

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

Физико-математический факультет
Кафедра общей физики

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе

«Электроника»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.02.02**

Направление подготовки: **28.03.02 Наноинженерия**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Плазменные нанотехнологии**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская и инновационная; проектно-конструкторская и проектно-технологическая; организационно-управленческая**

Разработчики доцент кафедры КиТПЭС, к.т.н. С.А. Старцев

доцент кафедры общей физики, к.ф.-м.н. О.А.Петрова

Казань 2017 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электроника» является приобретение студентами знаний об электрических свойствах физических структур, принципах работы, характеристиках, параметрах, особенностях изготовления и применения дискретных и интегральных полупроводниковых приборов, базовых схемах аналоговых и цифровых устройств электроники.

Задачи дисциплины

В результате изучения дисциплины «Электроника» у обучающихся должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие им самостоятельно проводить анализ возможностей и ограничений полупроводниковых приборов и электронных устройств. Задачами изучения дисциплины являются:

- знание физических основ работы, характеристик, параметров, моделей основных типов полупроводниковых приборов, режимов их работы в цепях электронных устройств, принципов построения базовых ячеек аналоговых и цифровых интегральных схем, механизмов влияния условий эксплуатации на работу полупроводниковых приборов и микроэлектронных изделий;
- умение самостоятельно проводить анализ возможностей и ограничений полупроводниковых приборов и электронных устройств;
- владение навыками компьютерного моделирования электронных устройств при их исследовании.

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>ОПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования</i>			
Знание - методов математического моделирования и анализа электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ <i>ОПК-13</i>	Знание методов математического моделирования и анализа неразветвленных электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ	Знание методов математического моделирования и анализа разветвлённых электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ	Знание методов математического моделирования и анализа сложных радиотехнических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

<p>Умение - осуществлять математическое моделирование и анализ электрических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ <i>ОПК-1У</i></p>	<p>Умение осуществлять математическое моделирование и анализ неразветвленных электрических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ</p>	<p>Умение осуществлять математическое моделирование и анализ разветвлённых электрических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ</p>	<p>Умение осуществлять математическое моделирование и анализ сложных радиотехнических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ</p>
<p>Владение - навыками математического моделирования и анализа электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, самостоятельной работы на компьютере <i>ОПК-1В</i></p>	<p>Владение навыками математического моделирования и анализа неразветвленных электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, самостоятельной работы на компьютере</p>	<p>Владение навыками математического моделирования и анализа разветвлённых электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, самостоятельной работы на компьютере</p>	<p>Владение навыками математического моделирования и анализа сложных радиотехнических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, самостоятельной работы на компьютере</p>
<p><i>ПК-1 - способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов</i></p>			
<p>Знание - методов математического моделирования и анализа электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, <i>ПК-1З</i></p>	<p>Знание методов математического моделирования и анализа неразветвленных электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах,</p>	<p>Знание методов математического моделирования и анализа разветвлённых электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах,</p>	<p>Знание методов математического моделирования и анализа сложных радиотехнических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в</p>

<p>Умение - осуществлять математическое моделирование и анализ электрических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах, <i>ПК-1У</i></p>	<p>Умение осуществлять математическое моделирование и анализ неразветвленных электрических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах,</p>	<p>Умение осуществлять математическое моделирование и анализ разветвлённых электрических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах,</p>	<p>Умение осуществлять математическое моделирование и анализ сложных радиотехнических цепей, процессов в них, расчёт характеристик в стационарном и переходном режимах</p>
<p>Владение - навыками математического моделирования и анализа электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ и самостоятельной работы на компьютере <i>ПК-1В</i></p>	<p>Владение навыками математического моделирования и анализа неразветвленных электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ и самостоятельной работы на компьютере</p>	<p>Владение навыками математического моделирования и анализа разветвлённых электрических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ и самостоятельной работы на компьютере</p>	<p>Владение навыками математического моделирования и анализа сложных радиотехнических цепей, процессов в них, расчёта характеристик в стационарном и переходном режимах, в том числе с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ и самостоятельной работы на компьютере</p>

3. Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Основные методы анализа линейных электрических цепей. Анализ линейных электрических цепей при гармоническом воздействии</i>							<i>ФОС ТК-1</i>
Тема 1.1. Введение	3	1	-	-	2	ОПК-13	Вопросы

