

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.О.10 «Теория электрорадиоцепей»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске



В.В. Рожков

2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОРАДИОЦЕПЕЙ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Профиль **«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **Очная**

Год набора: **2023**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

**Программу составил:**  
Заведующий кафедрой  
«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент

Якименко Игорь Владимирович  
ФИО

«29» мая 2023 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«30» мая 2023 г., протокол № 11

**Зам. заведующего кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

Смолин Владимир Алексеевич  
ФИО

«06» мая 2023 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

Зуева Елена Владимировна  
ФИО

«09» мая 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теория электрорадиоцепей» относится к обязательной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.04 «Высшая математика», Б1.О.16 «Математическое моделирование электронных цепей».

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые дисциплиной, изучаемой параллельно: Б1.О.11 Основы электроники и наноэлектроники.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.	ОПК-1.1 Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности	<b>Знает:</b> Как применять положения, законы и методы естественных наук для решения задач анализа электрических и радиотехнических цепей. <b>Умеет:</b> Применять положения, законы и методы естественных наук для решения задач анализа электрических и радиотехнических цепей. <b>Владеет:</b> Методами применения положений, законов и методов естественных наук для решения задач анализа электрических и радиотехнических цепей.
	ОПК-1.2 Использует положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности	<b>Знает:</b> Как использовать положения, законы и методы математики для решения задач анализа электрических и радиотехнических цепей. <b>Умеет:</b> Использовать положения, законы и методы математики для решения задач анализа электрических и радиотехнических цепей. <b>Владеет:</b> Методами использования положений, законов и методов математики для решения задач анализа электрических и радиотехнических цепей.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Форма контроля							з.е.		Часов в з.е.	Итого акад. часов						Курс 2																											
		Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КП	КР	Реферат	РГР	Экспертное	Факт		Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Контроль	Сем. 3						Сем. 4																						
																	з.е.	Итого	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Контроль	з.е.	Итого	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Контроль													
Б1.О.10	Теория электрорадиоцепей	4						4	6	6	36	216	216	66	114	36																		6	216	34	16	16						114	36

### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

#### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

#### Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 17 шт. по 2 часа (34 час.):</p> <p><b>Тема № 1. Детерминированные радиотехнические сигналы, их спектральные и корреляционные характеристики.</b></p> <p>1.1. Основные сведения о радиотехнических сигналах. Классификация сигналов. Математические модели детерминированных радиотехнических сигналов и их параметры.</p> <p>1.2. Геометрические методы теории сигналов. Линейное пространство сигналов. Нормированное линейное пространство. Скалярное произведение сигналов. Ортогональные сигналы и обобщенный ряд Фурье.</p> <p>1.3. Спектральные характеристики детерминированных радиотехнических сигналов. Представление сигналов с помощью простейших функций. Гармонический анализ периодических сигналов. Спектральная диаграмма периодического сигнала. Действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений.</p> <p>1.4. Спектральный анализ периодических сигналов. Спектры периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов (ППВИ). Спектры периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов (ППРИ). Распределение мощности в спектре периодического сигнала.</p> <p>1.5. Спектры непериодических сигналов. Спектр прямоугольного видеоимпульса. Спектр прямоугольного радиоимпульса. Спектр пачки импульсов. Теорема Парсеваля. Энергетический спектр.</p> <p>1.6. Модулированные радиотехнические сигналы и их спектры. Разновидности модулированных радиотехнических сигналов. Спектральный анализ АМ-радиосигналов. Спектральный анализ сигналов с угловой модуляцией.</p> <p>1.7. Спектры широкополосных сигналов. Разновидности широкополосных радиотехнических сигналов. Спектральное представление импульсного сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Спектральное представление фазокодоманипулированного (ФКМ) сигнала.</p> <p>1.8. Корреляционный анализ сигналов. Автокорреляционная функция сигналов. Связь между энергетическим спектром и его АКФ. Взаимная корреляционная функция сигналов.</p> <p>1.9. Сигналы с ограниченным спектром. Математические модели сигналов с ограниченным спектром. Идеальный полосовой сигнал. Теорема Котельникова. Узкополосный сигнал.</p> <p><b>Тема № 2. Основы теории случайных сигналов.</b></p> <p>1.10. Основы теории случайных сигналов. Источники шумов в радиоэлектронной аппаратуре. Вероятностные характеристики и параметры случайных сигналов. Гауссов стационарный случайный сигнал.</p> <p>1.11. Корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов. Корреляционная функция случайного сигнала. Соотношение между спектральной плотностью мощности и корреляционной функцией случайного сигнала. Теорема Винера–Хинчина. Узкополосные случайные сигналы (УПСС).</p> <p><b>Тема № 3. Методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи.</b></p> <p>1.12. Временной метод анализа электрорадиоцепей. Линейная электрорадиоцепь (ЭРЦ) и основная задача ее анализа. Анализ линейных ЭРЦ с использованием переходной характеристики. Анализ линейных ЭРЦ с использованием импульсной характеристики. Интеграл свертки (интеграл Дюамеля).</p> <p>1.13. Частотный (спектральный) анализа электрорадиоцепей. Частотные характеристики линейных цепей. Частотный метод анализа цепей. Условия неискаженной передачи сигналов.</p> <p>1.14. Синтез аналоговых фильтров. Аппроксимация аналоговых фильтров по известной амплитудной частотной характеристике. Структурный синтез аналоговых фильтров по заданной АЧХ. Алгоритм синтеза АФ по заданной АЧХ.</p> <p><b>Тема № 4. Фильтрация радиотехнических сигналов.</b></p>

