

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

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

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

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Теория электрических цепей относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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;	ОПК-11.1: Знает: - устройство, принципы построения и работы типовых электрических цепей - методы анализа электрических цепей при постоянных напряжениях, гармонических и произвольных воздействиях - технические возможности основных электрических цепей - виды модуляции сигналов - математические модели сигналов - методы спектрального и корреляционного анализа сигналов - спектральные и корреляционные характеристики аналоговых и дискретных детерминированных сигналов - принципы построения систем связи - методы представления сообщений, сигналов и помех - преобразование сигналов в каналах связи - теоретические основы оптимального приема сигналов на фоне помех - структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех - основные понятия теории информации и кодирования: энтропия, взаимная информация, источники	ОПК-11.1: Знает: - устройство, принципы построения и работы типовых электрических цепей - методы анализа электрических цепей при постоянных напряжениях, гармонических и произвольных воздействиях - технические возможности основных электрических цепей - виды модуляции сигналов - математические модели сигналов - методы спектрального и корреляционного анализа сигналов - спектральные и корреляционные характеристики аналоговых и дискретных детерминированных сигналов - принципы построения систем связи - методы представления сообщений, сигналов и помех - преобразование сигналов в каналах связи - теоретические основы оптимального приема сигналов на фоне помех - структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех - основные понятия теории информации и кодирования: энтропия, взаимная информация, источники сообщений, каналы связи, коды - основные результаты о кодировании	Аудиторная контрольная работа Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Задания Контрольные вопросы

	<p>сообщений, каналы связи, коды - основные результаты о кодировании при наличии и отсутствии шума - основные понятия оптимального кодирования источников информации и помехоустойчивого кодирования каналов связи - физические основы излучения и распространения радиоволн в различных средах - особенности распространения радиоволн различных диапазонов частот - дискретные и цифровые сигналы и системы, способы их представления и описания - основные методы анализа дискретных сигналов и систем - методы проектирования цифровых фильтров - приложения теории цифровой обработки сигналов в задачах приема, передачи и преобразования сообщений - принципы построения систем связи - методы представления сообщений, сигналов и помех - теоретические основы оптимального приема сигналов на фоне помех</p> <p>ОПК-11.2: Умеет: - рассчитывать параметры основных видов электрических цепей в стационарных и переходных режимах процессов в них - экспериментально определять параметры основных видов электрических цепей - производить оценку технических характеристик электрических цепей различного назначения - использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа электрических цепей - строить математические</p>	<p>при наличии и отсутствии шума - основные понятия оптимального кодирования источников информации и помехоустойчивого кодирования каналов связи - физические основы излучения и распространения радиоволн в различных средах - особенности распространения радиоволн различных диапазонов частот - дискретные и цифровые сигналы и системы, способы их представления и описания - основные методы анализа дискретных сигналов и систем - методы проектирования цифровых фильтров - приложения теории цифровой обработки сигналов в задачах приема, передачи и преобразования сообщений - принципы построения систем связи - методы представления сообщений, сигналов и помех - теоретические основы оптимального приема сигналов на фоне помех</p> <p>ОПК-11.2: Умеет: - рассчитывать параметры основных видов электрических цепей в стационарных и переходных режимах процессов в них - экспериментально определять параметры основных видов электрических цепей - производить оценку технических характеристик электрических цепей различного назначения - использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа электрических цепей - строить математические модели типовых радиотехнических сигналов - выбирать эффективные модели сигналов и методы их формирования - применять корреляционный и спектральный анализ сигналов</p>		
--	--	---	--	--