Тема 1.2. Основные понятия, определения и законы теории электрических цепей	7/1	1	3/1	-	3	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В	текущего контроля по разделу
Тема 1.3. Основные методы анализа линейных электрических цепей	9/1	2	3/1	-	4	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13, ПК-1У, ПК-1В	Защита отчётов о выполнении лабораторных работ
Тема 1.4. Анализ линейных электрических цепей при гармоническом воздействии	5	2	-	-	3	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13	
<i>Раздел 2. Анализ линейных цепей в частотной и временной области</i>							<i>ФОС ТК-2</i>
Тема 2.1. Анализ линейных цепей в частотной области. Частотные характеристики линейных цепей	12/2	3	3/2		6	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13, ПК-1У, ПК-1В	Вопросы текущего контроля по разделу
Тема 2.2. Анализ линейных цепей во временной области. Методы анализа нестационарных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами	12/2	3	3/2		6	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13, ПК-1У, ПК-1В	Защита отчётов о выполнении лабораторных работ

<i>Раздел 3. Анализ четырёхполюсников, цепей с распределёнными параметрами, нелинейных резистивных цепей. Методы автоматизированного анализа цепей</i>							<i>ФОС ТК-3</i>
Тема 3.1. Анализ четырёхполюсников и цепей с многополюсными элементами	7/1	1	3/1	-	3	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13, ПК-1У, ПК-1В	
Тема 3.2. Анализ цепей с распределёнными параметрами	7/1	1	3/1	-	3	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13, ПК-1У, ПК-1В	Вопросы текущего контроля по разделу
Тема 3.3. Нелинейные резистивные цепи и их анализ	5	2	-	-	3	ОПК-13, ОПК-1У, ПК-13, ПК-1У,	Защита отчётов о выполнении лабораторных работ
Тема 3.4. Методы автоматизированного анализа цепей	5	2	-	-	3	ОПК-13, ОПК-14У, ПК-13, ПК-1У,	
Экзамен	36	-	-	-	36	ОПК-13, ОПК-1У, ОПК-1В ПК-13, ПК-1У, ПК-1В	<i>ФОС ПА</i>
ИТОГО	108/8	18	18/8	-	72		

2.2 Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Основные методы анализа линейных электрических цепей. Анализ линейных электрических цепей при гармоническом воздействии

Тема 1.1. Введение

Электротехника, радиотехника, радиоэлектроника - важнейшие отрасли науки и техники; основные задачи и области исследования, роль в научно-техническом прогрессе и жизни общества. *Основные понятия и законы электромагнитного поля, электрических и магнитных цепей.* Понятие о методах теории электромагнитного поля и теории цепей; электрические и магнитные цепи. Пределы применимости методов теории цепей. Особенности современного состояния теории цепей. Предмет, задачи и содержание курса «Основы теории цепей», его место в подготовке бакалавров по направлению «Радиотехника».

Литература: [1; с. 3-4], [2; с. 6-7], [3; с. 3-9]

Тема 1.2. Основные понятия, определения и законы теории электрических цепей

Понятие электрической цепи. Электрическая цепь как математическая модель квазистационарной электромагнитной системы. Интегральные скалярные физические величины, используемые в теории цепей для описания электромагнитных процессов. Ток, напряжение, электродвижущая сила, энергия и мощность в электрической цепи; единицы измерения, положительные направления тока, напряжения, электродвижущей силы. Понятие электрического сигнала.

Элементы и обобщённая структура электрических цепей. Источники (генераторы), потребители (приёмники) электрической энергии, вспомогательные элементы цепей. Понятие о пассивных и активных элементах и участках цепей. Двухполюсные и многополюсные элементы. Понятие о математических моделях элементов электрических цепей. Уравнения характеристик элементов, уравнения элементов, параметры элементов. Линейные, нелинейные, параметрические элементы.

Схемы электрических цепей. Структурные, функциональные и принципиальные схемы. Понятие об идеализированных элементах электрических цепей (схемных моделях элементов). Схемы замещения (схемные модели) электрических цепей. Основы топологии цепей; узел, ветвь, контур электрической схемы. Граф схемы электрической цепи: основные понятия, построение графа.