	<p>1.15. Оптимальная обработка сигналов. Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра. Влияние частотного коэффициента передачи фильтра на отношение сигнал/шум. Оптимальная линейная фильтрация.</p> <p>1.16. Согласованная фильтрация детерминированного сигнала. Согласованный линейный фильтр. Частотный коэффициент передачи согласованного фильтра. Реализация согласованных фильтров.</p> <p><b>Тема № 5. Прохождение детерминированных сигналов через нелинейные цепи.</b></p> <p>1.17. Нелинейные цепи. Характеристики нелинейных элементов. Спектральный состав тока нелинейного элемента при воздействии гармонического сигнала. Преобразование частоты. Демодуляция радиосигналов.</p>												
2	<p>лабораторные работы 4 шт. по 4 часа (<b>16 час.</b>):</p> <p>2.1. Исследование спектров детерминированных сигналов.</p> <p>2.2. Исследование прохождения детерминированных сигналов через частотно зависимые ЭРЦ.</p> <p>2.3. Исследование согласованных фильтров для выделения сигналов известной формы.</p> <p>2.4. Исследование влияния частотного коэффициента передачи фильтра на отношение сигнал/шум.</p>												
3	<p>практические занятия 8 шт. по 2 часа (<b>16 час.</b>):</p> <p>3.1. Расчет характеристик и параметров детерминированных сигналов.</p> <p>3.2. Расчет спектров детерминированных периодических и непериодических сигналов.</p> <p>3.3. Расчет прохождения сигналов детерминированных через ЭРЦ с использованием интеграла свертки.</p> <p>3.4. Расчет прохождения детерминированных сигналов через ЭРЦ с использованием частотного метода.</p> <p>3.5. Расчет характеристик и параметров случайных сигналов.</p> <p>3.6. Корреляционный и спектральный анализ узкополосных случайных сигналов.</p> <p>3.7. Расчет отношения сигнал-шум на входе и выходе фильтра.</p> <p>3.8. Расчет спектра выходного сигнала нелинейной цепи при воздействии гармонического сигнала.</p>												
4	расчетно-графическая работа «Синтез аналоговых фильтров».												
5	<p>самостоятельная работа студентов:</p> <table border="0"> <tr> <td>5.1. Изучение материалов лекций</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>5.2. Подготовка к практическим занятиям</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5.3. Подготовка к лабораторным работам</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>5.4. Расчетно-графическая работа</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><b>Всего:</b></td> <td><b>114</b></td> </tr> <tr> <td>5.5. Подготовка к экзамену</td> <td><b>36</b></td> </tr> </table>	5.1. Изучение материалов лекций	36	5.2. Подготовка к практическим занятиям	20	5.3. Подготовка к лабораторным работам	38	5.4. Расчетно-графическая работа	20	<b>Всего:</b>	<b>114</b>	5.5. Подготовка к экзамену	<b>36</b>
5.1. Изучение материалов лекций	36												
5.2. Подготовка к практическим занятиям	20												
5.3. Подготовка к лабораторным работам	38												
5.4. Расчетно-графическая работа	20												
<b>Всего:</b>	<b>114</b>												
5.5. Подготовка к экзамену	<b>36</b>												

