

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>   |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Обязательная</b>   |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.О.24</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>   | <b>5 семестр - 6;<br/>6 семестр - 5;<br/>всего - 11</b>                             |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>396 часа</b>   |
| <b>Лекции</b>  | <b>5 семестр - 48 часа;<br/>6 семестр - 28 часа;<br/>всего - 76 часа</b>            |
| <b>Практические занятия</b>  | <b>5 семестр - 32 часа;<br/>6 семестр - 28 часа;<br/>всего - 60 часов</b>           |
| <b>Лабораторные работы</b>   | <b>5 семестр - 16 часов;<br/>6 семестр - 12 часов;<br/>всего - 28 часа</b>          |
| <b>Консультации</b>  | <b>5 семестр - 2 часа;<br/>6 семестр - 2 часа;<br/>всего - 4 часа</b>               |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>5 семестр - 117,5 часов;<br/>6 семестр - 109,5 часов;<br/>всего - 227,0 часа</b> |
| <b>в том числе на КП/КР</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>  |
| <b>Иная контактная работа</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>                                 |
| <b>включая:</b><br><b>Лабораторная работа</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Расчетно-графическая работа</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>   |   |
| <b>Экзамен</b>   | <b>5 семестр - 0,5 часа;</b>  |
| <b>Экзамен</b>   | <b>6 семестр - 0,5 часа;</b>  |
|  | <b>всего - 1,0 час</b>  |

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Шалимова Е.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6 |

Е.В. Шалимова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Сизякова А.Ю.                  |
|  | Идентификатор                                      | R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7 |

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Куликов Р.С.                 |
|  | Идентификатор                                      | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

Р.С. Куликов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение современной теории радиотехнических сигналов и методов анализа прохождения сигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи как основы для успешного изучения последующих предметов радиотехнического, схемотехнического и технико-кибернетического циклов

### Задачи дисциплины

- изучение методов математического описания детерминированных сигналов и их характеристик, а также методов анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи в сочетании с пониманием физических процессов и явлений;

- изучение методов математического описания случайных сигналов и их характеристик, а также методов анализа прохождения случайных сигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи в сочетании с пониманием физических процессов и явлений;

- освоение методов расчета характеристик радиотехнических сигналов и цепей, а также применения методов анализа прохождения сигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи;

- освоение методов экспериментального исследования характеристик радиотехнических сигналов, а также характеристик и режимов работы радиотехнических цепей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения   |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | знать:<br>- методы расчета прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи;<br>- математические модели детерминированных сигналов и их характеристики;<br>- методы расчета характеристик детерминированных сигналов при прохождении через нелинейные цепи;<br>- основные характеристики дискретных сигналов и цифровых фильтров;<br>- статистические характеристики узкополосных случайных процессов;<br>- методы расчета статистических характеристик случайных процессов на выходе линейной цепи.<br><br>уметь:<br>- выбирать и правильно использовать методы решения прикладных задач квазиоптимальной фильтрации сигнала;<br>- привлекать соответствующий математический аппарат для решения прикладных задач определения характеристик детерминированных сигналов и использовать методы решения задач определения |

