

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ И.А. Старовойтова

\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_/тип.

**РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности**

**1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям)**

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области информатики и  
радиоэлектроники

\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.А. Касперович

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 2022

**СОСТАВИТЕЛЬ**

А.Н.Надольский, доцент кафедры информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра телекоммуникационных систем учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» (протокол №12 от 07.06.2022);  
С.В.Здоровцев, заместитель главного конструктора открытого акционерного общества «Минский научно-исследовательский приборостроительный институт», кандидат технических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 13 от 25.04.2022);  
Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 1 от 23.09.2022);  
Научно-методическим советом по радиосистемам и радиотехнологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 8 от 25.04.2022)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям) в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» предусматривает изучение теоретических основ современной радиотехники, связанных с анализом и синтезом радиотехнических сигналов и устройств. Это фундаментальная учебная дисциплина, определяющая своим содержанием профессиональную подготовку радиоинженеров по специальности 1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям).

В ходе изучения дисциплины будущий инженер приобретает знания в области теории сигналов и цепей. При этом формируются навыки решения основных проблем анализа прохождения детерминированных и случайных сигналов через линейные, нелинейные и параметрические цепи временным и спектральными методами, навыки схемотехнического анализа и синтеза основных устройств канала связи. В процессе изучения основных тем учебной дисциплины студент овладевает методами теоретического и экспериментального исследования сигналов и процессов их обработки с использованием натурального и компьютерного моделирования.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: изучение методов анализа детерминированных и случайных сигналов, принципов их преобразования в радиотехнических устройствах, схемного построения типовых устройств систем связи.

Задачи учебной дисциплины:

изучение теории сигналов и цепей, используемых в радиотехнике для передачи информации;

освоение методов и технических средств формирования и обработки детерминированных и случайных радиотехнических сигналов;

овладение методами анализа и синтеза линейных и нелинейных радиотехнических цепей с целью создания устройств с требуемыми техническими характеристиками;

рассмотрение основных методов и средств получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерных технологий;

знакомство с методами анализа применяемых в практике радиотехнических устройств (фильтров, усилителей, модуляторов, детекторов, генераторов), оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

изучение процессов оптимальной фильтрации полезных сигналов на фоне помех;

приобретение навыков синтеза и последующего анализа функциональных схем согласованных фильтров, реализующих оптимальную фильтрацию сигналов.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы» являются: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Физика», «Основы алгоритмизации и программирования». Кроме того содержание учебной дисциплины коррелирует с содержанием таких учебных дисциплин учреждения высшего образования как «Электронные приборы», «Теория электрических цепей». В свою очередь, учебная дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» является базой для таких учебных дисциплин, как «Телекоммуникационные технологии и системы» (учебная дисциплина компонента учреждения высшего образования), «Радиоприемные устройства», «Цифровая обработка сигналов» (учебная дисциплина компонента учреждения высшего образования), «Формирование и генерирование радиосигналов».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» формируются следующие компетенции:

*универсальные:*

владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

обладать навыками саморазвития и самосовершенствования в профессиональной деятельности;

проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

*базовая профессиональная:*

применять знания о радиотехнических сигналах, их характеристиках и свойствах при проектировании радиоэлектронных средств.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

классификацию радиотехнических сигналов, их характеристики и свойства;

математические основы анализа сигналов во временной и частотной областях;

виды аналоговой и цифровой модуляций, свойства модулированных сигналов;

методы анализа линейных, нелинейных и параметрических цепей;

схемное построение и принципы работы типовых устройств радиотехнического канала связи;

принципы дискретизации сигналов по теореме отсчетов и основные проблемы цифровой обработки сигналов;

основные положения статистического анализа случайных сигналов и помех;

методы анализа процессов линейного и нелинейного преобразований случайных сигналов;

элементы теории оптимальной линейной фильтрации сигналов;

*уметь:*

решать задачи анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразований с применением современного математического аппарата и ЭВМ;

синтезировать схемы оптимальных и цифровых фильтров;

проводить экспериментальный анализ сигналов и процессов их обработки с использованием натурального моделирования и моделирования на ПЭВМ, оформлять результаты экспериментов и формулировать соответствующие выводы;

*владеть:*

методами анализа детерминированных и случайных сигналов, их преобразований с применением современного математического аппарата и ЭВМ;

методами синтеза схем согласованных фильтров;