**Текущий контроль:** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений.

3.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
4.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
5.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине - экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

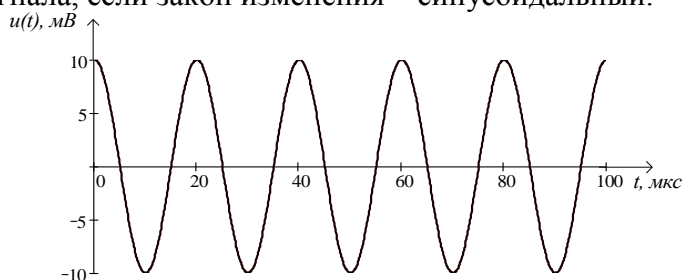
1. Классификация сигналов.
2. Математические модели детерминированных радиотехнических сигналов и их параметры.
3. Линейное пространство сигналов.
4. Нормированное линейное пространство.
5. Скалярное произведение сигналов.
6. Ортогональные сигналы и обобщенный ряд Фурье.
7. Представление сигналов с помощью простейших функций.
8. Гармонический анализ периодических сигналов.
9. Спектральная диаграмма периодического сигнала.
10. Действующее и среднее значение периодических несинусоидальных токов и напряжений.
11. Спектры периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов (ПППВИ). Спектры периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов (ПППРИ). Распределение мощности в спектре периодического сигнала.
12. Спектр прямоугольного видеоимпульса.
13. Спектр прямоугольного радиоимпульса.
14. Спектр пачки импульсов.
15. Теорема Парсеваля. Энергетический спектр.
16. Разновидности модулированных радиотехнических сигналов.
17. Спектральный анализ АМ-радиосигналов.
18. Спектральный анализ сигналов с угловой модуляцией.
19. Разновидности широкополосных радиотехнических сигналов.
20. Спектральное представление импульсного сигнала с линейной частной модуляцией (ЛЧМ).
21. Спектральное представление фазокодоманипулированного (ФКМ) сигнала.
22. Автокорреляционная функция сигналов.
23. Связь между энергетическим спектром и его АКФ.
24. Взаимная корреляционная функция сигналов.
25. Математические модели сигналов с ограниченным спектром.
26. Идеальный полосовой сигнал.

27. Теорема Котельникова.
28. Узкополосный сигнал.
29. Источники шумов в радиоэлектронной аппаратуре.
30. Вероятностные характеристики и параметры случайных сигналов.
31. Гауссов стационарный случайный сигнал.
32. Корреляционная функция случайного сигнала.
33. Соотношение между спектральной плотностью мощности и корреляционной функцией случайного сигнала. Теорема Винера–Хинчина.
34. Узкополосные случайные сигналы (УПСС).
35. Линейная электрорадиоцепь (ЭРЦ) и основная задача ее анализа.
36. Анализ линейных ЭРЦ с использованием переходной характеристики.
37. Анализ линейных ЭРЦ с использованием импульсной характеристики. Интеграл свертки (интеграл Дюамеля).
38. Частотные характеристики линейных цепей.
39. Частотный метод анализа цепей.
40. Условия неискаженной передачи сигналов.
41. Аппроксимация аналоговых фильтров по известной амплитудной частотной характеристике.
42. Структурный синтез аналоговых фильтров по заданной АЧХ.
43. Алгоритм синтеза АФ по заданной АЧХ.
44. Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра.
45. Влияние частотного коэффициента передачи фильтра на отношение сигнал/шум.
46. Оптимальная линейная фильтрация.
47. Согласованный линейный фильтр.
48. Частотный коэффициент передачи согласованного фильтра.
49. Реализация согласованных фильтров.
50. Характеристики нелинейных элементов.
51. Спектральный состав тока нелинейного элемента при воздействии гармонического сигнала.
52. Преобразование частоты.
53. Демодуляция радиосигналов.