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения  |
|---|--|--|
|   |  | характеристик детерминированных сигналов после прохождения через линейные цепи;<br>- проводить расчет и анализ статистических характеристик случайных процессов.   |
| ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных | ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования                    | знать:<br>- методы практического определения основных статистических характеристик случайных процессов.<br><br>уметь:<br>- проводить экспериментальные исследования прохождения детерминированных сигналов через нелинейные цепи;<br>- проводить экспериментальные исследования прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи;<br>- проводить экспериментальное исследование спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов. |
| ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных | ИД-3 <sub>ОПК-4</sub> Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов | уметь:<br>- анализировать изменение характеристик случайных процессов при прохождении через линейные цепи;<br>- проводить анализ спектральных характеристик детерминированных сигналов.  |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радионавигационные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |   |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |   |
| 1     | Основы теории детерминированных сигналов               | 53                    | 5       | 14   | 4   | 9  | -            | - | -   | -  | -  | 26                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Основы теории детерминированных сигналов".</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Спектры периодических сигналов" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы теории детерминированных сигналов" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br/>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основы теории детерминированных сигналов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Основы теории детерминированных сигналов" подготовка к выполнению заданий на</p> |   |
| 1.1   | Математические модели детерминированных сигналов.      | 5                     |         | 2  | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 2                                 |   | - |
| 1.2   | Спектральный анализ периодических сигналов.            | 15                    |         | 2  | 3   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 8                                 |   | - |
| 1.3   | Спектральное представление непериодических сигналов.   | 13                    |         | 2  | 1   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 8                                 |   | - |
| 1.4   | Корреляционный анализ детерминированных сигналов       | 10                    |         | 4  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 4                                 |   | - |
| 1.5   | Модулированные сигналы                                 | 10                    |         | 4  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 4                                 |   | - |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <p>практических занятиях</p> <p><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b><br/>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b>Подготовка расчетных заданий:</b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Основы теории детерминированных сигналов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. По заданным в таблице индивидуальных заданий виду импульсного видеосигнала <math>U(t)</math> и его параметрам: 1.1. Запишите математическую модель сигнала <math>U(t)</math>. Постройте график импульса. 1.2. Получите выражение для спектральной плотности <math>S(f)</math> импульса <math>U(t)</math>. 1.3. Постройте график модуля спектральной плотности (ось частот в Гц, кГц или МГц). 2. Сигнал <math>u(t)</math> представляет собой периодическую последовательность видеоимпульсов <math>U(t)</math> (период повторения задан в таблице индивидуальных заданий). 2.1. Запишите выражение периодической последовательности импульсов в виде суммы гармонических колебаний с кратными частотами. Рассчитайте спектр периодической последовательности и постройте спектральную диаграмму (ось частот в Гц или кГц). 2.2. Постройте на одном графике периодическую последовательность импульсов (по оси времени примерно 2-3 периода) и график частичной суммы, состоящей из 10-20 первых членов. 3. Для радиоимпульса с огибающей <math>U(t)</math>: 3.1. Получите выражение для спектральной плотности <math>S_{PI}(f)</math> радиоимпульса. 3.2. Постройте графики</p> |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | радиоимпульса и модуля его спектральной плотности (ось частот в Гц или кГц). 4. Сделайте выводы о характере спектров исследованных сигналов.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 11-65, 72-114, 127-141<br>[2], с. 3-54, 61-78<br>[4], с. 5-16, 22-27<br>[7], с. 5-12<br>[8], гл. 1-4, 8-9   |
| 2   | Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи | 44 | 8 | 4 | 6 | - | - | - | - | - | 26 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  |
| 2.1 | Спектральный метод прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи   | 22 | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. |
| 2.2 | Метод низкочастотных эквивалентов   | 22 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи"<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе "Прохождение сигналов через резонансную цепь" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <p>обработки результатов по изученному в разделе "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи" материалу.</p> <p><b>Подготовка расчетных заданий:</b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: На резонансный усилитель заданного типа подается импульс с высокочастотным заполнением. Несущая частота импульса совпадает с резонансной частотой усилителя. Параметры усилителя: резонансная частота, коэффициент усиления на резонансной частоте и добротность каждого контура, а также параметры импульса приведены в таблице индивидуальных заданий. 1.Изобразите схему усилителя. На схеме укажите стрелками входное и выходное напряжения. Рассчитайте и постройте амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики усилителя (в одинаковом масштабе частоты). Рассчитайте ширину полосы пропускания усилителя и время группового запаздывания сигнала. 2. Получите выражение для спектральной плотности импульса на входе усилителя. С помощью спектрального метода найдите спектральную плотность импульса на выходе усилителя. Постройте графики модуля найденных спектральных плотностей один под другим (масштаб частоты такой же, как для частотных характеристик усилителя). 3. С помощью метода низкочастотного эквивалента</p> |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|



|     |  |    |    |   |    |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|--|----|----|---|----|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |  |    |    |   |    |   |   |   |   |   |    |   | исследуйте прохождение заданного радиоимпульса через резонансный усилитель. Постройте на одном графике 3 огибающие: огибающую сигнала на выходе, огибающую сигнала на входе, умноженную на коэффициент усиления, и огибающую сигнала на входе, умноженную на коэффициент усиления и задержанную на Tгр. Постройте временную диаграмму радиоимпульса на выходе усилителя. 4. Приведите физическое объяснение изменения формы огибающей выходного сигнала при прохождении через усилитель.<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи и подготовка к контрольной работе "Прохождение радиосигналов через линейные цепи"<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 253-262<br>[4], с. 28-37<br>[7], с. 12-19<br>[8], гл. 7, 10-11 |
| 3   | Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях | 56 | 14 | 8 | 12 | - | - | - | - | - | 22 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях" и подготовка к контрольной работе "Нелинейные преобразования сигналов"   |
| 3.1 | Воздействие гармонического сигнала на нелинейный элемент     | 16 | 4  | 4 | 2  | - | - | - | - | - | 6  | - | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание  |
| 3.2 | Нелинейное   | 8  | 2  | - | 2  | - | - | - | - | - | 4  | - |  |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
|     | резонансное усиление. Умножение частоты.                             |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | выдается студентам по изученному в разделе "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.   |
| 3.3 | Воздействие нескольких гармонических сигналов на нелинейный элемент. | 6  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | - |  |  |  |
| 3.4 | Получение амплитудно-модулированных колебаний                        | 6  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | - |  |  | <b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы   |
| 3.5 | Детектирование АМ сигналов.  | 14 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 6 | - |  |  | <b>Подготовка к лабораторной работе:</b> Для выполнения заданий по лабораторным работам "Воздействие гармонического сигнала на нелинейный элемент" и "Амплитудное детектирование сигналов диодным детектором" необходимо предварительно изучить соответствующие темы и задачи выполнения лабораторных работ, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях" материалу.  |
| 3.6 | Преобразование сигналов в параметрических цепях.                     | 6  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | - |  |  | <b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях"<br><b>Подготовка к текущему контролю:</b> Повторение материала по разделу "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях"<br><b>Подготовка к практическим занятиям:</b> Изучение материала по разделу "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b>Изучение материалов литературных</b> |

