

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

**ФАКУЛЬТЕТ РАДИОТЕХНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

СОГЛАСОВАНО

Декан ФРТ  
Б.И. Филимонов

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

Руководитель  
специальности 210302  
«Радиотехника»  
В.И. Кошелев

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР  
М.В. Дубков

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Радиотехнические цепи и сигналы»

Направление подготовки 210302 «Радиотехника»  
Квалификация выпускника – специалист  
Форма обучения – заочная

## 1. Цели и задачи дисциплины.

Целями и задачами дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» являются:

- базовая подготовка по радиотехнике, необходимая для успешного изучения дисциплин профессионального цикла;
- формирование системы фундаментальных понятий, идей и методов в области радиотехнических цепей и сигналов, объединяющих физические представления с математическими моделями основных классов сигналов и устройств для их обработки.

Задачи освоения дисциплины распределены между двумя ее модулями, изучаемыми в 7-м и 8-м семестрах соответственно.

**ЗАДАЧИ МОДУЛЯ 1 (7 семестр):** изучение основных характеристик детерминированных сигналов, теорем и соотношений, связанных с анализом линейных РТЦ, вопросов преобразования сигналов в нелинейных РТЦ и генерирования гармонических колебаний.

**ЗАДАЧИ МОДУЛЯ 2 (8 семестр):** изучение параметрических РТЦ, основ теории дискретной линейной фильтрации сигналов, а также основ теории случайных сигналов и их преобразования в радиотехнических цепях.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### 1. По модулю 1:

#### **Знать:**

- методы анализа цепей переменного тока во временной и частотной областях;
- основные виды детерминированных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования;
- основные методы измерения характеристик РТЦ.

#### **Уметь:**

- решать задачи по основным разделам материала 1-го модуля.

#### **Владеть:**

- методами анализа РТЦ в стационарном и переходном режимах;
- моделями активных приборов, используемых в радиотехнике;
- спектральными методами анализа детерминированных сигналов.

## 2. По модулю 2:

### **Знать:**

- основные виды случайных сигналов в радиотехнике и методы их преобразования;
- основы теории дискретных сигналов и дискретной фильтрации;
- основы теории оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех.

### **Уметь:**

- использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;
- решать практические задачи прохождения сигналов через радиотехнические цепи.

### **Владеть:**

- методологией использования аппаратуры для измерения характеристик РТЦ;
- спектральными и корреляционными методами анализа случайных сигналов.

## 2. Содержание разделов дисциплины.

### **МОДУЛЬ 1**

#### *Раздел 1. Детерминированные сигналы и их основные характеристики.*

Понятие колебания и сигнала. Классификация сигналов. Разложение сигнала по системе ортогональных функций. Гармонический анализ периодического сигнала (разложение в ряд Фурье по тригонометрическим функциям). Средняя мощность периодического сигнала. Представление периодического сигнала рядом Фурье в комплексной форме.

Спектральный анализ импульсного сигнала. Прямое и обратное преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре импульсного сигнала. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра. Примеры вычисления спектральных характеристик некоторых импульсов.

Понятие автокорреляционной функции (АКФ) импульсного сигнала. Связь АКФ и спектральной характеристики. Понятие взаимной корреляционной функции.

Понятие радиосигнала. Особенности его огибающей и фазы.

Понятие амплитудной модуляции (АМ). Радиосигнал с гармонической АМ. Его спектральное, векторное и временное представление. Распределение мощности в спектре радиосигнала с гармонической АМ. Радиосигнал с модуляцией амплитуды несколькими гармоническими колебаниями. Радиосигнал с модуляцией амплитуды импульсным колебанием.

Понятие угловой модуляции. Частотная и фазовая модуляция (ЧМ, ФМ). Радиосигналы с гармонической ЧМ и гармонической ФМ. Спектр радиосигнала с гармонической угловой модуляцией. Применение преобразования Гильберта для однозначного определения огибающей, частоты и фазы радиосигнала. Примеры вычисления преобразования Гильберта. Комплексное представление радиосигнала. Понятие аналитического сигнала и его свойства.

## *Раздел 2. Прохождение детерминированного сигнала через линейную радиотехническую цепь.*

Понятие линейной радиотехнической цепи (РТЦ). Основные параметры и характеристики линейной РТЦ. Основные методы анализа прохождения детерминированного сигнала через линейную РТЦ и условия неискаженного прохождения. Понятие усиления сигнала. Линейный усилитель, схемы замещения линейного усилителя.

Линейный резонансный усилитель и его основные характеристики. Прохождение радиосигнала с гармонической АМ через линейный резонансный усилитель (настроенный и расстроенный). Прохождение прямоугольного радиоимпульса через линейный резонансный усилитель. Прохождение радиосигнала с гармонической ЧМ через избирательный усилитель.

## *Раздел 3. Нелинейные радиотехнические цепи. Методы анализа. Применение.*

Понятие нелинейной РТЦ. Нелинейные элементы и методы аппроксимации их характеристик. Преобразование спектра сигнала нелинейным резистивным элементом (аппроксимация ВАХ степенным полиномом). Преобразование спектра сигнала нелинейным резистивным элементом (кусочно-линейная аппроксимация ВАХ). Нелинейное резонансное усиление сигнала. Применение нелинейной РТЦ для умножения частоты сигнала (умножитель частоты). Применение нелинейной РТЦ для получения АМК. Амплитудный модулятор смещением. Применение нелинейной РТЦ для детектирования АМК. Дiodный амплитудный детектор. Применение нелинейной РТЦ для детектирования ФМК (фазовый детектор). Применение нелинейной РТЦ для детектирования ЧМК (частотный детектор). Применение нелинейной РТЦ для преобразования частоты радиосигнала.