#### Типовые задачи

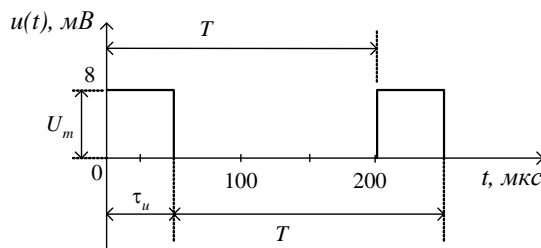
### 1. Детерминированные радиотехнические сигналы, их спектральные и корреляционные характеристики

1.1. По заданному графику гармонического сигнала определить параметры сигнала (амплитуду и действующее значение, период и частоту, начальную фазу). Записать математическую модель сигнала, если закон изменения – синусоидальный.

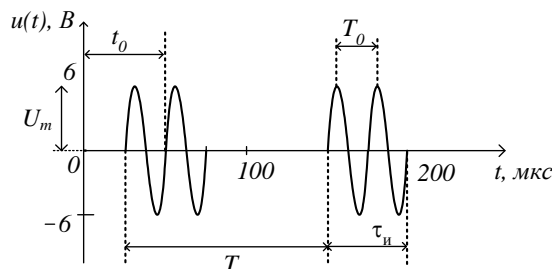


1.2. По заданному графику периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов (ППВИ) определить ее параметры (амплитуда, длительность импульсов, период и частота следования импульсов, начальная задержка). Записать математическую модель сигнала.

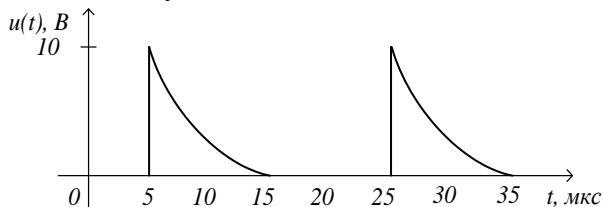




1.3. По заданному графику периодической последовательности прямоугольных радиоимпульсов (ППРИ) определить ее параметры: амплитуду, длительность импульсов, период и частоту следования импульсов, период и частоту несущего колебания, начальную задержку и начальную фазу.



1.4. По заданному графику периодической последовательности экспоненциальных видеоимпульсов (ППЭВИ) определить их параметры: амплитуду, длительность импульса (по половинному уровню), длительность фронта и спада (по уровням 0,1 и 0,9 от амплитуды), период (и частоту) следования импульсов.



1.5. Построить график ПППВИ. Параметры сигнала:  $U_m = 5B$ ,  $t_0 = 10 \text{ мкс}$ ,  $T = 300 \text{ мкс}$ ,  $\tau_{и} = 50 \text{ мкс}$ .

1.6. Рассчитать и построить графики АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра ПППВИ с параметрами: амплитуда  $1 \text{ В}$ ; длительность импульса  $0,02 \text{ мс}$ ; частота следования импульсов  $10 \text{ кГц}$ ; начальная задержка  $0,01 \text{ мс}$ .

