

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики  
и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

Хробостов А.Е.

“10” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.14 Основы теории цепей**  
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины 396 часов/11 з.е.

Промежуточная аттестация: зачёт с оценкой, экзамен

Разработчик: Бирюков В.В., д.т.н., доцент

Нижний Новгород

2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 930 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 15 июня 2021 г. № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 31 мая 2021 г. № 25.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 10 июня 2021 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-о-14.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_

Кабанина Н.И.

*(подпись)*

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>25</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	25
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	26
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>26</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	26
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	27
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>27</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>28</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	28
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	29
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	29
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ .....	30
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	30
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>30</b>
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	30
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	31
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	32

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины являются** изучение свойств и представлений радиотехнических сигналов и анализ их прохождения через линейные и нелинейные цепи.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- ознакомление с основами спектрально-корреляционного анализа сигналов;
- освоение методов анализа цепей во временной области;
- освоение спектрального и операторного методов анализа цепей;
- овладение методами анализа цепей с распределёнными параметрами;
- овладение методами анализа нелинейных цепей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Основы теории цепей» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика» и «Практикум по физике» в объёме первого и второго семестров первого курса.

Дисциплина «Основы теории цепей» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электроника», «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Электропитание устройств систем телекоммуникаций», «Передающие устройства СВЧ-диапазона», «Приемные устройства СВЧ-диапазона».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общие инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ОПК-1</b>								
<i>Математика.</i>								
<i>Дискретная математика</i>								
<i>Физика.</i>								
<i>Основы теории цепей.</i>								
<i>Общая теория связи</i>								
<i>Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях</i>								
<i>Теория вероятностей и математическая статистика.</i>								
<b>ОПК-2</b>								
<i>Физика.</i>								
<i>Основы теории цепей</i>								
<i>Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях</i>								
<b>ОПК-4</b>								
<i>Математика.</i>								
<i>Основы теории цепей</i>								
<i>Инженерная и компьютерная графика</i>								
<i>Теория вероятностей и математическая статистика.</i>								

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
ОПК- 1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.3. Использует математические методы для решения задач инженерной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы Кирхгофа, переходные процессы в цепях 1-го и 2-го порядков (ИОПК-1.3);</li> <li>- методы расчета токов, напряжений и мощности при гармоническом воздействии (ИОПК-1.3);</li> <li>- спектральные методы анализа цепей и свойства преобразований Фурье и Лапласа (ИОПК-1.3);</li> <li>- процессы передачи токов и напряжений в длинных линиях (ИОПК-1.3);</li> <li>- типы, характеристики и методы описания многополюсников (ИОПК-1.3).</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять дифференциальные уравнения для цепей 1-го и 2-го порядков (ИОПК-1.3);</li> <li>- решать задачи нахождения токов и напряжений во временной и частотной областях (ИОПК-1.3);</li> <li>- находить спектры Фурье сигналов и производить анализ прохождения сигналов через линейные цепи спектральными методами Фурье и Лапласа (ИОПК-1.3);</li> <li>- решать задачи передачи токов и напряжений в длинных линиях (ИОПК-1.3);</li> <li>- находить параметры четырёхполюсников (ИОПК-1.3).</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами (ИОПК-1.3);</li> <li>- методом комплексных амплитуд (ИОПК-1.3);</li> <li>методами анализа цепей во временной и частотной областях (ИОПК-1.3);</li> <li>- методами нахождения спектров и корреляционных функций сигналов (ИОПК-1.3);</li> <li>- методами теории ориентированных графов (ИОПК-1.3).</li> </ul>	Отчеты по лабораторным работам  Вопросы для устного собеседования: билеты

