

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
президиумом Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

**Рабочая программа дисциплины**

Теория электрических цепей

---

Уровень высшего образования  
Специалитет

---

Направление подготовки / специальность  
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

---

Направленность образовательной программы  
Системы подвижной цифровой защищенной связи

---

Форма обучения  
очная

---

Нижний Новгород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Теория электрических цепей относится к обязательной части ООП специальности 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-11. Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач	<p>ОПК-11.1: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство, принципы построения и работы типовых электрических цепей</li> <li>- методы анализа электрических цепей при постоянных напряжениях, гармонических и произвольных воздействиях</li> <li>- технические возможности основных электрических цепей</li> </ul> <p>ОПК-11.2: Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры основных видов электрических цепей в стационарных и переходных режимах процессов в них</li> <li>- экспериментально определять параметры основных видов электрических цепей</li> <li>- производить оценку технических характеристик электрических цепей различного назначения</li> <li>- использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа электрических цепей</li> </ul> <p>ОПК-11.3: Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками экспериментального исследования типовых линейных и нелинейных электрических цепей</li> <li>- навыками расчета параметров элементов электрических цепей</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения и работы типовых электрических цепей</li> <li>- методы анализа электрических цепей при постоянных напряжениях, гармонических и произвольных воздействиях</li> <li>- технические возможности основных электрических цепей</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять уравнения и рассчитывать параметры основных видов электрических цепей в стационарных и переходных режимах процессов в них</li> <li>- экспериментально определять параметры основных видов электрических цепей</li> <li>- производить оценку технических характеристик электрических цепей различного назначения</li> <li>- использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа электрических цепей</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами экспериментального исследования типовых линейных и нелинейных электрических цепей</li> <li>- навыками расчета параметров элементов электрических цепей</li> </ul>	Набор задач и вопросов к экзамену

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5</b>	
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>	
в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа)</b>		
- занятия лекционного типа	32	
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	
- КСР	2	
<b>самостоятельная работа</b>	<b>76</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b>	
	<b>экзамен</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Всего			
	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Апериодический усилитель	17	17	4	4			4	4	8	8	9	9
Эмиттерный повторитель	17	17	4	4			4	4	8	8	9	9
Резонансный усилитель	13	13	4	4					4	4	9	9
Активные линейные цепи с обратными связями	13	13	4	4					4	4	9	9
Дифференциальный и операционный усилители	12	12	4	4					4	4	8	8
Линейные цепи с переменными параметрами	11	11	3	3					3	3	8	8
Автогенераторы	15	15	3	3			4	4	7	7	8	8

Модуляторы, демодуляторы, гетеродины	15	15	3	3			4	4	7	7	8	8
Радиоприёмники	11	11	3	3					3	3	8	8
Аттестация	54	54										
КСР	2	2							2	2		
Итого	180	180	32	32	0	0	16	16	50	50	76	76

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает:

Практики реализуются в дискретной форме: – путем чередования периодов времени для проведения практики и учебного времени для проведения теоретических занятий. Практики организованы в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ связанных с будущей профессиональной деятельностью в объеме, определенном в программах соответствующих практик.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 16 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Научно-исследовательская работа в области 06 - "Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере разработки и обеспечения функционирования сетей электросвязи, средств и систем обеспечения защиты от несанкционированного доступа сетей электросвязи и циркулирующей в них информации)" - с целью:

- (1) сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности телекоммуникационных систем, выработки предложений по вопросам комплексного обеспечения информационной безопасности таких систем;
- (2) изучения, анализа и обобщения опыта работы учреждений, организаций и предприятий по использованию технических средств и способов защиты информации в телекоммуникационных системах для обеспечения требуемого качества обслуживания, повышения эффективности и совершенствования работ по ее защите;
- (3) исследования механизмов обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем, сетей и устройств, технических и программно-аппаратных средств защиты информации;
- (4) определение требований по защите информации, анализ защищенности телекоммуникационных систем и оценка рисков нарушения их информационной безопасности;
- (5) определения требований по защите информации, анализ защищенности телекоммуникационных систем и оценка рисков нарушения их информационной безопасности.

- компетенций:

ОПК-11. Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач профессиональной деятельности

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Теория электрических цепей" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8476>).

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований.  Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний.  Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.  Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.  Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений .  Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения.  Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.  Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения.  Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.  Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продemonстрированы все основные умения.  Решены все основные задачи .  Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения,  решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения,  Решены все основные задачи.  Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				недочетами.		объеме.	
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

1. Векторное представление сообщений и сигналов. Метрика, базис, норма, скалярное произведение для векторного пространства сигналов. Разложение непрерывных сигналов по заданному ортогональному базису
2. Гармонический анализ периодических сигналов (ряд Фурье). Тригонометрический базис, физический смысл коэффициентов ряда.  
С примером решения задачи (сигнал на усмотрение отвечающего)

