова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
6. Электронные устройства СВЧ. Книги 1, 2. Под ред. И.В.Лебедева. М.: Радиотехника, 2008.
7. Мамаев Н.С. Мамаев Ю.Н. Системы цифрового телевидения и радиовещания. / М.: Горячая линия, 2007.
8. Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники. Уч. пособ. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008.
9. Гребенко Ю.А. Методы цифровой обработки сигналов в радиоприемных устройствах. Учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
10. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное пособие.– М.: Горячая линия – Телеком, 2011.
11. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. – М.: Радиотехника, 2003.
12. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов / Под ред. Д.И. Воскресенского. – М: Изд-во МАИ, 1999.
13. Неганов В.А., Ключев Д.С., Табаков Д.П. Устройства СВЧ и антенны. Ч. 1, Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ. – М.: Либроком, 2013.
14. Белов Л.А. Устройства формирования СВЧ-сигналов и их компоненты. – М., ИД "МЭИ", 2010.
15. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб, Питер, 2011.

16. Белов Л.А. Формирование стабильных частот и сигналов. – М.: ИД “Академия”, 2005.

### **Дополнительная литература**

1. Ипатов В.В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. – М.: Техносфера, 2007.

2. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Пер. с англ. – М.: ЗАО "РИЦ "Техносфера", 2011.

3. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994.

«Согласовано»

Директор ИРЭ  
к.т.н., доцент

Куликов Р.С.