навыками экспериментального анализа сигналов и процессов их обработки с использованием вычислительной техники.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Типовая учебная программа рассчитана на 192 учебных часа, из них – 104 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 56 часов, лабораторные занятия – 32 часа, практические занятия – 16 часов.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Введение	2	2	-	-
<b>Раздел 1. Основы общей теории детерминированных сигналов</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	-
Тема 1. Математические модели, свойства и характеристики сигналов	18	8	10	-
Тема 2. Модулированные сигналы	10	6	4	-
<b>Раздел 2. Преобразования сигналов в линейных радиотехнических цепях</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	-
Тема 3. Линейные радиотехнические цепи с постоянными параметрами	2	2	-	-
Тема 4. Прохождение сигналов через линейные радиотехнические цепи	2	2	-	-
<b>Раздел 3. Преобразования сигналов в нелинейных и параметрических цепях</b>	<b>40</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	-
Тема 5. Нелинейные и параметрические цепи, методы их анализа	6	2	4	-
Тема 6. Нелинейные преобразования сигналов	18	12	6	-
Тема 7. Преобразования сигналов в параметрических цепях	4	2	2	-
Тема 8. Автоколебательные системы	12	6	6	-
<b>Раздел 4. Преобразования случайных сигналов</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	-	<b>16</b>
Тема 9. Статистические характеристики случайных сигналов	10	6	-	4
Тема 10. Линейные преобразования случайных сигналов	6	2	-	4
Тема 11. Нелинейные преобразования случайных сигналов	6	2	-	4
Тема 12. Принципы оптимальной линейной фильтрации	8	4	-	4
<b>Итого</b>	<b>104</b>	<b>56</b>	<b>32</b>	<b>16</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ВВЕДЕНИЕ

Тематика учебной дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы», необходимость и особенности ее изучения, место в системе подготовки инженеров по специальности 1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям).

Основные задачи радиотехники и области ее применения, тенденции развития. Диапазоны радиоволн и особенности их распространения. Назначение радиотехнических информационных систем, их структура, классификация, принципы функционирования. Радиотехнический канал связи. Классификация сигналов и цепей. Радиоэлектронная промышленность в Республике Беларусь.

### Раздел 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

#### Тема 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ

Математические модели и основные характеристики детерминированных сигналов. Геометрические методы в теории сигналов. Векторное представление сигналов. Ортогональные сигналы и обобщенный ряд Фурье. Погрешность аппроксимации рядом Фурье. Неравенство Бесселя.

Понятие спектра сигнала, необходимость его использования. Гармонический спектральный анализ и синтез периодических сигналов. Тригонометрическое и комплексное представление спектра периодического сигнала. Распределение мощности в спектре периодического сигнала. Расчет спектров некоторых периодических сигналов.

Спектральный анализ непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра. Связь между спектрами периодического и непериодического сигналов. Спектры некоторых типовых сигналов. Испытательные сигналы: сигналы, описываемые дельта-функцией и единичной функцией, гармонический сигнал и их спектры.

Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Свойства корреляционных функций, необходимость их определения. Связь между корреляционной и спектральной характеристиками сигнала. Некоторые проблемы построения корреляционных приемников.

Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов по теореме отсчетов (теореме Котельникова). Ряд Котельникова. Принципы временного уплотнения каналов связи. Теорема отсчетов в частотной области.

#### Тема 2. МОДУЛИРОВАННЫЕ СИГНАЛЫ

Необходимость применения модулированных колебаний. Виды модуляции. Сигналы с амплитудной модуляцией. Векторное представление и спектры сигналов с амплитудной модуляцией. Энергетические соотношения. Балансная и однополосная амплитудные модуляции.

Угловая модуляция. Сигналы с частотной и фазовой модуляциями (ЧМ и ФМ). Векторное представление и спектры сигналов с ЧМ и ФМ. Энергетические соотношения. Сравнительный анализ амплитудной, частотной и фазовой модуляций. Радиоимпульс с частотной модуляцией, его свойства и основные характеристики.

Сигналы с импульсной, амплитудно-импульсной и импульсно-кодовой (цифровой) модуляциями. Методы модуляции, используемые для передачи дискретных данных по каналам связи вычислительных сетей.

Обобщенное представление модулированных колебаний в виде узкополосных сигналов. Огибающая, частота и фаза узкополосного сигнала. Соотношения Гильберта. Аналитический сигнал и его свойства.