<p>ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>ИОПК-2.2. Самостоятельно производит экспериментальные исследования и оценивает данные, получаемые в результате выполнения поставленных задач</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений (ИОПК-2.2);</li> <li>- способы подключения измерительных приборов к участкам цепи (ИОПК-2.2);</li> <li>- методы измерений частотных характеристик цепи (ИОПК-2.2);</li> <li>- методы измерений спектральных характеристик токов и напряжений (ИОПК-2.2).</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить экспериментальные измерения токов и напряжений в цепи (ИОПК-2.2);</li> <li>- оформлять результаты измерений в виде графиков и таблиц (ИОПК-2.2).</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа результатов экспериментальных измерений (ИОПК-2.2);</li> <li>- навыками применения компьютерных программ для обработки результатов измерений (ИОПК-2.2);</li> <li>- навыками представления полученных данных для составления отчетов (ИОПК-2.2).</li> </ul>	<p>Отчеты по лабораторным работам</p>	<p>Вопросы для устного собеседования: билеты</p>
<p>ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации</p>	<p>ИОПК-4.3. Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для исследования процессов в радиотехнических цепях и подготовки отчетов с учетом требований нормативной документации</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные программные средства для выполнения расчетов (MathCad) (ИОПК-4.3);</li> <li>- возможности стандартного программного обеспечения для обработки результатов измерений (ИОПК-4.3).</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять программные средства для математического моделирования (MathCad) (ИОПК-4.3);</li> <li>- использовать стандартное программное обеспечение для обработки результатов измерений (ИОПК-4.3).</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки и представления полученных данных для составления отчетов с учетом требований нормативной документации (ИОПК-4.3).</li> </ul>	<p>Отчеты по лабораторным работам</p>	<p>Вопросы для устного собеседования: билеты</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 11 зач.ед. 396 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего	В т.ч. по семестрам	
		3 сем	4 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>396</b>	<b>162</b>	<b>234</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>178</b>	<b>89</b>	<b>89</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>170</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	68	34	34
лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (КР) (консультация, защита)			2
текущий контроль, консультации по дисциплине	8	4	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>182</b>	<b>73</b>	<b>109</b>
курсовая работа (КР) (подготовка)			36
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	182	73	73
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>36</b>	-	<b>36</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
<b>3 СЕМЕСТР</b>											
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	Раздел 1 Основные законы и общие методы анализа электрических цепей во временной области										
	Тема 1.1. Элементы электрических цепей и их математические модели.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Практическое занятие 1. Основные законы и общие методы анализа электрических цепей.			2,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».				
	Тема 1.2. Соединения элементов. Законы соединений. Топологические уравнения цепи.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	Тема 1.3. Анализ процессов в простейших электрических цепях. Переходная и импульсная характеристики цепи.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг,				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
<b>Практическое занятие 2.</b> Режим негармонических воздействий.				2,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
<b>Лабораторная работа №1.</b> Амплитудно-частотная характеристика RC-цепи		6,0				Подготовка к ЛР [6.3.2], [6.3.8]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента).		
<b>Тема 1.4.</b> Электрические цепи при гармоническом воздействии.	1,0					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
<b>Практическое занятие 3.</b> Электрические цепи при гармоническом воздействии.				2,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
<b>Практическое занятие 4.</b> Анализ сложных электрических цепей.				2,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
<b>Лабораторная работа №2</b> Переходная и импульсная ха-		11,0				Подготовка к ЛР	Круглый стол (обсуждение полученных резуль-		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	рактеристики RC-цепи					[6.3.2], [6.3.8]	татов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента).				
	<b>Тема 1.5.</b> Комплексное представление гармонических сигналов.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	<b>Тема 1.6.</b> Анализ сложных электрических цепей.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				19,0						
	<b>контрольная работа</b>			2,0			Обсуждение результатов контрольной работы.				
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>10,00</b>	<b>17,00</b>	<b>10,00</b>	<b>19,00</b>						
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Раздел 2.</b> Анализ электрических цепей в частотной области										
	<b>Тема 2.1.</b> Спектральное представление сигналов в электрических цепях.	2,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	<b>Тема 2.2.</b> Анализ прохождения сигналов через цепи спектральным методом	2,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4],	Презентации с использованием различных вспомогательных				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	дом.					[6.2.1], [6.2.3]	средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 5.</b> Спектральный метод анализа цепей			4,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Тема 2.3.</b> Преобразование Лапласа и его свойства.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Тема 2.4.</b> Применение операторного метода для анализа цепей	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 6.</b> Операторный метод анализа цепей.			2,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b>				18,0				
	<b>контрольная работа</b>			2,0			Обсуждение результатов контрольной работы.		
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>8,0</b>		<b>8,0</b>	<b>18,0</b>				
ОПК-1	<b>Раздел 3. Цепи с распределенными параметрами</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Тема 3.1.</b> Основы теории линий передачи. Телеграфные уравнения	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Тема 3.2.</b> Гармонические волны в длинных линиях.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 7.</b> Гармонические волны в длинных линиях.			4,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Тема 3.3.</b> Входное сопротивление линии. Круговая диаграмма полных сопротивлений.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 8.</b> Входное сопротивление линии. Круговая диаграмма полных сопротивлений			2,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Тема 3.4.</b> Анализ импульсных процессов в длинных линиях	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4],	Презентации с использованием различных вспомогательных		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
					[6.2.1], [6.2.3], [6.2.4]		средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b>				18,0						
	<b>контрольная работа</b>			2,0			Обсуждение результатов контрольной работы.				
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>8,00</b>		<b>8,00</b>	<b>18,00</b>						
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Раздел 4. Четырехполюсники</b>										
	<b>Тема 4.1.</b> Виды четырехполюсников, их свойства.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Тема 4.2.</b> Связь между элементами различных матриц четырехполюсников, соединения четырехполюсников.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Практическое занятие 9.</b> Связь между элементами различных матриц четырехполюсников, соединения четырехполюсников.			3,0	Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».					
	<b>Тема 4.3.</b> Волновые матрицы четырехполюсников.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.5]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
							проекторов и т.п.		
<b>Тема 4.4.</b> Ориентированные графы и их применение к расчету характеристик устройств	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.6]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.			
<b>Практическое занятие 10.</b> Ориентированные графы и их применение к расчету характеристик устройств			3,0		Подготовка к ПЗ [6.3.2], [6.3.3], [6.3.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».			
<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>				18,0					
<b>контрольная работа</b>			2,0			Обсуждение результатов контрольной работы.			
<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>8,0</b>		<b>8,0</b>	<b>18,0</b>					
<b>ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>73</b>					
<b>4 СЕМЕСТР</b>									
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Раздел 5. Основы спектрально-корреляционного анализа</b>								
	<b>Тема 5.1.</b> Энергетический спектр, АКФ и ВКФ сигнала, их взаимосвязь.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Лабораторная работа №3</b> Спектральные характеристики сигналов		8,0			Подготовка к ЛР [6.3.7], [6.3.9]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности экспе-		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							римента).		
<b>Тема 5.2.</b> Виды модуляции. Модулированные сигналы и их свойства. Векторное представление модулированных сигналов.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.			
<b>Практическое занятие 11.</b> . Модулированные сигналы и их свойства.				3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».			
<b>Тема 5.3.</b> Аналитический сигнал. Комплексная огибающая узкополосного сигнала.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.			
<b>Тема 5.4.</b> Дискретизация сигнала. Теорема Котельникова.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.			
<b>Практическое занятие 12.</b> Аналитический сигнал. Комплексная огибающая узкополосного сигнала.				3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».			
<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b>					16,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
контрольная работа				2,0			Обсуждение результатов контрольной работы.				
Итого по 5 разделу		8,0	8,0	8,0	16,0						
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Раздел 6. Случайные сигналы и помехи</b>										
	<b>Тема 6.1.</b> Математическое описание случайных сигналов. Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов.	3,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Тема 6.2.</b> Теорема Винера Хинчина. Понятие белого шума.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Практическое занятие 13.</b> . Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов.			3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».					
	<b>Лабораторная работа №4</b> Прохождение случайных сигналов через линейные цепи		9,0		Подготовка к ЛР [6.3.7], [6.3.9]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента).					
	<b>Тема 6.3.</b> Узкополосный случайный процесс. Огибающая и фаза узкополосного случайного процесса.	3,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг,					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 14.</b> Огибающая и фаза узкополосного случайного процесса.			3,0		Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:</b>				15,0				
	<b>контрольная работа</b>			2,0			Обсуждение результатов контрольной работы.		
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>8,0</b>	<b>9,0</b>	<b>8,0</b>	<b>15,0</b>				
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Раздел 7. Методы анализа линейных систем.</b>								
	<b>Тема 7.1.</b> Прохождение модулированных сигналов через линейные избирательные цепи.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Тема 7.2.</b> Линейные системы с обратной связью. Устойчивость линейных систем с ОС.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 15.</b> Прохождение модулированных сигналов через линейные избирательные цепи.			3,0		Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Тема 7.3.</b>	2,0				Подготовка к	Презентации с исполь-		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	Воздействие случайных сигналов на линейные цепи.				лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	зование различными вспомогательными средствами: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Тема 7.4.</b> Понятие оптимальной (согласованной) линейной фильтрации.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Практическое занятие 16.</b> Устойчивость линейных систем с ОС.			3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:</b>				15,0						
	<b>контрольная работа</b>			2,0		Обсуждение результатов контрольной работы.					
	<b>Итого по 7 разделу</b>	<b>8,0</b>		<b>8,0</b>	<b>15,0</b>						
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Раздел 8. Методы анализа нелинейных электрических цепей</b>										
	<b>Тема 8.1.</b> Нелинейные цепи. Детектирование сигналов. Умножение и преобразование частоты сигналов.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.					
	<b>Тема 8.2.</b> Преобразование случайных сигналов в безынерционных НЦ.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3],	Презентации с использованием различных вспомогательных					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
					15,0	[6.2.2]	средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Практическое занятие 17.</b> Детектирование сигналов. Умножение и преобразование частоты сигналов.			3,0	Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Тема 8.3.</b> Анализ прохождения случайных процессов в инерционных НЦ.	1,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Тема 8.4.</b> Генерирование сигналов, основные типы генераторов.	2,0			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книги, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	<b>Практическое занятие 18.</b> Генерирование сигналов			2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:</b>				15,0			
	<b>контрольная работа</b>			2,0		Обсуждение результатов контрольной работы.		
	<b>Итого по 8 разделу</b>	<b>7,0</b>		<b>7,0</b>	<b>15,0</b>			
ОПК-1	<b>Раздел 9. Принципы цифровой фильтрации</b>							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.2 ОПК-4 ИОПК-4.3	<b>Тема 9.1.</b> Методы анализа цифровых фильтров	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	<b>Тема 9.2.</b> Импульсные характеристики ЦФ. Фильтры с конечными и бесконечными импульсными характеристиками.	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3], [6.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.				
	<b>Практическое занятие 19.</b>			3,0		Подготовка к ПЗ [6.1.5]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:</b>				12,0						
	<b>Итого по 9 разделу</b>	<b>3,0</b>		<b>3,0</b>	<b>12,0</b>						
	<b>Курсовая работа (КР)</b>				36,0						
	<b>ИТОГО ЗА 4 СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>109</b>						
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>68</b>	<b>182</b>						