1.7. Построить АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра ПППРИ с параметрами: амплитуда  $U_m = 100 \text{ мВ}$ ; длительность импульса  $\tau_{и} = 100 \text{ мкс}$ ; частота следования импульсов  $F = 1 \text{ кГц}$ ; начальная задержка импульсов равна нулю; несущая частота  $f_0 = 250 \text{ МГц}$ ; начальная фаза равна нулю. Определить требуемую полосу пропускания  $\Delta f$  приемного устройства.

1.8. Вычислить и построить графики АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра прямоугольного видеоимпульса с параметрами: амплитуда  $4 \text{ В}$ ; длительность импульса  $2,5 \text{ мкс}$ ; начальная задержка  $5 \text{ мкс}$ .

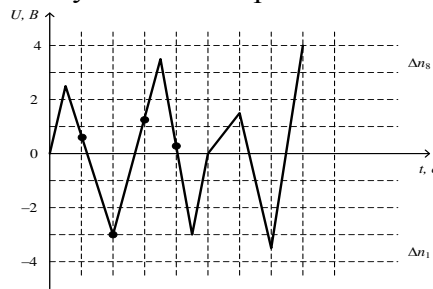
1.9. Построить АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра ПРИ с параметрами: амплитуда  $U_m = 4 \text{ В}$ ; длительность импульса  $\tau_{и} = 2,5 \text{ мкс}$ ; начальная задержка импульса равна нулю; несущая частота  $f_0 = 0,8 \text{ МГц}$ ; начальная фаза равна нулю. Определить требуемую полосу пропускания  $\Delta f$  приемного устройства.

1.10. Рассчитать и построить АЧС и ФЧС однотонового амплитудно-модулированного сигнала, заданного математической моделью:  $u_{ам}(t) = U_m [1 + 0,25 \cdot \cos(10^2 \cdot t + 30^\circ)] \cdot \cos(10^5 \cdot t + 60^\circ)$ .

Определить эффективную ширину спектра сигнала.

**Тема № 2. Основы теории случайных сигналов.**

2.1. Вычислить характеристики случайного напряжения по заданной реализации.



2.2. Записать математическое выражение плотности распределения огибающей узкополосного нормального случайного процесса. Изобразить графики возможных реализаций узкополосных нормальных случайных процессов с выбранной (заданной) дисперсией.

2.3. Найти энергетический спектр теплового шума резистора номиналом  $R=10 \text{ Ом}$  при температуре  $t^{\circ} = +20^{\circ}\text{C}$ .

2.4. Найти дисперсию теплового шума резистора номиналом  $R = 10 \text{ Ом}$  при температуре  $t^{\circ} = +20^{\circ}\text{C}$  на выходе идеального нешумящего ФНЧ с полосой пропускания  $\delta f$ .

2.5. Найти дисперсию шума резистора номиналом  $R = 10 \text{ Ом}$  при температуре  $t = +20^{\circ}\text{C}$ , прошедшего идеальный ФНЧ с полосой пропускания  $\delta f$ , на выходе RC-цепи.

**Тема № 3. Методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи.**

3.1. Найти комплексную частотную характеристику (по напряжению), АЧХ и ФЧХ RC-цепи. Параметры цепи:  $C = 10^{-6} \text{ Ф}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Построить графики АЧХ и ФЧХ.

3.2. Найти комплексную частотную характеристику, АЧХ и ФЧХ CR-цепи. Параметры цепи:  $C = 10^{-6} \text{ Ф}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Построить графики.

3.3. Рассчитать АЧХ и ФЧХ LR-цепи. Построить графики. Параметры цепи:  $L = 10^{-3} \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ .

3.4. Рассчитать АЧХ и ФЧХ RL-цепи. Построить графики. Параметры цепи:  $L = 10^{-3} \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ .

3.5. Рассчитать переходную и импульсную характеристики RC-цепи. Параметры цепи:  $C = 10^{-6} \text{ Ф}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Построить графики.

3.6. Рассчитать переходную и импульсную характеристики CR-цепи. Параметры цепи:  $C = 10^{-6} \text{ Ф}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Построить графики.

3.7. Рассчитать переходную и импульсную характеристики LR-цепи. Параметры цепи:  $L = 10^{-3} \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Построить графики.