|     |   |       |    |    |    |   |   |   |   |     |    |      |   |
|-----|---|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|----|------|---|
|     |   |       |    |    |    |   |   |   |   |     |    |      | <b><u>источников:</u></b><br>[1], с. 274-297, 307-324<br>[4], с. 38-58<br>[7], с. 19-34   |
| 4   | Дискретные сигналы и цифровые фильтры   | 27    | 12 | -  | 5  | - | - | - | - | -   | 10 | -    | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Дискретные сигналы и цифровые фильтры"  |
| 4.1 | Математическое описание дискретных сигналов   | 5     | 2  | -  | 1  | - | - | - | - | -   | 2  | -    | <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции  |
| 4.2 | Общее понятие о цифровой обработке сигналов (ЦОС). Линейные цифровые фильтры и их характеристики. | 9     | 4  | -  | 1  | - | - | - | - | -   | 4  | -    | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Дискретные сигналы и цифровые фильтры" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. |
| 4.3 | Формы реализации алгоритмов цифровой фильтрации   | 6     | 2  | -  | 2  | - | - | - | - | -   | 2  | -    | Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.   |
| 4.4 | Основы синтеза ЦФ и эффекты квантования в ЦФ.   | 7     | 4  | -  | 1  | - | - | - | - | -   | 2  | -    | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Дискретные сигналы и цифровые фильтры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях   |
|     | Экзамен   | 36.0  | -  | -  | -  | - | 2 | - | - | 0.5 | -  | -    | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу "Дискретные сигналы и цифровые фильтры" и подготовка к контрольной работе "Дискретные сигналы и цифровые фильтры"  |
|     | Всего за семестр  | 216.0 | 48 | 16 | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 84 | 33.5 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 119-126, 382-422<br>[2], с. 54-61<br>[3], с. 4-46<br>[4], с. 18-21<br>[9], гл. 2-5  |

|     | Итого за семестр  | 216.0 |   | 48 | 16 | 32 | 2 | - | 0.5 | 117.5 |    |   |   |
|-----|---|-------|---|----|----|----|---|---|-----|-------|----|---|---|
| 5   | Характеристики случайных процессов                        | 60    | 6 | 12 | 8  | 10 | - | - | -   | -     | 30 | - | <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Характеристики случайных процессов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторным работам "Законы распределения случайных процессов" и "Корреляционные функции и спектры мощности случайных процессов" необходимо предварительно изучить соответствующие темы и задачи выполнения лабораторных работ, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Характеристики случайных процессов" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br/>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Характеристики случайных процессов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу "Характеристики случайных процессов" и подготовка к контрольной работе "Нелинейное преобразование случайной величины"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу</p> |
| 5.1 | Случайные процессы и их характеристики                    | 22    |   | 4  | 4  | 4  | - | - | -   | -     | 10 | - |   |
| 5.2 | Корреляционная и взаимно корреляционная функции           | 14    |   | 2  | 2  | 2  | - | - | -   | -     | 8  | - |   |
| 5.3 | Спектральная плотность мощности (СПМ) случайного процесса | 16    |   | 4  | 2  | 2  | - | - | -   | -     | 8  | - |   |
| 5.4 | Источники шума в радиотехнических устройствах.            | 8     |   | 2  | -  | 2  | - | - | -   | -     | 4  | - |   |

|     |  |    |    |   |    |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|--|----|----|---|----|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |  |    |    |   |    |   |   |   |   |   |    |   | "Характеристики случайных процессов"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 142-170, с. 262-269<br>[5], с. 3-33<br>[6], с. 5-18, 32-41<br>[7], с. 35-48  |
| 6   | Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация | 60 | 10 | 4 | 12 | - | - | - | - | - | 34 | - | <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация"<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе   |
| 6.1 | методы анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи   | 35 | 6  | 3 | 6  | - | - | - | - | - | 20 | - | "Прохождение случайных процессов через линейные цепи" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация" материалу.   |
| 6.2 | Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра   | 25 | 4  | 1 | 6  | - | - | - | - | - | 14 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация"<br>подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи". Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация и |