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачёта с оценкой во 2 и экзамена в 3 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК- 1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.3. Использует математические методы для решения задач инженерной деятельности	Не знает законы Кирхгофа, переходные процессы в цепях 1-го и 2-го порядков, методы расчета токов, напряжений и мощности при гармоническом воздействии, спектральные методы анализа цепей и свойства преобразований Фурье и Лапласа, процессы передачи токов и напряжений в длинных, типы, характеристики и методы описания многополюсников. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Может сформулировать основные законы теории цепей, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Может сформулировать основные законы теории цепей, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Твердо знает основные законы теории цепей, Вывод и доказательства основных теорем и положений. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИОПК-2.2. Самостоятельно производит экспериментальные исследования и оценивает данные, получаемые в результате выполнения поставленных задач	Не знает методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений, способы подключения измерительных приборов к участкам цепи, методы измерений частотных характеристик цепи, методы измерений спектральных характеристик токов и напряжений.	Знает методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений, способы подключения измерительных приборов к участкам цепи, методы измерений частотных характеристик цепи, методы измерений спектральных характеристик токов и напряжений, допуская ошибки.	Знает методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений, способы подключения измерительных приборов к участкам цепи, методы измерений частотных характеристик цепи, методы измерений спектральных характеристик токов и напряжений.	Твёрдо знает методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений, способы подключения измерительных приборов к участкам цепи, методы измерений частотных характеристик цепи, методы измерений спектральных характеристик токов и напряжений.