Идеализированные пассивные двухполюсные элементы электрических цепей. Резистивный, ёмкостный, индуктивный элементы: уравнения характеристик, линейные и нелинейные элементы, уравнения элементов для мгновенных значений электрических величин (компонентные уравнения). Параметры пассивных двухполюсных элементов: сопротивление, проводимость, ёмкость, индуктивность; единицы измерения. Мгновенная мощность и энергия резистивного, ёмкостного и индуктивного элементов. Реальные пассивные элементы и их схемы замещения. Идеализированные активные элементы. Независимые (неуправляемые) и зависимые (управляемые) идеализированные источники. Идеализированные независимые источники тока и напряжения; уравнения внешних характеристик, параметры. Схемы замещения реальных источников. Идеализированные зависимые источники (источники напряжения и тока, управляемые напряжением и током; идеальный операционный усилитель): свойства, схемы замещения, уравнения и параметры передачи.

Законы Ома и Кирхгофа. Законы Кирхгофа и обобщённый закон Ома для мгновенных значений электрических величин. Физическое содержание законов Кирхгофа. Понятие об уравнениях электрического равновесия (математической модели) электрической цепи. Топологические (структурные) и компонентные уравнения. Основная система уравнений электрического равновесия цепи. Дифференциальное уравнение цепи. Дифференциальные уравнения и методы их решения для простых цепей.

Классификация электрических цепей: по характеру изменения электрических величин в цепи, по энергетическим свойствам, по виду элементов, по топологии, числу внешних выводов, по математическим моделям (линейные, нелинейные и параметрические цепи; цепи с сосредоточенными и распределёнными параметрами).

Основные задачи теории электрических цепей: анализ цепи, синтез цепи (структурный, параметрический); расчёт токов и напряжений в цепи.

Литература: [1; с. 5-22], [2; с. 8-25, 27-64], [3; с. 10-29]

Тема 1.3. Основные методы анализа линейных электрических цепей

Основные методы анализа линейных цепей; общие и частные методы. Топологический (структурный) анализ электрической цепи; определение числа независимых уравнений баланса токов и баланса напряжений.

Метод эквивалентных преобразований схем замещения. Понятие об эквивалентных схемах замещения участков электрической цепи. Последовательное, параллельное, смешанное соединение однородных пассивных элементов. Взаимное эквивалентное преобразование схем соединений однородных пассивных элементов трёхлучевой звездой и треугольником. Последовательное и параллельное соединение источников. Взаимное эквивалентное преобразование последовательной и параллельной схем замещения источников.

Основные теоремы теории цепей и их применение для решения задач анализа. Принцип наложения. Теорема взаимности. Теоремы об эквивалентных источниках. Принцип дуальности; дуальные элементы и цепи.

Методы непосредственного применения законов Кирхгофа (методы токов и напряжений ветвей). Метод контурных токов. *Метод узловых напряжений*. Резистивные цепи: матричная форма записи контурных и узловых уравнений.

Литература: [1; с. 23], [2; с. 25-26, 119-136, 224-263], [3; с. 30-60]

Тема 1.4. Анализ линейных электрических цепей при гармоническом воздействии

Понятие о математических моделях и способах представления переменных электрических величин (электрических сигналов); временное представление: аналитическое, графическое (временные диаграммы).

Электрические цепи при периодическом воздействии в установившемся режиме; период и частота периодически изменяющейся величины. Гармоническое воздействие. Временное представление гармонических колебаний и их основные параметры: мгновенное значение и амплитуда, период, циклическая и угловая частота, текущая (мгновенная) и начальная фаза, фазовый сдвиг. Среднее, действующее (среднеквадратическое) и средневыпрямленное значения гармонических токов и напряжений. Линейные операции над гармоническими функциями; дифференциальное уравнение линейной цепи при гармоническом воздействии в установившемся режиме. Векторное представление гармонических колебаний (представление вращающимися векторами). Комплексное представление гармонических колебаний (представление гармонических функций времени на комплексной плоскости). Комплексные текущее (мгновенное), амплитудное и действующее значения гармонической величины; оператор вращения. Операции над гармоническими функциями времени и их комплексными изображениями. Комплексное, полное, активное и реактивное сопротивления пассивного двухполюсника; треугольник сопротивлений. Комплексная, полная, активная и реактивная проводимости пассивного двухполюсника; треугольник проводимостей. Резистивный, индуктивный, ёмкостный элементы в цепях гармонического тока; временные и векторные диаграммы токов и напряжений. Активное, индуктивное, ёмкостное сопротивления. Комплексная схема замещения цепи. Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд (символический метод); применимость принципов и методов расчёта линейных резистивных цепей.