	<p>модели типовых радиотехнических сигналов - выбирать эффективные модели сигналов и методы их формирования - применять корреляционный и спектральный анализ сигналов - выбирать статистические модели сигналов и помех - выбирать структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех - оценивать помехоустойчивость оптимального приема сигналов на фоне помех - вычислять теоретико-информационные характеристики источников сообщений и каналов связи - строить и изучать математические модели систем передачи информации для решения расчетных и исследовательских задач - рассчитывать типовые параметры трасс распространения радиоволн - применять методы цифрового представления сигналов и систем обработки - использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов - выбирать структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех</p> <p>ОПК-11.3: Владеет: - навыками экспериментального исследования типовых линейных и нелинейных электрических цепей - навыками расчета параметров элементов электрических цепей - навыками расчета параметров типовых радиотехнических сигналов -</p>	<p>- выбирать статистические модели сигналов и помех - выбирать структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех - оценивать помехоустойчивость оптимального приема сигналов на фоне помех - вычислять теоретико-информационные характеристики источников сообщений и каналов связи - строить и изучать математические модели систем передачи информации для решения расчетных и исследовательских задач - рассчитывать типовые параметры трасс распространения радиоволн - применять методы цифрового представления сигналов и систем обработки - использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов - выбирать структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех</p> <p>ОПК-11.3: Владеет: - навыками экспериментального исследования типовых линейных и нелинейных электрических цепей - навыками расчета параметров элементов электрических цепей - навыками расчета параметров типовых радиотехнических сигналов - навыками формирования реализаций типовых радиотехнических сигналов - теоретически обоснованными методами оптимизации приемников сигналов на фоне помех - навыками определения основных параметров помехоустойчивых кодов - навыками реализации</p>		
--	---	---	--	--

	реализаций типовых радиотехнических сигналов - теоретически обоснованными методами оптимизации приемников сигналов на фоне помех - навыками определения основных параметров помехоустойчивых кодов - навыками реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов	алгоритмов цифровой обработки сигналов		
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	33
Промежуточная аттестация	45 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Линейные четырехполюсники: методы описания и эквивалентные схемы (Z, Y, H - параметры)	5	1	2	3	2
Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики	6	2	2	4	2
Апериодический усилитель на биполярном транзисторе: линейный режим	6	2	2	4	2

Эмиттерный повторитель	6	2	2	4	2
Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях	6	2	2	4	2
Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость	6	2	2	4	2
Свойства усилительных каскадов с отрицательной и положительной обратными связями	6	2	2	4	2
Резонансный усилитель: линейный режим	6	2	2	4	2
Дифференциальный усилитель	6	2	2	4	2
Операционный усилитель: свойства и схемы включения	6	2	2	4	2
Параметрическое усиление сигналов	6	2	2	4	2
Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик	6	2	2	4	2
Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие	5	2	1	3	2
Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема, условия стационарного режима	3	1	1	2	1
Условия самовозбуждения автогенератора (линейное приближение), мягкий и жесткий режимы самовозбуждения	3	1	1	2	1
Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках	3	1	1	2	1
Схемы ЧМ и ФМ детекторов. Описание работы на частотном и/или временном языках	3	1	1	2	1
Принципы получения модулированных колебаний. Описание работы модуляторов на частотном и/или временном языках (АМ, ЧМ и ФМ-модулятор)	3	1	1	2	1
Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты. Понятие гетеродина	3	1	1	2	1
Структурная схема радиоприёмника прямого усиления. Его достоинства и недостатки. Структурная схема супергетеродинного приёмника. Его достоинства и недостатки.	3	1	1	2	1
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	33

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Линейные четырехполосники: методы описания и эквивалентные схемы (Z , Y , H - параметры)
2. Линейные параметрические цепи. Параметрическое усиление
3. Биполярный транзистор, что это такое, как устроено, как работает, зачем нужно? Какие биполярные транзисторы бывают? Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики
4. Аперiodический усилитель напряжения на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером (ОЭ): линейный режим. Вывод формулы для коэффициента усиления.
5. Усилитель с общим эмиттером (ОЭ) как линейный четырехполосник: принцип работы, назначение, эквивалентная схема, АЧХ и ФЧХ линейного усилителя, динамическая (нагрузочная) характеристика.
- Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях
6. Резонансный усилитель: линейный режим. Устройство, принцип работы, назначение.
7. Эмиттерный повторитель. Устройство, принцип работы, эквивалентная схема, назначение
8. Понятия отрицательной и положительной обратной связи (сокращённо - ООС и ПОС). Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость. Зачем в усилителях применяется ООС и ПОС.