3.8. Рассчитать переходную и импульсную характеристики RL-цепи. Параметры цепи:  $L = 10^{-3} \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ . Построить графики.

**Тема № 4. Фильтрация радиотехнических сигналов.**

4.1. На вход оптимального фильтра поступает прямоугольный видеоимпульс амплитуды  $U_m$  длительностью  $\tau_u$  в смеси с белым шумом с односторонней ( $0 \leq \omega \leq \infty$ ) плотностью спектра  $N_0$ . Найти значение максимального отношения сигнал/помеха на выходе фильтра.

4.2. На вход RC-цепи подана смесь белого шума с равномерным спектром  $W_0$  ( $-\infty \leq \omega \leq \infty$ ) и гармонический сигнал  $U_m \cos(\omega_0 t)$ . Определить величину постоянной времени цепи  $\tau = RC$ , при которой отношение сигнал/шум по напряжению на выходе цепи окажется максимальным.

4.3. На вход оптимального фильтра поступает прямоугольный радиоимпульс амплитуды  $U_m$  длительностью  $10 \text{ мкс}$  в смеси с белым шумом с односторонней ( $0 \leq \omega \leq \infty$ ) плотностью спектра  $N_0 = 6 \cdot 10^{-18} \text{ В}^2 \cdot \text{с}$ .

**Тема № 5. Прохождение детерминированных сигналов через нелинейные цепи.**

5.1. На вход нелинейного элемента приложено напряжение  $u(t) = 0,2 + 0,8 \cos \omega t$  В. Вычислить величину постоянной составляющей и амплитуду первых гармоник тока на выходе нелинейного элемента, если его вольт-амперная характеристика хорошо аппроксимируется кусочно-линейной с параметрами:  $U_n = 0,6$  В;  $S = 25$  мА/В.

5.2. На вход нелинейного элемента приложено напряжение  $u(t) = 0,4 + 1,6 \cos \omega t$  В. Вычислить величину постоянной составляющей и амплитуду первых гармоник тока на выходе нелинейного элемента, если его вольт-амперная характеристика хорошо аппроксимируется кусочно-линейной с параметрами:  $U_n = 0,8$  В;  $S = 15$  мА/В.

### ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ «Синтез аналоговых фильтров»

1. Расчет исходных данных РГР осуществляется в соответствии с № группой студента, и зависит от n — порядкового номера студента по журналу успеваемости.

Таблица 1 — Расчет исходных данных РГР

Параметр	ПЭ1-XX	ПЭ2-XX
Фильтр	Баттерворта	Чебышева
Циклическая частота полосы пропускания	$\omega_p = 10000 + 200n^*$	$\omega_p = 10000 + 200n^*$
Циклическая частота полосы задержания	$\omega_z = 20000 + 200n^*$	$\omega_z = 20000 + 200n^*$
допуски на максимальное значение неравномерности АЧХ в ПП	$\delta K_p = 0.2$	$\delta K_p = 0.2$
максимальное отклонение АЧХ от нуля в ПЗ	$\delta K_z = 0.1$	$\delta K_z = 0.1$
Сопротивление звеньев фильтра	950 Ом	900 Ом
Форма входного сигнала	ППВИ в шумах	ППКИ в шумах
Параметры входного сигнала	$U_m = 1$ В, $t_u = 4 \cdot 2\pi / \omega_z$ с, $T = 8 \cdot 2\pi / \omega_z$	$U_m = 1$ В, $t_u = 4 \cdot 2\pi / \omega_z$ с, $T = 8 \cdot 2\pi / \omega_z$
Параметры входного шума	$\mu = U_m / 4$ В, $\sigma = U_m / 40$ В.	$\mu = U_m / 8$ В, $\sigma = U_m / 80$ В.

2. Провести синтез аналогового фильтра нижний частот.
3. Провести синтез аналогового фильтра верхних частот.
4. Провести анализ прохождения заданного сигнала через аналоговый фильтр нижний частот.
5. Оформить отчет по расчетно-графической работе.