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <p>В. 6. Определить математическое ожидание, дисперсию, плотность вероятности, корреляционную функцию и СПМ напряжения на выходе усилителя при отсутствии сигнала для выбранного значения добротности и коэффициента усиления усилителя. 7. Изобразить временные диаграммы (реализации) результирующего напряжения на входе и выходе усилителя. 8. Рассчитать отношение сигнал/шум на выходе оптимального фильтра, согласованного с сигналом; сравнить оптимальное отношение сигнал/шум с отношением сигнал/шум, полученным при подобранном в п. 3 значении добротности. Построить временную диаграмму сигнала на выходе оптимального фильтра. 9. Сделать выводы по проделанной работе.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b><br/><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br/>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], с. 209-214, 224-243, 423-443</p> |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | [5], с. 34-49, с. 74-83<br>[6], с. 24-31, 41-56<br>[7], с. 48-56   |
| 7   | Узкополосные случайные процессы.  | 24 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов" и подготовка к контрольной работе "Узкополосные случайные процессы"  |
| 7.1 | Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов                              | 16 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 8  | - | <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов"<br><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br><b><u>Изучение материалов литературных</u></b> |
| 7.2 | Воздействие узкополосного нормального случайного процесса на квадратичный детектор огибающей. | 8  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 4  | - |  |



|  |                  |              |   |           |           |           |          |   |   |            |     |              |   |
|--|------------------|--------------|---|-----------|-----------|-----------|----------|---|---|------------|-----|--------------|---|
|  |                  |              |   |           |           |           |          |   |   |            |     |              | <b>источников:</b><br>[1], с. 177-189<br>[5], с. 50-73<br>[6], с. 19-24 |
|  | Экзамен          | 36.0         |   | -         | -         | -         | -        | 2 | - | -          | 0.5 | -            | 33.5  |
|  | Всего за семестр | 180.0        |   | 28        | 12        | 28        | -        | 2 | - | -          | 0.5 | 76           | 33.5  |
|  | Итого за семестр | 180.0        |   | 28        | 12        | 28        | 2        | - | - | 0.5        | -   | 109.5        |   |
|  | <b>ИТОГО</b>     | <b>396.0</b> | - | <b>76</b> | <b>28</b> | <b>60</b> | <b>4</b> | - | - | <b>1.0</b> | -   | <b>227.0</b> |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Основы теории детерминированных сигналов

#### 1.1. Математические модели детерминированных сигналов.

Классификация сигналов. Принцип динамического представления сигналов. Элементарные сигналы. Геометрические методы в теории сигналов. Линейное пространство сигналов. Понятие координатного базиса. Норма, энергия и метрика сигналов в нормированном линейном пространстве. Скалярное произведение сигналов. Ортогональные сигналы и обобщенные ряды Фурье.

#### 1.2. Спектральный анализ периодических сигналов.

Спектральный анализ периодических сигналов. Ряд Фурье в базе тригонометрических функций. Комплексная форма ряда Фурье. Расчет амплитуд гармоник. Спектральная диаграмма. Распределение мощности периодического сигнала по спектру.

#### 1.3. Спектральное представление непериодических сигналов.

Спектральная плотность и ее свойства. Спектральная плотность неинтегрируемых сигналов. Обобщенная формула Релея. Энергетический спектр, его свойства. Взаимный энергетический спектр.

#### 1.4. Корреляционный анализ детерминированных сигналов

Автокорреляционная функция (АКФ), ее связь с энергетическим спектром. Взаимно корреляционная функция (ВКФ) и её свойства. Сигналы Баркера. Понятие о корреляционной обработке сигналов.

#### 1.5. Модулированные сигналы

Виды модуляции сигналов. Сигналы с амплитудной модуляцией (АМ) и их характеристики. Сигналы с угловой модуляцией. Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Девиация частоты и индекс угловой модуляции. Спектры сигналов с угловой модуляцией. Практическая ширина спектра. Понятие о сложномодулированных сигналах. Фазоманипулированные сигналы и импульсы с линейной частотной модуляцией, их характеристики. Узкополосные сигналы. Понятие узкополосного сигнала. Физическая огибающая и комплексная огибающая. Аналитический сигнал. Спектр аналитического сигнала и комплексной огибающей.

### 2. Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи

#### 2.1. Спектральный метод прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи

Суть спектрального метода. Анализ прохождения амплитудно-модулированных и частотно-модулированных сигналов через избирательные цепи. Условия неискаженного прохождения модулированных сигналов. Взаимосвязь различных методов анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи, их сравнительная характеристика.

#### 2.2. Метод низкочастотных эквивалентов

Анализ прохождения радиосигналов через избирательные цепи методом низкочастотных эквивалентов. Анализ подключения гармонического сигнала к избирательной цепи. Анализ воздействия ВЧ импульсов на избирательные цепи. Анализ воздействия скачка фазы гармонического колебания на резонансную цепь.

### 3. Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях

#### 3.1. Воздействие гармонического сигнала на нелинейный элемент

Понятие нелинейной безынерционной системы. Спектральный состав тока при воздействии гармонического напряжения на нелинейный безынерционный двухполюсник..