				жений, допуская небольшие неточности.	
ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ИОПК-4.3. Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для исследования процессов в радиотехнических цепях и подготовки отчетов с учетом требований нормативной документации	Не знаком с современными программными средствами для выполнения расчетов, с возможностями стандартного программного обеспечения для обработки результатов измерений.	Слабо знаком с современными программными средствами для выполнения расчетов, с возможностями стандартного программного обеспечения для обработки результатов измерений.	Знает возможности современных программных средств для выполнения расчетов, возможности стандартного программного обеспечения для обработки результатов измерений, допуская небольшие неточности.	Демонстрирует уверенное владение современными программными средствами для выполнения расчетов, знает возможности стандартного программного обеспечения для обработки результатов измерений.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1.1. Астайкин, А.И. Основы теории цепей, т.1./ А.И.Астайкин, А.П.Помазков, - М.: Академия, 2009. -313 с.

6.1.2. Астайкин, А.И. Основы теории цепей, т.2./ А.И.Астайкин, А.П.Помазков, - М.: Академия, 2009. -279 с.

6.1.3. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник/ С.И.Баскаков.- М.: Высш.шк, 2010. – 462 с.

6.1.4. Попов, В.П. Основы теории цепей: учебник/ В.П.Попов,-М.: Высшая школа, 2003.

6.1.5. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач/ С.И. Баскаков.- М.: Высшая школа, 2002, 214 с.

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Крылов, В.В. Основы теории цепей. / В.В. Крылов, С.Я. Корсаков.- М.: Высш.шк, 1990.

6..2.2. Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы./ И.С. Гоноровский.- М.: Сов. радио, 1986.

6.2.3. Фриск, В.В. Основы теории цепей/ В.В.Фриск.- М.:РадиоСофт, 2002.

6.2.4. Ефимов, И.Е. Радиочастотные линии передачи/ И.Е. Ефимов, Г.А. Останькович.- М.: Связь, 1971.

6.2.5. Фельдштейн, А.Л. Синтез четырехполюсников и восьмиполюсников на СВЧ/ А.Л.Фельдштейн, Л.Р.Явич.- М.: Связь,1971.

6.2.6. Силаев, М.А. Приложение матриц и графов к анализу СВЧ устройств/ М.А.Силаев, С.Ф.Брянцев.- М.: Советское радио, 1970.

### **6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Основы теории цепей» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Основы теории цепей».

6.3.2. Бирюков В.В., Павловский О.П Теория электрических цепей, ч.1 Н.Н.: НГТУ, 2007 Методическое пособие по решению задач.

6.3.3. Бирюков В.В. Теория электрических цепей, ч.2 Н.Н.: НГТУ, 2007 Методическое пособие по решению задач.

6.3.4. Бирюков В.В. Теория электрических цепей, ч.3 Н.Н.: НГТУ, 2007 Методическое пособие по решению задач.

6.3.5. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Основы теории цепей».

6.3.6. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Основы теории цепей».

6.3.7. Бирюков В.В., Грачев В.А., Мигунов А.С., Попов Е.А. Спектральные характеристики сигналов Н.Н.: НГТУ, 2014 Методические указания к лабораторной работе.

6.3.8. Бирюков В.В., Грачев В.А., Кожевникова Т.В. Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи Н.Н.: НГТУ, 2014 Методические указания к лабораторной работе.

6.3.9. Бирюков В.В., Грачев В.А., Кожевникова Т.В. Прохождение случайных сигналов через линейные цепи Н.Н.: НГТУ, 2014 Методические указания к лабораторной работе.

6.3.10. Бирюков В.В., Захаров С.Ю., Новосёлова Н.А. Линейные цепи с обратной связью Н.Н.: НГТУ, 2014 Методические указания к лабораторной работе.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественно-го производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к лицам с ограниченными возможностями их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Для проведения лекционных демонстраций имеется мультимедийный проектор.

Лабораторные работы проводятся в 5 корпусе в оснащённой необходимым оборудованием лаборатории 5234:

- осциллографы;
- источники сигналов;
- вольтметры;
- комбинированный прибор;
- лабораторные макеты исследуемых цепей;
- анализатор спектра;
- векторный анализатор цепей.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Основы теории цепей», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам

проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom. Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта с оценкой и экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответства результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

### **10.6. Методические указания для выполнения курсовой работы**

Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

## Примерная тематика курсовых работ

1. Анализ прохождения модулированных сигналов через частотно-избирательные цепи.
2. Сравнительный анализ спектров манипулированных сигналов.
3. Расчёт АЧХ и ФЧХ частотно-избирательной цепи.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачёт с оценкой в 3 семестре и экзамен в 4 семестре.

**Защита курсовой работы.** Результаты защиты курсовой работы выставляются по четырёхбалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно").

### 11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

### 11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации

#### 11.2.1. Вопросы к зачёту, проводимому по окончании третьего семестра

1. Элементы электрической цепи и их математические модели. Использование функции Хевисайда для динамического представления произвольного сигнала.
2. Соединения элементов (узел, цепочка, контур). Законы соединений. Топологические уравнения цепи. Система уравнений электрического равновесия.
3. Процессы в простейших электрических цепях (R-цепи, RC-цепи, RL-цепи). Переходная и импульсная характеристики цепи. Интегралы Дюамеля с использованием переходной и импульсной характеристики.
4. Электрические процессы в целях второго порядка Свободные колебания. Анализ RLC-цепи. Переходная характеристика.
5. Анализ RLC -цепи при произвольном воздействии. Вывод выражений для импульсных характеристик тока и напряжения на конденсаторе.
6. Электрические цепи при гармоническом воздействии. Комплексное представление гармонических сигналов. Уравнения элементов. Анализ цепей при гармонических воздействиях. Правила Кирхгофа. Условия передачи максимума мощности в нагрузку.
7. Система уравнений для сложной цепи и ее решение (введение вектора состояния, вектора источников, выходного вектора, запись уравнений в матричной форме, их решение. Переходная и импульсная характеристики.).
8. Понятие спектрального анализа цепи. Спектры сигналов по тригонометрическим функциям. Спектр последовательности прямоугольных импульсов.
9. Интегральный спектр Фурье. Прямое и обратное преобразование. Основные свойства.