Отчет должен содержать в себе титульный лист и распечатанные страницы расчетов с графиками и подробными пояснениями. В конце работы обязательно делается вывод.

#### Критерии оценивания РГР:

Расчет ФНЧ — оценка «удовлетворительно».

Расчет ФНЧ и ФВЧ — оценка «хорошо».

Расчет ФНЧ, ФВЧ и прохождение заданного сигнала — оценка «отлично».

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструк-

тивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:  
 - специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудо-

ванием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором (

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся

устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов по спец. " Радиотехника" / С. И. Баскаков .— Изд. 5-е, стер .— М. : Высш. шк., 2005 .— 462 с. : ил. — ISBN 5-06-003843-2 : 434.50.
2. Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : Руководство к решению задач: Учеб. пособие для студентов вузов / С.И. Баскаков .— 2-е изд., перераб. и доп .— М. : Высш. шк., 2002 .— 211, [3] с. : ил. — ISBN 5-06-003994-3 : 45.00.
3. Вадутов, Олег Самигулович. Электроника. Математические основы обработки сигналов : учебник и практикум для академического бакалавриата [по напр. 210100 "Электроника и наноэлектроника"] / О.С. Вадутов ; НИ ТПУ .— М. : Юрайт, 2017 .— 307, [1] с. : ил .— (Университеты России) .— Библиогр.: с. 301 .— ISBN 978-5-534-00780-0 : 766.35.
4. Каганов, Вильям Ильич. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс : учеб. пособие по напр. "Радиотехника" / В.И. Каганов .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ФОРУМ : [ИНФРА-М], 2015 .— 431, [1] с. : ил. — (Высшее образование. Бакалавриат) .— ISBN 978-5-91134-913-4 .— ISBN 978-5-16-009968-2 : 875.76.

### **Дополнительная литература.**

1. Баскаков, Святослав Иванович. Лекции по теории цепей / С. И. Баскаков .— М. : МЭИ; Росвузнаука, 1991 .— 221, [2] с. : ил. — ISBN 5-7046-0027-1 : 18.50.
2. Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов / С.И. Баскаков .— М. : Высш. шк., 2000 .— 462 с. : ил. — ISBN 5-06-003843-2 : 75.33.
3. Каганов, Вильям Ильич. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. для вузов / В. И. Каганов .— М. : Академия, 2003 .— 218 с. : ил. — (Среднее профессиональное образование) .— ISBN 5-7695-1115-X : 91.88.

4. Каганов, Вильям Ильич. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс. : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломированных спец. "Радиотехника" / В. И. Каганов .— М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2005 .— 431 с. : ил. — (Высшее образование) .— ISBN 5-8199-0151-7 : 5-16-002157-4 : 149.00.

**Список авторских методических разработок.**

1. Комплект лекций, в формате мультимедийных презентаций, расположен на сайте кафедры: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1TaFHxVouViKCwwf1-eMPOjpp8ZLtJArs>  
[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR\\_1V9z;](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR_1V9z;)
2. Задания на практические занятия расположены на сайте кафедры:  
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1TaFHxVouViKCwwf1-eMPOjpp8ZLtJArs>  
[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR\\_1V9z;](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR_1V9z;)
3. Задания на лабораторные работы расположен на сайте кафедры:  
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1TaFHxVouViKCwwf1-eMPOjpp8ZLtJArs>  
[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR\\_1V9z;](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR_1V9z;)
4. Задание на расчетно-графическую работу расположен на сайте кафедры:  
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1TaFHxVouViKCwwf1-eMPOjpp8ZLtJArs>  
[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR\\_1V9z;](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR_1V9z;)
5. Вопросы для подготовке к экзамену расположен на сайте кафедры:  
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1TaFHxVouViKCwwf1-eMPOjpp8ZLtJArs>  
[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR\\_1V9z.](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1h5RCcEMe6nhRE5kLK3WDE8jB0gR_1V9z;)

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10