#### 3.2. Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты.

Принцип работы нелинейного резонансного усилителя. Колебательная характеристика.. Выбор режима работы резонансного усилителя.. Умножение частоты. Выбор режима работы..

#### 3.3. Воздействие нескольких гармонических сигналов на нелинейный элемент.

Спектральный состав тока при воздействии нескольких гармонических сигналов на нелинейный безынерционный двухполюсник. Теория комбинационных частот..

#### 3.4. Получение амплитудно-модулированных колебаний

Получение амплитудно-модулированных колебаний, модуляция смещением.. Модуляционная характеристика.. Расчет коэффициента модуляции..

#### 3.5. Детектирование АМ сигналов.

Принцип детектирования АМ сигналов.. Коллекторный детектор АМ сигналов. Коэффициент детектирования. Детекторная характеристика.. Диодный детектор АМ сигналов. Коэффициент детектирования. Детекторная характеристика. Входное сопротивление диодного детектора.. Искажения, возникающие при неправильном выборе параметров нагрузки диодного детектора..

#### 3.6. Преобразование сигналов в параметрических цепях.

Преобразование частоты. Супергетеродинный приемник.. Преобразование сигнала в линейной параметрической цепи. Преобразование частоты. Коэффициент преобразования.. Синхронное детектирование..

### 4. Дискретные сигналы и цифровые фильтры

#### 4.1. Математическое описание дискретных сигналов

Математическая модель дискретного сигнала.. Спектральная плотность дискретного сигнала.. Обобщенный ряд Фурье. Теорема В.А.Котельникова. Дискретизация сигналов с ограниченным спектром.. Дискретизация в спектральной области. Число степеней свободы сигнала.. Восстановление сигнала из дискретной последовательности. Ошибки дискретизации и восстановления сигналов.. Дискретное преобразование Фурье, его свойства.. Прямое и обратное Z-преобразование..

#### 4.2. Общее понятие о цифровой обработке сигналов (ЦОС). Линейные цифровые фильтры и их характеристики.

Дискретные и цифровые сигналы.. Обобщенная структурная схема ЦОС.. Преимущества и недостатки ЦОС.. Универсальный алгоритм и структурная схема линейных цифровых фильтров (ЦФ).. Импульсная характеристика ЦФ. Сигнал на выходе ЦФ.. Системная (передаточная) функция ЦФ.. Примеры линейных ЦФ: простейший цифровой дифференциатор; ЦФ, аналогичный RC-цепи; ЦФ, аналогичный колебательному контуру.. Устойчивость ЦФ.. Частотная характеристика линейного ЦФ..

#### 4.3. Формы реализации алгоритмов цифровой фильтрации

Прямая форма реализации алгоритмов цифровой фильтрации.. Каноническая форма реализации алгоритмов цифровой фильтрации.. Последовательная и параллельная формы реализации алгоритмов цифровой фильтрации..

#### 4.4. Основы синтеза ЦФ и эффекты квантования в ЦФ.

Метод инвариантной импульсной характеристики.. Метод билинейного z-преобразования.. Шум квантования, его характеристики. Эффекты квантования при цифровой обработке сигналов..

### 5. Характеристики случайных процессов

#### 5.1. Случайные процессы и их характеристики

Методы описания случайных процессов. Многомерная плотность вероятности. Моментные функции случайного процесса.. Стационарные и эргодические случайные процессы.. Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.. Методы экспериментального определения статистических характеристик эргодических случайных процессов..

#### 5.2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции

Корреляционная (автокорреляционная) функция случайного процесса, её свойства и физический смысл.. Время (интервал) корреляции стационарного случайного процесса.. Взаимная корреляционная функция случайных процессов..

#### 5.3. Спектральная плотность мощности (СПМ) случайного процесса

Спектральная плотность мощности (СПМ) случайных сигналов и её свойства. Теорема Винера-Хинчина.. Эффективная ширина спектра.. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром..

#### 5.4. Источники шума в радиотехнических устройствах.

Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста.. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.. Источники шума в транзисторах. Внешние источники шума..

### 6. Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация

#### 6.1. методы анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи

Спектральный метод анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи.. Корреляционный метод анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи.. Воздействие белого шума на линейную цепь. Эквивалентная шумовая полоса цепи.. Собственный шум RC-цепи.. Воздействие коррелированного шума на линейную цепь.. Плотность вероятности СП на входе линейной цепи..

#### 6.2. Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра

Понятие отношения сигнал/шум. Понятие о квазиоптимальных фильтрах.. Оптимальная линейная фильтрация. Критерии оптимальности.. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы.. Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов..

### 7. Узкополосные случайные процессы.

### 7.1. Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов

Статистические характеристики узкополосных случайных процессов: СПМ и корреляционная функция узкополосного случайного процесса.. Понятие огибающей и фазы узкополосных случайных процессов.. Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного процесса, их статистические характеристики.. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса.. Статистические характеристики огибающей и фазы суммы гармонического сигнала и узкополосного нормального шума.