9. Дифференциальный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства
10. Операционный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства. Схемы включения
11. Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик. Цель этой аппроксимации. Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие
12. Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема. Условия самовозбуждения автогенератора, условия стационарного режима.
13. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения генератора
14. Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках
15. Детектирование сигналов. Схемы ЧМ и ФМ детекторов. Описание работы на частотном и/или временном языках
16. Принципы получения модулированных колебаний. Описание работы модуляторов на частотном и/или временном языках (АМ, ЧМ и ФМ-модулятор)
17. Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты. Понятие гетеродина
18. Структурная схема радиоприёмника прямого усиления. Его достоинства и недостатки. Структурная схема супергетеродинного приёмника. Его достоинства и недостатки.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники. – Н. Новгород: ННГУ, 2005.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Ленанд, 2016.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ОПК-11:

1. Что такое биполярный транзистор?
2. Какие схемы включения транзистора используют?
3. Чем различаются схемы включения транзистора?
4. Изобразить входные и выходные статические характеристики транзистора.
5. Каково назначение элементов в усилителе по схеме ОЭ?
6. Что такое начальная рабочая точка и на каком участке характеристик она выбирается?

7. Что такое входная и выходная динамические характеристики?
8. Почему коэффициент усиления усилителя зависит от частоты?
9. Чем определяется максимальное значение коэффициента усиления?
10. Что такое линейные искажения в усилителе?
11. Для чего используется эмиттерный повторитель?

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент показал понимание работы рассматриваемых в лабораторной работе схем
не зачтено	Понимание отсутствует или поверхностное

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	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	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами	недочетам и, выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-11

1. Линейные четырехполосники: методы описания и эквивалентные схемы (Z, Y, H - параметры)
2. Линейные параметрические цепи. Параметрическое усиление

3. Биполярный транзистор, что это такое, как устроено, как работает, зачем нужно? Какие биполярные транзисторы бывают? Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики
4. Аперiodический усилитель напряжения на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером (ОЭ): линейный режим. Вывод формулы для коэффициента усиления.
5. Усилитель с общим эмиттером (ОЭ) как линейный четырехполюсник: принцип работы, назначение, эквивалентная схема, АЧХ и ФЧХ линейного усилителя, динамическая (нагрузочная) характеристика. Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях
6. Резонансный усилитель: линейный режим. Устройство, принцип работы, назначение. С выводом всех необходимых формул!
7. Эмиттерный повторитель. Устройство, принцип работы, эквивалентная схема, назначение
8. Понятия отрицательной и положительной обратной связи (сокращённо - ООС и ПОС).
Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость. Зачем в усилителях применяется ООС и ПОС?
9. Дифференциальный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства
10. Операционный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства. Схемы включения
11. Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик. Цель этой аппроксимации.
Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие
12. Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема. Условия самовозбуждения автогенератора, условия стационарного режима.
13. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения генератора
14. Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках
15. Детектирование сигналов. Схемы ЧМ и ФМ детекторов. Описание работы на частотном и/или

временном языках

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

17. Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты. Понятие гетеродина

18. 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)

Основная литература:

1. Орлов Игорь Яковлевич. Курс лекций по основам радиоэлектроники : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2005. - 168 с. : ил. - ISBN 5-85746-780-2 : 60.00., 124 экз.
2. Баскаков Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. для студентов вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2003. - 462 с. : ил. - ISBN 5-06-003843-2 : 94.05., 2 экз.
3. Методическое пособие по решению задач теории линейных электрических цепей : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подгот. 03.03.03 "Радиофизика", 02.03.03 "Фундам. информатика и информ. технологии" и специальностям 11.05.02 "Спец. радиотехн. системы", 10.05.02 "Информ. безопасность телекоммуникац. систем" / [авт.: В. А. Односеццев, И. Я. Орлов, В. В. Пархачев и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 78 с. - ISBN 978-5-91326-694-1 : 49.19., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Гоноровский Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Радиотехника". - Изд. 5-е, испр. - М. : Дрофа, 2006. - 719, [1] с. : ил. - (Классики отечественной науки) (Высшее образование). - ISBN 5-7107-7985-7 : 202.30., 3 экз.

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

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL7WDm-fF8ImrUfi6uTYcu2qe9bV8tROTr>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Комплекты лабораторного оборудования по темам: Усилители на транзисторах

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 направлению подготовки/специальности 10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

Автор(ы): Пархачев Владимир Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.