10. Спектральная плотность наиболее распространенных сигналов ( $\delta$ -функция, гармонический сигнал, постоянное напряжение, ф-я Хевисайда, экспоненциальный импульс).
11. Анализ цепей в частотной области. Понятие комплексной частотной характеристики. Связь КЧХ и импульсной характеристики. Решение задачи о воздействии сигнала в виде прямоугольного импульса на RC-цепь.
12. Операторный метод анализа цепей. Преобразование Лапласа и его свойства. Понятие вычета функции.
13. Цепи с распределенными параметрами, вывод телеграфных уравнений.
14. Основные уравнения передачи длинной линии.
15. Гармонические волны в длинных линиях.
16. Свойства отрезков длинных линий без потерь.
17. Входное сопротивление линии. Круговая диаграмма полных сопротивлений.
18. Анализ импульсных процессов в длинных линиях.
19. Матричное описание четырехполюсников.
20. Виды четырехполюсников и их свойства.
21. Соотношения между матрицами четырехполюсников.
22. Ориентированные графы и их применение к расчету характеристик устройств.
23. Отыскание решения для ориентированных графов с помощью правила некасающегося контура.
24. Отыскание решений путем упрощения ориентированных графов

### **11.2.2. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании четвёртого семестра**

1. Основные понятия и определения: сообщение, канал связи, радиоканал, их основные характеристики.
2. Понятие спектрального анализа. Обобщенные ряды Фурье. Нелинейные методы спектрального анализа.
3. Энергетический спектр, АКФ и ВКФ сигнала, их взаимосвязь.
4. Виды модуляции. Векторное представление модулированных сигналов.
5. АМ-сигналы и их свойства.
6. Угловая модуляция. ФМ, ЧМ-сигналы и их спектры.
7. Аналитический сигнал. Комплексная огибающая узкополосного сигнала. Понятие базы сигнала.
8. Дискретизация сигнала. Теорема Котельникова. Информационная емкость сигнала. Спектры дискретизированного сигнала.
9. Принципы математического описания случайных сигналов. Случайные сигналы и помехи.
10. Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума.
11. Узкополосный случайный процесс. Огибающая и фаза узкополосного случайного процесса. Распределение мгновенной амплитуды узкополосного случайного процесса.
12. Методы анализа линейных систем. Прохождение модулированных сигналов через избирательные цепи.
13. Линейные системы с обратной связью. Устойчивость линейных систем с ОС.
14. Воздействие случайных сигналов на линейные цепи. Методы анализа прохождения случайных процессов на ЛС.
15. Нелинейные цепи. Методы анализа нелинейных электрических цепей.
16. Детектирование сигналов. Умножение и преобразование частоты сигналов.
17. Преобразование случайных сигналов в безынерционных НЦ.
18. Анализ прохождения случайных процессов в инерционных НЦ.
19. Генерирование сигналов, основные типы генераторов.

20. Принципы цифровой фильтрации, синтез КИХ и БИХ фильтров, импульсные характеристики ЦФ.
21. Понятие оптимальной (согласованной) фильтрации, Частотные, временные и энергетические характеристики СФ.
22. Методика синтеза СФ.

### 11.3. Типовые задания для текущего контроля

#### 11.3.1. Типовые задания для текущего контроля в 3 семестре

1. Источник ЭДС, линейно изменяющейся во времени по закону  $e(t) = 3,0 \cdot 10^6 \cdot t$ , В, подключается к внешним цепям в момент 1 мкс. Записать математическую модель для напряжения на выходе источника.
2. Используя интеграл Дюамеля, получить аналитическое выражение с использованием функции Хевисайда, описывающее прямоугольный импульс.
3. Используя интеграл Дюамеля, получить аналитическое выражение с использованием функции Хевисайда, описывающее прямоугольный импульс, задержанный на время  $\tau_3$ .
4. Используя интеграл Дюамеля, получить аналитическое выражение с использованием единичной функции, описывающее треугольный импульс.
5. В ходе эксперимента была зафиксирована осциллограмма сигнала. Предложите по возможности простой графический способ проверки гипотезы, состоящей в том, что полученная кривая является экспонентой.
6. Найти напряжение на зажимах цепи, приведенной на рис.1, если  $R=1$  Ом,  $L=1$  Гн,  $C=1$  Ф. Ток, протекающий через эту цепь, имеет форму, приведенную на рис.2.

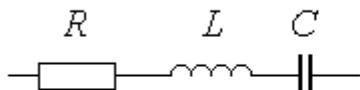


Рис. 1

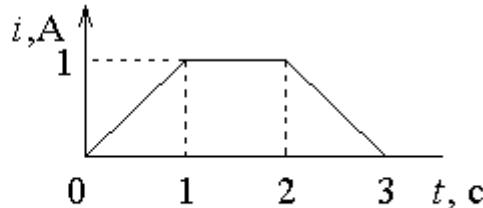


Рис. 2

7. Найти ток через источник напряжения  $e(t)$  в схеме, приведенной на рис.1, если  $R=1$  Ом,  $L=1$  Гн,  $C=1$  Ф. Напряжение источника имеет форму, приведенную на рис.2.