## Раздел 2. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В ЛИНЕЙНЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

### Тема 3. ЛИНЕЙНЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ С ПОСТОЯННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Классификация радиотехнических цепей и их основные свойства. Импульсная, переходная и частотная характеристики линейных цепей, методы их расчета и способы экспериментального определения.

Частотно-избирательные цепи, их характеристики. Активные линейные цепи. Усилительные устройства, классификация и принцип работы.

Линейные радиотехнические цепи с обратной связью. Влияние обратной связи на характеристики устройств. Устойчивость линейных цепей с обратной связью. Критерии устойчивости Гурвица, Найквиста, Михайлова.

### Тема 4. ПРОХОЖДЕНИЕ СИГНАЛОВ ЧЕРЕЗ ЛИНЕЙНЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Постановка задачи и методы анализа линейных цепей. Спектральный и временной методы анализа, их сравнительная характеристика. Прохождение сигналов через дифференцирующую и интегрирующую цепи.

Особенности анализа прохождения широкополосных и узкополосных сигналов через узкополосные цепи. Приближенный спектральный метод. Спектральный и временной методы для комплексной огибающей. Анализ прохождения сигналов с амплитудной и частотной модуляциями через резонансный усилитель.

## Раздел 3. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

### Тема 5. НЕЛИНЕЙНЫЕ И ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ, МЕТОДЫ ИХ АНАЛИЗА

Нелинейные радиотехнические цепи, их свойства и основные характеристики. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов.



Преобразование спектра сигнала в цепи с нелинейным элементом при степенной и кусочно-линейной аппроксимации характеристик. Метод угла отсечки.

Особенности и разновидности параметрических цепей. Методы анализа параметрических цепей.

Метод фазовой плоскости. Фазовые траектории, особые точки, изоклины, предельные циклы. Фазовые портреты. Анализ нелинейных устройств методом фазовой плоскости.

## Тема 6. НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Нелинейное резонансное усиление сигналов, режимы работы и параметры усилителей. Умножение частоты. Идеальный умножитель частоты. Резонансные и параметрические умножители частоты.

Получение амплитудно-модулированных колебаний. Амплитудные модуляторы на основе резонансных усилителей и аналоговых перемножителей напряжений. Основные характеристики амплитудных модуляторов. Балансный модулятор.

Детектирование сигналов с амплитудной модуляцией. Линейный и квадратичный детекторы. Синхронное детектирование. Выпрямление колебаний. Принципы построения и функционирования выпрямителей.

Получение сигналов с угловой модуляцией. Частотные и фазовые модуляторы. Принцип работы цифрового частотного модулятора. Детектирование сигналов с угловой модуляцией. Частотное и фазовое детектирование.

Преобразование частоты. Балансные преобразователи частоты.

## Тема 7. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Особенности и разновидности параметрических цепей. Процессы усиления и возбуждения колебаний в контуре при периодическом изменении емкости. Энергетические соотношения в контуре с переменной емкостью. Усиление сигналов в параметрических цепях. Одноконтурный и двухконтурный параметрические усилители.

## Тема 8. АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Структурная схема автогенератора. Необходимость положительной обратной связи. Возникновение колебаний и стационарный режим работы автогенератора. Баланс амплитуд и баланс фаз. "Мягкий" и "жесткий" режимы самовозбуждения. Квазилинейный метод анализа стационарного режима. Определение амплитуды и частоты генерируемых колебаний в стационарном режиме.

Нелинейное дифференциальное уравнение автогенератора. Решение уравнения в линейном приближении. Уравнение Ван-дер-Поля и методы его решения.

Схемы LC- и RC-автогенераторов. Трехточечные автогенераторы с индуктивной и емкостной связями. Автогенераторы на приборах с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

Стабилизация частоты в автогенераторах. Поведение автогенераторов, находящихся под воздействием внешней силы. Эффект захватывания частоты. Релаксационные автогенераторы. Мультивибратор, блокинг-генератор.

#### Раздел 4. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

##### Тема 9. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Случайные сигналы и помехи в системах связи и управления. Вероятностно-статистический подход к описанию физических явлений в радиотехнике. Случайный процесс как модель случайного сигнала. Одномерные и многомерные законы распределения вероятностей случайных процессов. Числовые характеристики. Корреляционная функция как мера статистических связей. Понятие статистической зависимости случайных процессов.

Стационарные и нестационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Статистические характеристики стационарных и эргодических случайных процессов.