7.2. Воздействие узкополосного нормального случайного процесса на квадратичный детектор огибающей.

Вычисление корреляционной функции при полиномиальном преобразовании случайных процессов.. Статистические характеристики сигнала на выходе квадратичного детектора..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Воздействие белого шума на линейные цепи;
2. Дискретизация непрерывных сигналов. Дискретное преобразование Фурье и z-преобразование;
3. Воздействие коррелированного шума на линейные цепи;
4. Функциональное преобразование случайных величин;
5. Прохождение модулированных сигналов через избирательные цепи;
6. Спектры периодических сигналов;
7. Прохождение радиоимпульсов через избирательные цепи;
8. Теория комбинационных частот. Амплитудная модуляция;
9. Детектирование АМ сигналов.;
10. Корреляционная теория сигналов;
11. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты;
12. Модулированные сигналы;
13. Статистические характеристики случайных процессов;
14. Определение амплитуд гармоник при нелинейных преобразованиях сигналов;
15. Преобразование частоты и синхронное детектирование;
16. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация;
17. Воздействия случайных сигналов на избирательные цепи;
18. Расчет характеристик огибающей узкополосного случайного процесса;
19. Расчет характеристик огибающей суммы гармонического сигнала и узкополосного случайного процесса;
20. Спектральные плотности непериодических сигналов;
21. Характеристики цифровых фильтров;
22. Корреляционная функция и СПМ случайных процессов.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Прохождение случайных процессов через линейные цепи;
2. Амплитудное детектирование сигналов диодным детектором;
3. Законы распределения случайных процессов;
4. Корреляционные функции и спектры мощности случайных процессов;
5. Прохождение сигналов через резонансную цепь;
6. Воздействие гармонического сигнала на нелинейный элемент;
7. Спектры периодических сигналов.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы теории детерминированных сигналов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дискретные сигналы и цифровые фильтры"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики случайных процессов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы теории детерминированных сигналов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Дискретные сигналы и цифровые фильтры"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Характеристики случайных процессов"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)            | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование) |  |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|   |                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |   |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| методы расчета статистических характеристик случайных процессов на выходе линейной цепи       | ИД-2ОПК-1        |   |   |   |   | + | + |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа № 6. "Прохождение случайных процессов через линейные цепи" |
| статистические характеристики узкополосных случайных процессов                                | ИД-2ОПК-1        |   |   |   |   |   |   |   | +                                       | Контрольная работа/Контрольная работа № 7. "Узкополосные случайные процессы"                     |
| основные характеристики дискретных сигналов и цифровых фильтров                               | ИД-2ОПК-1        |   |   |   | + |   |   |   |   | Контрольная работа № 4. "Дискретные сигналы и цифровые фильтры"                                  |
| методы расчета характеристик детерминированных сигналов при прохождении через нелинейные цепи | ИД-2ОПК-1        |   |   | + |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа № 3. "Нелинейные преобразования сигналов"                  |
| математические модели детерминированных сигналов и их характеристики                          | ИД-2ОПК-1        | +   |   |   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа №1. "Характеристики детерминированных сигналов"            |
| методы расчета прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи                     | ИД-2ОПК-1        |   | + |   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа № 2. "Прохождение сигналов через линейные цепи"            |
| методы практического определения основных статистических характеристик случайных процессов    | ИД-2ОПК-4        |   |   |   |   | + |   |   |   | Лабораторная работа/Лабораторная работа № 5. "Законы распределения случайных процессов"          |
| <b>Уметь:</b>   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| проводить расчет и анализ статистических характеристик случайных процессов                    | ИД-2ОПК-1        |   |   |   |   | + |   |   |   | Контрольная работа/Контрольная работа № 5. "Нелинейное преобразование случайного"                |

|  |           |   |   |   |   |  |  |   |  |
|--|-----------|---|---|---|---|--|--|---|--|
|  |           |   |   |   |   |  |  |   | процесса"  |
| привлекать соответствующий математический аппарат для решения прикладных задач определения характеристик детерминированных сигналов и использовать методы решения задач определения характеристик детерминированных сигналов после прохождения через линейные цепи | ИД-2ОПК-1 | + | + |   |   |  |  |   | Расчетно-графическая работа/Анализ прохождения узкополосных сигналов через избирательные цепи                        |
| выбирать и правильно использовать методы решения прикладных задач квазиоптимальной фильтрации сигнала  | ИД-2ОПК-1 |   |   |   |   |  |  | + | Расчетно-графическая работа/Анализ прохождения сигнала и шума через линейные фильтры (квазиоптимальная фильтрация)   |
| проводить экспериментальное исследование спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов   | ИД-2ОПК-4 |   |   |   |   |  |  | + | Лабораторная работа/Лабораторная работа № 6. "Корреляционные функции и спектры мощности случайных процессов"         |
| проводить экспериментальные исследования прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи  | ИД-2ОПК-4 |   |   | + |   |  |  |   | Лабораторная работа/Лабораторная работа № 2. "Прохождение амплитудно-модулированных сигналов через резонансную цепь" |
| проводить экспериментальные исследования прохождения детерминированных сигналов через нелинейные цепи  | ИД-2ОПК-4 |   |   |   | + |  |  |   | Лабораторная работа/Лабораторные работы № 3-4. "Нелинейные преобразования сигналов"                                  |
| проводить анализ спектральных характеристик детерминированных сигналов   | ИД-3ОПК-4 | + |   |   |   |  |  |   | Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1. "Спектры периодических сигналов"  |
| анализировать изменение характеристик случайных процессов при прохождении через линейные цепи  | ИД-3ОПК-4 |   |   |   |   |  |  | + | Лабораторная работа/Лабораторная работа № 7. "Прохождение случайных процессов через линейные цепи"                   |