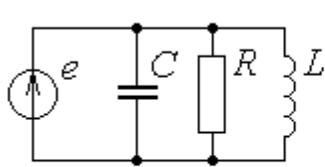


Рис.1

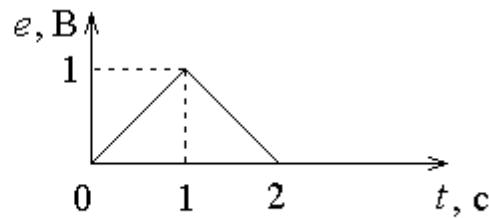
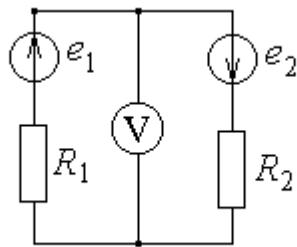


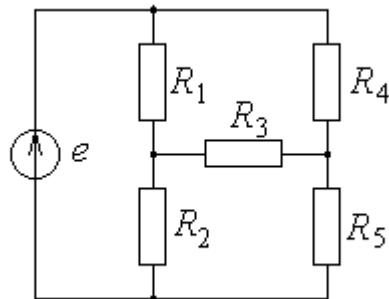
Рис.2

8. Определить показание вольтметра, включенного в цепь, показанную на рисунке. Сопротивление вольтметра считать бесконечно большим по сравнению с  $R_1$  и  $R_2$ .

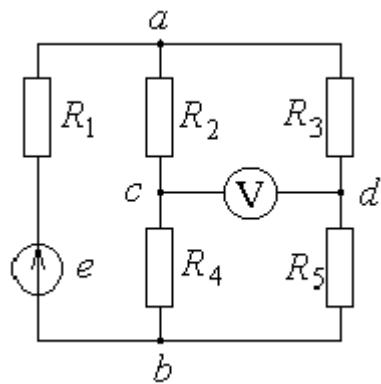


$$e_1=40 \text{ В}, e_2=10 \text{ В}, R_1=5 \text{ Ом}, R_2=5 \text{ Ом}.$$

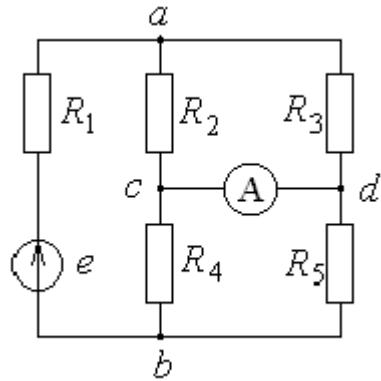
9. Для цепи, представленной на рисунке, определить условия равенства нулю тока через сопротивление  $R_3$  (условия баланса моста).



10. Определить показание вольтметра (см. рис.), включенного между точками  $c$  и  $d$ , считая, что  $R_1=10 \text{ Ом}, R_2=R_3=R_5=25 \text{ Ом}, R_4=50 \text{ Ом}, e=120 \text{ В}$ .

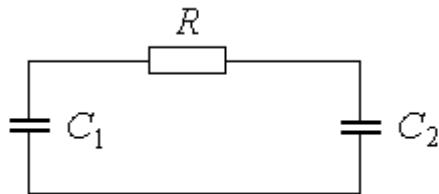


11. Определить ток через амперметр в цепи, изображенной на рис. Сопротивление амперметра считать равным 0.

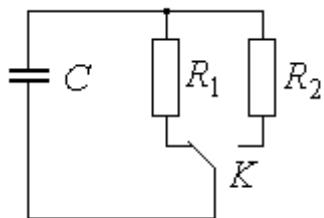


12. Для измерения тока применены амперметры с пределами измерений 5 и 2,5 А и шунт, сопротивление которого неизвестно. Первый амперметр, включенный вместе с шунтом в некоторую цепь, показал ток 3,6 А. Второй - с тем же шунтом - ток 2 А. Сопротивления амперметров  $R_1=0,002 \text{ Ом}, R_2=0,004 \text{ Ом}$ . Чему равен ток цепи?

13. Для цепи, приведенной на рис., найти зависимость от времени напряжений на емкостях, если при  $t=0$   $u_{C_1}(0)=u_{0_1}$ ,  $u_{C_2}(0)=u_{0_2}$ .



14. В приведенной на рис. схеме ключ  $K$  переключает сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ . Начальное напряжение емкости  $u_C(0)=u_0$ . Построить качественный график (осциллограмму) напряжения  $u_C(t)$  и тока  $i_C(t)$ .



15. Показать, что если воздействующая ЭДС является интегралом от некоторого напряжения  $u(t)$ , то результатом воздействия будет интеграл от напряжения, являющегося результатом воздействия  $u(t)$ .

16. Показать, что если воздействующая ЭДС является производной от некоторого напряжения  $u(t)$ , то результатом воздействия будет производная от напряжения, являющегося результатом воздействия  $u(t)$ .

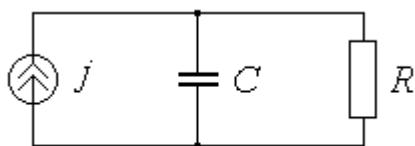
17. Получить аналитическое выражение для выходного напряжения интегрирующей RC-цепи, если напряжение на входе имеет вид  $e(t)=E_0 \cos \omega t$ .

18. Получить аналитическое выражение для выходного напряжения дифференцирующей RC-цепи при воздействии прямоугольного импульса.

19. Получить аналитическое выражение для выходного напряжения дифференцирующей RC-цепи при воздействии напряжения вида  $e(t)=E_0 \cos \omega t$ .

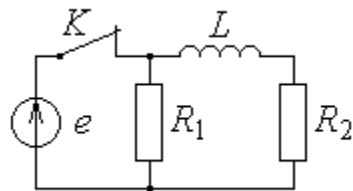
20. Рассмотреть RC-цепь вида, приведенного на рис. Показать, что она описывается уравнением

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C = \frac{1}{\tau} e.$$



21. На LR-цепь, в которой  $L=0,2$  Гн;  $R=0,2$  Ом, подано напряжение  $e(t)=E_0 \cos \omega t$ , где  $E_0=1$  В. Определить напряжения на индуктивности и сопротивлении через 1 с.