Спектральная плотность мощности случайного сигнала. Соотношения Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра и интервал корреляции. Некоторые модели случайных сигналов: нормальный (гауссовский) шум, белый шум, узкополосный случайный процесс, их вероятностные характеристики.

##### Тема 10. ЛИНЕЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Постановка задачи анализа линейных цепей при воздействии случайных сигналов. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного сигнала на выходе линейной цепи. Числовые характеристики. Определение законов распределения случайных сигналов на выходе линейной цепи. Эффект нормализации случайных сигналов в узкополосных цепях.

Характеристики собственных шумов линейных цепей. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.

##### Тема 11. НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Постановка задачи анализа нелинейных цепей при воздействии случайных сигналов. Методы определения законов распределения вероятностей случайных сигналов на выходе нелинейной безынерционной цепи. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция выходного сигнала. Определение числовых характеристик.

Преобразование сигнала и шума в приемном тракте. Характеристики огибающей и фазы узкополосного случайного процесса. Воздействие узкополосного нормального шума на линейный и квадратичный амплитудные детекторы. Совместное воздействие гармонического колебания и нормального шума на амплитудный детектор. Помехоустойчивость амплитудных детекторов. Воздействие сигнала и нормального шума на частотный детектор.

## Тема 12. ПРИНЦИПЫ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Постановка задачи оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех. Коэффициент передачи согласованного фильтра и отношение сигнала к шуму на его выходе. Импульсная характеристика согласованного фильтра. Физическая осуществимость. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Синтез согласованных фильтров для некоторых типовых сигналов. Формирование сигнала, сопряженного с заданным фильтром. Согласованная фильтрация заданного сигнала при "небелом" шуме.

Сущность корреляционного приема. Структурная схема корреляционного приемника. Квазиоптимальные фильтры.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### ОСНОВНАЯ

1. Иванов, М. Т. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов / М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. – Санкт-Петербург : Питер, 2014. – 336 с.
2. Надольский, А. Н. Теоретические основы радиотехники : учебно-методическое пособие / А. Н. Надольский. – Минск : БГУИР, 2014. – 202 с.
3. Каганов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / В. И. Каганов. – Москва : Форум, 2010. – 432 с.
4. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. Б. Сергиенко. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
5. Гоноровский, И. С. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие для студентов вузов / И. С. Гоноровский. – 5-е изд., испр. – Москва : Дрофа, 2006. – 717 с.
6. Надольский, А. Н. Теоретические основы радиотехники : учеб. пособие для студентов специальностей «Радиотехника», «Радиоинформ.» и «Радиотехн. системы» всех форм обучения / А. Н. Надольский. – Минск : БГУИР, 2005. – 232 с.
7. Ключев, Л. Л. Теория электрической связи : учебное пособие / Л. Л. Ключев. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 448 с.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

8. Нефедов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи : учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов. – Москва : Высшая школа, 2009. – 736 с.
9. Стеценко, О. А. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / О. А. Стеценко. – Москва : Высшая школа, 2007. – 432 с.
10. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов / С. И. Баскаков. – Москва : Высшая школа, 2002. – 214 с.
11. Иванов, М. Т. Теоретические основы радиотехники : учебное пособие / М. Т. Иванов, А. Б. Сергиенко, В. Н. Ушаков. – Москва : Высшая школа, 2002. – 306 с.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- изучение накануне каждой лекции материала предыдущих лекций, пользуясь конспектом лекций с устранением возможных ошибок и пропусков;
- выполнение лабораторных работ с качественным оформлением отчетов;
- решение теоретических и практических задач по указанию преподавателя и подготовка индивидуальных заданий;

изучение дополнительного материала;  
повторение пройденного теоретического материала;  
выполнение исследовательских и творческих заданий;  
подготовка сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;  
выполнение обзора научной литературы по заданной теме.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом специальности 1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям) в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» рекомендуются экзамен и курсовая работа. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться:

собеседования;  
коллоквиумы;  
решение задач и анализ теоретических проблем по тематике практических занятий;  
выполнение лабораторных работ с оформлением и защитой отчетов по результатам;  
выполнение и защита курсовой работы;  
использование ПЭВМ для диагностики уровня знаний студентов;  
модульно-рейтинговая система.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

лекционные занятия, имеющие объяснительно-иллюстративный характер с использованием метода проблемного изложения материала и компьютерного сопровождения (активное применение современных мультимедийных средств с программным обеспечением, разработанным преподавателем и студентами);

лабораторные занятия с использованием средств натурального и компьютерного моделирования сигналов, процессов и устройств их обработки с целью практического освоения научно-теоретических положений учебной дисциплины;

практические занятия с целью приобретения навыков самостоятельного решения задач;

выполнение курсовой работы с целью решения определенной инженерной задачи с теоретическим расчетом и моделированием на ПЭВМ;  
самостоятельная работа студентов.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Целью курсовой работы является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения основного материала по учебной дисциплине, приобретение навыков их практического использования для решения задач анализа линейного и нелинейного преобразований детерминированных и случайных сигналов.