#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **5 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа №1. "Характеристики детерминированных сигналов" (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 2. "Прохождение сигналов через линейные цепи" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 3. "Нелинейные преобразования сигналов" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 4. "Дискретные сигналы и цифровые фильтры" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Анализ прохождения узкополосных сигналов через избирательные цепи (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Лабораторная работа № 1. "Спектры периодических сигналов" (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа № 2. "Прохождение амплитудно-модулированных сигналов через резонансную цепь" (Лабораторная работа)
3. Лабораторные работы № 3-4. "Нелинейные преобразования сигналов" (Лабораторная работа)

###### **6 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 5. "Нелинейное преобразование случайного процесса" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 6. "Прохождение случайных процессов через линейные цепи" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 7. "Узкополосные случайные процессы" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Анализ прохождения сигнала и шума через линейные фильтры (квазиоптимальная фильтрация) (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Лабораторная работа № 5. "Законы распределения случайных процессов" (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа № 6. "Корреляционные функции и спектры мощности случайных процессов" (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа № 7. "Прохождение случайных процессов через линейные цепи" (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

## 4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

### Экзамен (Семестр №5)

Оценка за 5 семестр определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр.

### Экзамен (Семестр №6)

Оценка за 6 семестр определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов по специальности "Радиотехника" / С. И. Баскаков . – 3-е изд. испр. и доп. – М. : Высшая школа, 2000 . – 462 с. - ISBN 5-06-003843-2 : 53.10 .;

2. Карташев, В. Г. Основы теории сигналов : Учебное пособие по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы", по направлению "Радиотехника" / В. Г. Карташев, Г. В. Жихарева, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0878-7 .;

3. Разумов, Л. А. Линейные преобразования дискретных сигналов : учебное пособие по курсу "Основы теории и обработки дискретных сигналов" по направлениям "Биотехнические системы и технологии", "Радиотехника" / Л. А. Разумов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1652-8 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8166>;

4. Карташев, В. Г. Радиотехнические цепи и сигналы. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" по направлению "Радиотехника" / В. Г. Карташев, Е. В. Шалимова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 76 с. - ISBN 978-5-9902974-5-6 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5696>;

5. Карташев, В. Г. Основы теории случайных процессов : учебное пособие по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" по направлению "Радиотехника" / В. Г. Карташев, Е. В. Шалимова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 88 с. - ISBN 5-7046-1197-4 .;

6. Карташев, В. Г. Статистическая радиотехника : задачник по курсам "Радиотехнические цепи и сигналы" и "Автоматизация обработки биомедицинской информации" по направлениям "Радиотехника" и "Биотехнические системы и технологии" / В. Г. Карташев, Е. В. Шалимова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 76 с. - ISBN 978-5-7046-2117-1 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10842>;

7. Пейч, Л. И. Радиотехнические цепи и сигналы : методические указания к лабораторным работам N 1, 3, 4, 6, 7-10 по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" по направлению "Радиотехника" / Л. И. Пейч, Б. П. Поллак ; Ред. В. Г. Карташев ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 64 с.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=1469>;

8. Н. А. Каратаева- "Радиотехнические цепи и сигналы" 1, Издательство: "ТУСУР", Томск, 2012 - (261 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480452>;
9. Н. А. Каратаева- "Радиотехнические цепи и сигналы" 2, Издательство: "ТУСУР", Томск, 2012 - (257 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480454>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Micro-Cap;
6. Python;
7. SmathStudio;
8. GNU Octave.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование   | Оснащение   |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ   | сервер, кондиционер   |
|   | А-400, Учебная аудитория "А"  | парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный   |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Е-702, Учебная лаборатория Основ теории цепей и радиотехнических цепей и сигналов | стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | Е-702, Учебная лаборатория Основ теории цепей и радиотехнических цепей и сигналов | стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Е-702, Учебная лаборатория Основ теории цепей и радиотехнических цепей и          | стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, компьютер персональный,  |

|  |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
|  | сигналов                            | кондиционер, верстак<br>электротехнический , стенд учебный   |
| Помещения для самостоятельной работы                     | НТБ-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер         |
| Помещения для консультирования                           | Е-817, Преподавательская            | стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-822, Архив                        | стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь  |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиотехнические цепи и сигналы