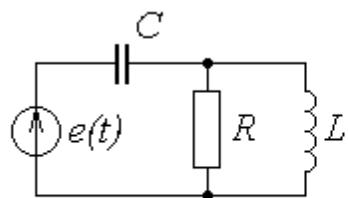
22. В RL-цепи, представленной на рис., ключ  $K$  в момент времени  $t = t_1$  размыкается.,  $e(t) = E_0 1(t)$ . Найти аналитическое выражение для тока через сопротивление  $R_2$  и построить его осциллограмму.



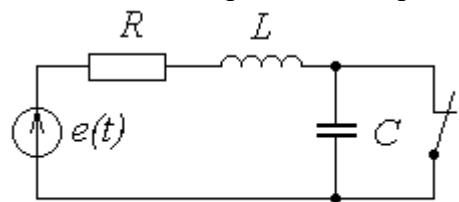
23. В последовательном резонансном контуре  $R=2$  Ом,  $L=1 \cdot 10^{-6}$  Гн. Определить диапазон изменения емкости, при котором будет иметь место апериодический режим.

24. Данна цепь, приведенная на рис.  $e(t) = E_0 \cdot 1(t)$ ;  $C=16$  мкФ;  $L=1$  Гн;  $R=100$  Ом.

Определить предельное значение  $R$ , при котором осуществляется колебательный режим в цепи. Найти напряжение на  $R$  и  $L$ , считая, что  $u_C(0)=0$ ;  $i_L(0)=0$ ;  $E_0 = 30$  в.

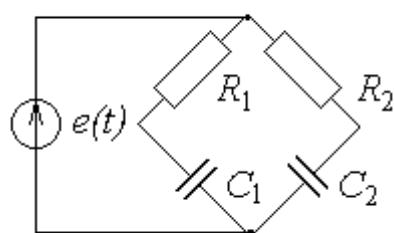


25. Схема цепи приведена на рис.

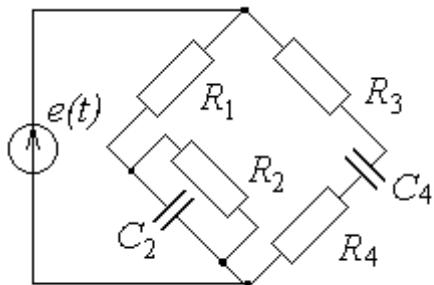


В момент  $t=0$  ключ  $K$  размыкается. Найти выражение для тока, протекающего через индуктивность, если  $e(t) = E_0$ , режим в цепи - колебательный.

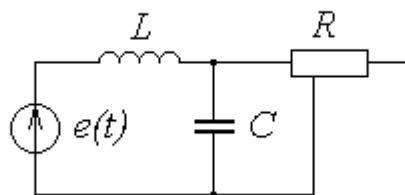
26. Данна мостовая цепь, схема которой приведена на рис. Величины  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_2$  - заданы. Определить величину  $C_1$ , исходя из условий равновесия моста.



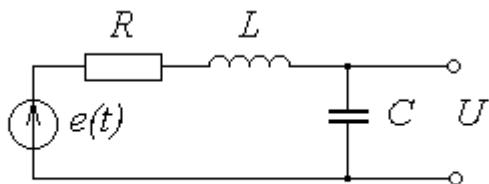
27. Данна мостовая цепь, схема которой приведена на рис.70. Показать, что при равновесии моста выполняется условие  $\omega^2 = \frac{1}{R_2 R_4 C_2 C_4}$ .



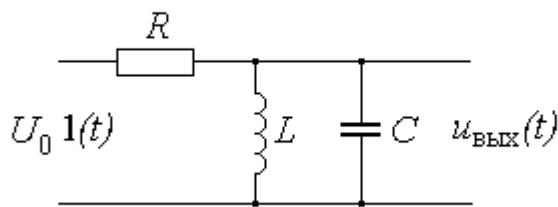
28. Данна цепь, схема которой приведена на рис. Найти зависимость тока и фазы тока от R при  $\omega^2 = \frac{1}{2LC}$ .



29. Дан последовательный резонансный контур, схема которого приведена на рис. Дано:  $e(t) = A_0 \cos(\omega t)$ . Определить амплитуду напряжения на емкости в зависимости от частоты  $\omega$ .

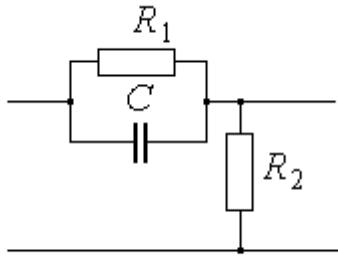


30. Данна цепь, схема которой приведена на рис. В момент  $t = 0$  подается напряжение  $U_0 = 125$  В. Данные цепи: а)  $R=250$  Ом,  $L=667$  мкГн,  $C=2$  мкФ; б)  $R=100$  Ом,  $L=40$  мкГн,  $C=1$  мкФ; в)  $R=100$  Ом,  $L=40$  мкГн,  $C=5$  мкФ. Определить зависимости напряжения на емкости от времени.

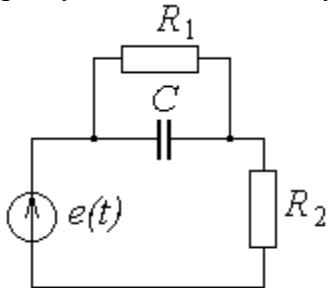


31. На вход интегрирующей RC-цепи в момент  $t = 0$  подается напряжение  $e(t) = A \cos(\omega t) 1(t)$ . Определить напряжение на выходе цепи.