План выполнения курсовой работы предусматривает применение ПЭВМ для выполнения основных расчетов.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание для решения основной задачи курсовой работы. В процессе выполнения работы студент должен на основе анализа существующих методов решения задачи выбрать один из методов, обосновать его содержание и порядок использования, а затем применить для решения поставленной задачи. Сложные расчеты выполняются с применением ПЭВМ. Для этого составляется программа расчета с использованием любой доступной системы программирования. В тексте курсовой работы должен быть листинг программы и результаты ее выполнения на ПЭВМ.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Расчет спектральных характеристик непериодических и периодических видеосигналов и радиосигналов;
2. Расчет сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи спектральным методом;
3. Расчет статистических характеристик случайных сигналов в нелинейном радиотехническом устройстве.

Конкретная формулировка темы определяется преподавателем. Каждому студенту выдается индивидуальное задание: форма и параметры входного сигнала, тип, схема и характеристики устройства.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Исследование спектральных характеристик периодических и непериодических сигналов;
2. Дискретизация и восстановление сигналов по теореме отсчетов (теореме Котельникова);
3. Корреляционный анализ детерминированных сигналов;
4. Исследование спектральных характеристик модулированных сигналов;
5. Исследование линейных преобразований сигналов;
6. Исследование нелинейных преобразований сигналов;
7. Исследование процессов выпрямления и детектирования АМ-колебаний;
8. Исследование процессов амплитудной модуляции;

9. Исследование линейных, нелинейных и параметрических систем методом фазовой плоскости;
10. Исследование генераторов гармонических колебаний;
11. Исследование законов распределения мгновенных значений случайных сигналов;
12. Исследование прохождения случайных сигналов через линейные радиотехнические цепи;
13. Исследование прохождения случайных сигналов через нелинейные радиотехнические цепи.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Спектральный анализ периодических сигналов;
2. Спектральный анализ непериодических сигналов;
3. Расчет и анализ спектральных характеристик радиосигналов с амплитудной модуляцией;
4. Расчет и анализ спектральных характеристик радиосигналов с угловой модуляцией;
5. Линейные преобразования детерминированных сигналов;
6. Нелинейные преобразования детерминированных сигналов;
7. Формирование сигналов с амплитудной модуляцией;
8. LC-генераторы с внешней обратной связью;
9. Основные статистические характеристики случайных сигналов;
10. Линейные преобразования случайных сигналов;
11. Нелинейные преобразования случайных сигналов.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

*(необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)*

Пакет прикладных программ, которые обеспечивают изучение и исследование процессов, происходящих в различных радиотехнических устройствах при воздействии детерминированных и случайных сигналов, содержит следующие программы:

1. SAS и Spectr1: для спектрального анализа и синтеза сигналов (периодических, непериодических, радиосигналов с амплитудной и угловой модуляциями);
2. Up1Kotl: для моделирования процессов дискретизации и восстановления непрерывных сигналов по теореме отсчетов (теореме Котельникова);
3. CorAnSign: для корреляционного анализа детерминированных сигналов;
4. Det\_AM: для моделирования процессов выпрямления и детектирования амплитудно-модулированных колебаний;
5. NI\_UmnPF: для анализа нелинейных преобразований сигналов (усиление, ограничение сигналов, умножение и преобразование частоты);

6. AmpMd\_H: для моделирования процессов амплитудной модуляции, определения и анализа характеристик амплитудного модулятора;

7. AG\_Reg: для анализа режимов и моделирования динамики работы автогенераторов;

8. NLinAk: для исследования нелинейных и параметрических систем методом фазовой плоскости;

9. Stat\_zak7a: для исследования статистических характеристик случайных сигналов;

10. Stat\_zak7b: для исследования процессов линейных и нелинейных преобразований случайных сигналов;

На занятиях используются пакеты прикладных программ типа MATLAB и Mathcat.