(название дисциплины)

#### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Лабораторная работа № 1. "Спектры периодических сигналов" (Лабораторная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №1. "Характеристики детерминированных сигналов" (Контрольная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа № 2. "Прохождение амплитудно-модулированных сигналов через резонансную цепь" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 2. "Прохождение сигналов через линейные цепи" (Контрольная работа)
- КМ-5 Анализ прохождения узкополосных сигналов через избирательные цепи (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Лабораторные работы № 3-4 ."Нелинейные преобразования сигналов" (Лабораторная работа)
- КМ-7 Контрольная работа № 3. "Нелинейные преобразования сигналов" (Контрольная работа)
- КМ-8 Контрольная работа № 4. "Дискретные сигналы и цифровые фильтры" (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 7    | 8    | 10   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| 1             | Основы теории детерминированных сигналов  |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Математические модели детерминированных сигналов.                               |            | +    | +    |      |      |      |      |      |      |
| 1.2           | Спектральный анализ периодических сигналов.                                     |            | +    | +    |      |      | +    |      |      |      |
| 1.3           | Спектральное представление непериодических сигналов.                            |            | +    | +    |      |      | +    |      |      |      |
| 1.4           | Корреляционный анализ детерминированных сигналов                                |            |      | +    |      |      |      |      |      |      |
| 1.5           | Модулированные сигналы  |            |      | +    |      |      | +    |      |      |      |
| 2             | Анализ прохождения детерминированных сигналов через линейные электрические цепи |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Спектральный метод прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи   |            |      |      | +    | +    | +    |      |      |      |

|            |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2.2        | Метод низкочастотных эквивалентов   |    |    |    | +  | +  |    |    |    |
| 3          | Преобразование сигналов в нелинейных и параметрических цепях                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3.1        | Воздействие гармонического сигнала на нелинейный элемент  |    |    |    |    |    | +  | +  |    |
| 3.2        | Нелинейное резонансное усиление. Умножение частоты.   |    |    |    |    |    | +  | +  |    |
| 3.3        | Воздействие нескольких гармонических сигналов на нелинейный элемент.                              |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| 3.4        | Получение амплитудно-модулированных колебаний   |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| 3.5        | Детектирование АМ сигналов.   |    |    |    |    |    | +  | +  |    |
| 3.6        | Преобразование сигналов в параметрических цепях.  |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| 4          | Дискретные сигналы и цифровые фильтры   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4.1        | Математическое описание дискретных сигналов   |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| 4.2        | Общее понятие о цифровой обработке сигналов (ЦОС). Линейные цифровые фильтры и их характеристики. |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| 4.3        | Формы реализации алгоритмов цифровой фильтрации   |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| 4.4        | Основы синтеза ЦФ и эффекты квантования в ЦФ.   |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ, %: |   | 10 | 12 | 10 | 12 | 20 | 12 | 12 | 12 |

### 6 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Лабораторная работа № 5. "Законы распределения случайных процессов" (Лабораторная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 5. "Нелинейное преобразование случайного процесса" (Контрольная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа № 6. "Корреляционные функции и спектры мощности случайных процессов" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 6. "Прохождение случайных процессов через линейные цепи" (Контрольная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа № 7. "Прохождение случайных процессов через линейные цепи" (Лабораторная работа)
- КМ-6 Анализ прохождения сигнала и шума через линейные фильтры (квазиоптимальная фильтрация) (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Контрольная работа № 7. "Узкополосные случайные процессы" (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 3    | 4    | 7    | 8    | 11   | 12   | 13   |
| 1             | Характеристики случайных процессов   |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Случайные процессы и их характеристики   |            | +    | +    |      |      |      |      |      |
| 1.2           | Корреляционная и взаимно корреляционная функции  |            |      |      | +    |      |      |      |      |
| 1.3           | Спектральная плотность мощности (СПМ) случайного процесса  |            |      |      | +    |      |      |      |      |
| 1.4           | Источники шума в радиотехнических устройствах.   |            |      |      |      | +    |      |      |      |
| 2             | Анализ прохождения случайных процессов через линейные цепи. Оптимальная и квазиоптимальная линейная фильтрация |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | методы анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи   |            |      |      |      | +    | +    | +    |      |
| 2.2           | Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра   |            |      |      |      | +    | +    | +    |      |
| 3             | Узкополосные случайные процессы.   |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Характеристики огибающей и фазы узкополосных случайных процессов   |            |      |      |      |      |      |      | +    |
| 3.2           | Воздействие узкополосного нормального случайного процесса на квадратичный детектор огибающей.                  |            |      |      |      |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |  |            | 10   | 15   | 10   | 15   | 10   | 25   | 15   |