32. Схема цепи приведена на рис. Определить переходную характеристику цепи.



33. На вход цепи подан сигнал  $e(t) = 100(1 - e^{-2t})$  В. Определить выходное напряжение при нулевых начальных условиях.



### 11.3.2. Типовые задания для текущего контроля в 4 семестре

- Найти взаимный энергетический спектр двух одинаковых прямоугольных видеоимпульсов (амплитуда  $U_0$ , длительность  $T_0$ ) в зависимости от сдвига  $t_0$  между ними.
- Найти энергетический спектр экспоненциального видеоимпульса  $u(t) = U_0 e^{-\alpha t} 1(t)$ .
- Найти эффективную ширину спектра экспоненциального видеоимпульса  $u(t) = U_0 e^{-\alpha t} 1(t)$ , определив ее как полосу частот, в пределах которой сосредоточено 90% энергии сигнала.
- Найти функцию автокорреляции экспоненциального видеоимпульса  $u(t) = U_0 e^{-\alpha t} 1(t)$ .
- Видеоимпульс гауссова типа задан функцией  $u(t) = U_0 e^{-\beta t^2}$ ,  $\beta = 6 \cdot 10^{17} \text{ c}^{-2}$ . Определить, какая доля от общей энергии этого импульса заключена в полосе частот от 0 до 1,5 МГц.
- Найти функцию автокорреляции сигнала, спектральная плотность которого вещественна и постоянна ( $S_0$ ) в пределах интервала частот  $[\omega_1, \omega_2]$ .
- Амплитудно-модулированное колебание описывается формулой  $u(t) = 130[1 + 0.25 \cos(100t + 30^\circ) + 0.75 \cos(300t + 45^\circ)] \cos(10^5 t + 60^\circ)$ . Изобразить спектральную диаграмму этого сигнала, вычислив как амплитуды, так и начальные фазы всех спектральных составляющих.
- Амплитудно-модулированный ток  $i(t) = 200(1 + 0.8 \cos 4 \cdot 10^3 t) \cos 6 \cdot 10^6 t$  протекает по резистивной нагрузке в 75 Ом. Определить а) пиковую мощность, развиваемую источником; б) среднюю мощность в нагрузке; в) относительную долю мощности, сосредоточенную в несущем колебании.

9. ЧМ-сигнал с амплитудой 2,7 В характеризуется мгновенной частотой, изменяющейся во времени по закону  $\omega(t) = 10^9 (1 + 10^{-4} \cos 2 \cdot 10^3 t)$ . Найти индекс модуляции и записать математическую модель такого сигнала.

10. Определить индекс угловой модуляции ЧМ-сигнала, промодулированного низкой частотой  $F = 10 \text{ кГц}$ , если несущая частота  $f_0 = 180 \text{ МГц}$ , а максимальное значение частоты  $f_{\max} = 182.5 \text{ МГц}$ .

11. Имеется ФМ-сигнал однотонального типа с частотой модуляции  $\Omega = 10^4 \text{ с}^{-1}$ . При какой девиации частоты в спектре этого сигнала будут отсутствовать составляющие на частотах  $\omega_0 \pm \Omega$ ?

12. Построить спектральную диаграмму ЧМ-сигнала с амплитудой 35 В и индексом  $m = 3$ .

13. Входная цепь радиоприемного устройства содержит колебательный контур, настроенный на несущую частоту  $f_0 = 64 \text{ МГц}$ . Добротность контура  $Q = 30$ . Можно ли использовать эту схему для приема ЧМ-сигнала, частота которого изменяется по закону

$$f(t) = f_0 (1 + 0.015 \cos 2.8 \cdot 10^3 t) ?$$

14. Идеальный низкочастотный сигнал имеет модуль спектральной плотности, равный  $5.5 \cdot 10^{-4} \text{ В} \cdot \text{с}$  в полосе частот от нуля до 25 кГц. Определить максимальную величину мгновенного значения такого сигнала.

15. Найти выражение для комплексной огибающей импульса включения гармонической э.д.с. при нулевых начальных условиях.

16. Определить комплексную огибающую сигнала с однотональной угловой модуляцией:

$$u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + m \sin \Omega t).$$

17. Вычислить аналитический сигнал, отвечающий радиоимпульсу с прямоугольной огибающей  $u(t) = U_0 [\sigma(t) - \sigma(t - \tau_u)] \cos \omega_0 t$ .

18. Спектр идеального полосового сигнала ограничен частотами  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . Найти значение мгновенной частоты сигнала.

19. Стационарный случайный процесс  $X(t)$  имеет энергетический спектр

$$F_x(\omega) = \begin{cases} F_0 & \omega_1 < \omega < \omega_2 \\ 0 & \omega < \omega_1; \omega > \omega_2 \end{cases}.$$

Реализации процесса представлены в виде  $x(t) = A(t) \cos \omega_0 t - B(t) \sin \omega_0 t$ , где

$$\omega_0 = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}.$$

Найти автокорреляционные функции  $K_A(\tau), K_B(\tau)$  и взаимную корреляционную функцию  $K_{A,B}(\tau)$ .

20. Узкополосный нормальный случайный процесс  $X(t)$  имеет функцию автокорреляции  $K_x(\tau) = \sigma^2 e^{-\beta \tau^2/2} \cos \omega_0 \tau$ . Найти функцию автокорреляции и энергетический спектр огибающей этого процесса.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

Хробостов А.Е.

“ \_\_\_\_ ” 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.Б14 Основы теории цепей**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 2

Семестр 3,4

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): Бирюков В.В., д.т.н., доцент

«\_\_» 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ «\_\_» 2020 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 2020 г.