#### Раздел 4. Генерирование гармонических колебаний.

Понятие автогенерации колебаний. Обобщенная структурная схема LC-автогенератора с внешней обратной связью (ОС). Основные электрические схемы LC-автогенератора с внешней ОС. Условия возбуждения колебаний. Переход к стационарному режиму в LC-автогенераторе с внешней обратной связью. Амплитуда и частота колебаний в стационарном режиме. Мягкий и жесткий режимы работы LC-автогенератора с внешней ОС. LC-автогенератор с внутренней ОС (генератор на туннельном диоде). RC-автогенераторы.

### **МОДУЛЬ 2.**

#### Раздел 5. Параметрические радиотехнические цепи.

Понятие параметрической РТЦ. Классификация и характеристики параметрических элементов. Прохождение детерминированного сигнала через параметрическую РТЦ. Преобразование спектра сигнала в параметрической цепи. Энергетические соотношения в параметрической емкости. Схема замещения периодически изменяющейся емкости. Параметрическое усиление сигнала. Синхронный параметрический усилитель. Асинхронное параметрическое усиление сигнала. Сравнительная оценка параметрического и электронного усилителей. Применение параметрического диода — варикапа для получения ЧМК.

#### Раздел 6. Случайные сигналы.

Понятие случайного сигнала (СС). Математическое описание с помощью законов распределения неслучайных числовых характеристик законов распределения. Стационарность и эргодичность СС. Понятие автокорреляционной функции (АКФ) случайного сигнала. Основные свойства АКФ стационарного СС. Энергетический спектр стационарного СС. Соотношение между шириной энергетического спектра и интервалом корреляции СС. Вычисление энергетического спектра эргодического СС по амплитудному спектру его реализации.

Классификация СС. Нормальный (гауссовский) СС. Модель СС в виде белого шума. Узкополосный СС. Закон распределения его огибающей и фазы.

#### Раздел 7. Линейная фильтрация случайных сигналов.

Постановка задач анализа прохождения СС через линейную РТЦ. Закон распределения СС на выходе линейной РТЦ. Математическое ожидание,

энергетический спектр, АКФ и дисперсия СС на выходе линейной цепи. Понятие оптимальной линейной фильтрации полностью. известного сигнала на фоне стационарной гауссовской помехи. Частотные характеристики оптимального фильтра (ОФ). Сигнал и помеха на выходе ОФ. Выигрыш в отношении сигнал/помеха при оптимальной фильтрации. Синтез линейного фильтра, согласованного с одиночным прямоугольным видеоимпульсом. Синтез линейного фильтра, согласованного с одиночным прямоугольным радиоимпульсом. Синтез линейного фильтра, согласованного с фазоманипулированным сигналом.

### 3. Лабораторный практикум.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Раздел 1	Изучение лабораторной установки и основных радиоизмерительных приборов
2	Раздел 1	Спектральный анализ периодического колебания
3	Разделы 1 и 2	Прохождение радиосигналов через резонансный усилитель
4	Раздел 3	Преобразование гармонических сигналов в нелинейном усилителе

### 4. Темы практических (семинарских) занятий.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема
1.	1	Гармонический сигнал и способы его представления: аналитическое, временное, спектральное, векторное, комплексное.
2.	1	Периодический сигнал и его спектральное представление.
3.	1	Спектральный анализ простейших импульсных сигналов.
4.	1	Применение свойств преобразования Фурье для нахождения спектра сложных сигналов.
5.	1	Радиосигналы с гармонической АМ и угловой гармонической модуляцией.
6.	2	Основные характеристики и схемы замещения линейных РТЦ. Основные методы анализа линейных РТЦ.

## **5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **Рекомендуемая литература.**

#### а) основная литература

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы М.: Радио и связь, 1986г.
2. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы М.: Радио и связь, 1994 г.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы М: Высшая школа, 1992 г.

#### б) дополнительная литература

1. Жуков В.П. и др. Задачник по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы» - М.: Высшая школа, 1986 г.
2. Зиновьев А.А., Филиппов Л.И. Введение в теорию сигналов и цепей – М.: Высшая школа, 1968 г.
3. Горяинов В.Т., Журавлев А.Т., Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи М.: Сов. радио, 1980 г.
4. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей, Связь, 1974 г.
5. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания к лабораторным работам ч.1 / Рязан. гос. радиотехническая акад.; Под ред. Филимонова Б.И. Рязань.
6. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания к лабораторным работам ч.2 / Рязан. гос. радиотехническая акад.; Под ред. Филимонова Б.И. Рязань.
7. Методические указания по выполнению КР.

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории кафедры ТОР, оснащенной необходимыми лабораторными установками, осциллографами, генераторами сигналов, генераторами шума, коррелометрами и измерительными приборами.

Программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 210302 «Радиотехника» (квалификация (степень) «инженер»).

Программу составили

к.т.н., доцент кафедры ТОР

В.В. Авдеев

ассистент кафедры ТОР

В.А. Волченков

Программа рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры ТОР

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.  
Протокол №\_\_

Зав. каф. ТОР,  
д.т.н., профессор

В.В. Витязев