3. Разложение в ряд Фурье периодической последовательности импульсов (Какова связь спектра последовательности импульсов со спектром одного импульса? Обосновать. Привести пример)
4. Спектральный анализ непериодических сигналов: преобразование Фурье и его свойства. Физический смысл спектральной плотности. С примером решения задачи (сигнал на усмотрение отвечающего)
5. Понятие модуляции. Амплитудная модуляция: представление амплитудно-модулированных сигналов во временной области (формула и график) и в частотной области (формула и график). Спектр сигнала с тональной модуляцией: что такое тональная модуляция, написать формулу, нарисовать спектр. Спектр АМ-сигнала с произвольной огибающей: уметь рисовать и доказывать вид спектра. Балансная и однополосная модуляция: представление сигналов во временной и частотной областях
6. Угловая модуляция. Вид ЧМ- и ФМ-сигналов во временной области (формулы, графики). Спектры сигналов с угловой тональной модуляцией (вывести, нарисовать). Отличие спектров ЧМ- и ФМ- сигналов
7. Энергетический спектр и автокорреляционная функция импульсных сигналов. Каков физический смысл? Каковы их свойства? Пример нахождения автокорреляционной функции
8. Понятие непрерывного сигнала, дискретизированного сигнала. Что такое дискретизация, отсчёт, частота дискретизации? Спектр дискретизированного сигнала (обосновать, нарисовать), теорема отсчётов (Котельникова). Базис Котельникова, представление сигнала с ограниченным спектром равноотстоящими отсчетами
9. Что такое линейные электрические цепи с сосредоточенными параметрами? (В том числе, что значит, что элемент линейный и чем он отличается от нелинейного). Какими параметрами характеризуются источник ЭДС и источник тока? Какие формулы связывают напряжение и ток на резисторах, конденсаторах и катушках индуктивности? Эквивалентность источников тока и источников э.д.с. Схемы замещения комбинаций пассивных элементов. Теорема компенсации (эквивалентность ветви цепи источнику тока или э.д.с.). Привести примеры
10. Правила Кирхгофа для линейных электрических цепей (обосновать). Как определить, сколько уравнений нужно взять для конкретной цепи? Привести пример записи системы уравнений для любой цепи, содержащей не менее двух контуров и не менее двух источников ЭДС. Эквивалентность источников тока и источников э.д.с. Схемы замещения комбинаций пассивных элементов. Теорема компенсации (эквивалентность ветви цепи источнику тока или э.д.с.). Привести примеры
11. Описание линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами системой обыкновенных дифференциальных уравнений (д.у.). Откуда берутся д.у. при решении задачи о прохождении сигнала через линейную цепь? Привести пример построения д.у. для какой-либо задачи, содержащей источник сигнала и не менее двух линейных элементов, обязательно включая конденсатор или катушку.
12. Преобразование Лапласа и его свойства. Эквивалентные схемы линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами в области комплексных частот (переменных Лапласа), с примером. Операторный метод анализа линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами, с примером решения задачи
13. Коэффициент передачи в частотной области линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами: определение и физический смысл. Определения и свойства АЧХ и ФЧХ для физически реализуемых цепей. Пример нахождения АЧХ и ФЧХ любой цепи, содержащей не менее двух линейных элементов, обязательно включая конденсатор или

катушку. Спектральный метод анализа линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами (с примером решения задачи)

14. Импульсная характеристика линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами: определение и свойства импульсной характеристики для физически реализуемых цепей. (В частности, дать определение дельта-функции и нарисовать её спектр, если такое понятие используется в ответе.) Обосновать связь импульсной характеристики и коэффициента передачи линейной цепи. Привести пример нахождения импульсной характеристики любой цепи, содержащей не менее двух линейных элементов, обязательно включая конденсатор или катушку.

15. Метод интеграла Дюамеля (интеграл наложения) для анализа линейных электрических цепей с сосредоточенными параметрами (с примером решения задачи)

16. Последовательный колебательный контур и его свойства

17. Параллельный колебательный контур и его свойства

18. Линейные четырехполюсники: методы описания и эквивалентные схемы ( $Z$ ,  $Y$ ,  $H$  - параметры)

19. Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики

20. Аперiodический усилитель на биполярном транзисторе: линейный режим. Усилитель как линейный четырехполюсник: принцип работы, назначение, эквивалентная схема, АЧХ и ФЧХ линейного усилителя, динамическая (нагрузочная) характеристика. Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях

21. Эмиттерный повторитель. Устройство, принцип работы, эквивалентная схема, назначение

22. Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость

23. Дифференциальный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства

24. Операционный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства. Схемы включения

25. Резонансный усилитель: линейный режим. Устройство, принцип работы, назначение

26. Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик. Цель этой аппроксимации. Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие

27. Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема. Условия самовозбуждения автогенератора, условия стационарного режима.

28. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения генератора

29. Детектирование сигналов. ЧМ и ФМ детекторы. Описание работы на частотном и/или временном языках

30. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках

31. Принципы получения модулированных колебаний. Описание работы модуляторов на частотном и/или временном языках (АМ, ЧМ и ФМ-модулятор)

32. Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты.

33. Структурная схема радиоприёмника прямого усиления. Его достоинства и недостатки. Структурная схема супергетеродинного приёмника. Его достоинства и недостатки.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Ленанд, 2016.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: ДРОФА, 2006.
3. Астайкин А.И., Помазков А.П. Теоретические основы радиотехники. В 3-х частях. – Саров: ФГУП РЯЦ-ВНИИЭФ, 2003-2004.
4. Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники. – Н. Новгород: ННГУ, 2005.
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи/ Под ред. И.С. Гоноровского. – М.: Радио и связь, 1989.

б) дополнительная литература:

1. Рыжаков С.М. Топологический анализ электрических цепей. Учебное пособие – Горький: ГГУ, 1982.
2. Рыжаков С.М. Колебательные контуры. Учебное пособие – Нижний Новгород: ННГУ, 1994.
3. Кривошеев В.И. Спектральные представления сигналов. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2005.
4. Рыжаков С.М. Прохождение радиосигналов через линейные цепи. Методические указания. – Нижний Новгород: ННГУ, 1996.
5. Рыжаков С.М. Анализ четырехполюсников в частотной области. Учебное пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 1992.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<https://www.youtube.com/channel/UCeInsFyewwKEjkWEdhF7gQA>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: набор лабораторного оборудования радиотехнического профиля.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор(ы): В.В. Пархачёв

Заведующий кафедрой: Е.С. Фитасов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «09» декабря 2021 года, протокол № 07/21.