Энергетические процессы в линейных цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, активная, реактивная, полная и комплексная мощности; единицы измерения. Треугольник мощностей. Коэффициент мощности. Добротность двухполюсной пассивной цепи и её реальных реактивных элементов; угол потерь. Баланс мощностей. Согласование нагрузки с источником энергии (максимум передаваемой активной мощности, максимум коэффициента полезного действия).

Магнитосвязанные цепи при гармоническом воздействии. Понятие о собственной и взаимной индуктивностях. Компонентные уравнения связанных индуктивных элементов;

согласное и встречное включения. Понятие об одноименных зажимах связанных индуктивных элементов. Применение метода комплексных амплитуд для анализа магнитосвязанных цепей. Схема замещения связанных индуктивных элементов. Последовательное и параллельное включение связанных индуктивных элементов. Линейный трансформатор. Понятие об идеальном трансформаторе.

Понятие о трёхфазной электрической цепи; виды соединений. Симметричный и несимметричный режимы работы.

Литература: [1; с. 24-42], [2; с. 65-118, 142-160], [3; с. 72-104]

Раздел 2. Анализ линейных цепей в частотной и временной области

Тема 2.1. Анализ линейных цепей в частотной области. Частотные характеристики линейных цепей

Комплексная частотная характеристика линейной цепи. Классификация комплексных частотных характеристик линейных цепей, их размерность и формы представления. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики линейной цепи, вещественная и мнимая составляющие комплексной частотной характеристики; логарифмическая амплитудно-частотная характеристика. Амплитудно-фазовая характеристика линейной цепи; годограф комплексной частотной характеристики (диаграмма Найквиста).

Частотно-избирательные цепи. Электрические частотные фильтры; полоса пропускания (прозрачности) и полоса задерживания (непрозрачности) фильтра. Понятие об идеальном частотном фильтре; коэффициент прямоугольности амплитудно-частотной характеристики реального фильтра. Классификация частотных фильтров; понятие о фильтрах нижних частот, фильтрах верхних частот, полосовых и режекторных фильтрах.

Частотные характеристики идеализированных двухполюсных пассивных элементов.

Частотные характеристики линейных пассивных цепей первого порядка; пассивные *RC*- и *RL*-фильтры первого порядка.

Частотные характеристики линейных пассивных цепей второго порядка. Понятие резонанса в электрических цепях; условие фазового резонанса. Одиночный колебательный контур; классификация одиночных колебательных контуров по способу подключения источника энергии. Последовательный колебательный контур; схема замещения, первичные параметры контура (ёмкость, индуктивность, сопротивление потерь). Резонанс напряжений; вторичные параметры последовательного колебательного контура (резонансная частота, характеристическое сопротивление, добротность). Энергетические процессы в последовательном колебательном контуре на резонансной частоте. Входные и передаточные частотные характеристики последовательного колебательного контура. Абсолютная, относительная, обобщённая расстройки контура. Избирательные свойства последовательного колебательного контура; полоса пропускания. Влияние сопротивления нагрузки и внутреннего сопротивления источника сигнала на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Простой параллельный колебательный контур; схемы замещения, первичные параметры контура (ёмкость, индуктивность, проводимость потерь). Резонанс токов; вторичные параметры параллельного колебательного контура (резонансная частота, характеристическое сопротивление, добротность). Входные частотные характеристики параллельного колебательного контура. Влияние сопротивления нагрузки и внутреннего сопротивления источника сигнала на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные параллельные контуры (контуры с разделёнными индуктивностью и ёмкостью); коэффициенты включения индуктивности, ёмкости. Частотные характеристики сложных колебательных контуров.

Связанные колебательные контуры. Виды связи, сопротивление связи, коэффициент и фактор связи; сильная, слабая и критическая связь. Обобщённая схема замещения связанных контуров; схемы замещения первичного и вторичного контуров.

Частотные характеристики системы двух связанных колебательных контуров; избирательные свойства, полоса пропускания.

Литература: [1; с. 43-77], [2; с. 161-223, 450-456], [3; с. 110-137, с. 443-445]

Тема 2.2. Анализ линейных цепей во временной области. Методы анализа нестационарных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами

Установившийся (стационарный) и неустановившийся (нестационарный) режимы электрической цепи; переходный режим. Возникновение переходных процессов в электрических цепях; понятие о коммутации. Непрерывность изменения энергии электрического и магнитного полей; законы коммутации. Анализ переходных процессов в линейных цепях с сосредоточенными параметрами (общий подход): дифференциальное уравнение цепи, методы решения, начальные условия (зависимые, независимые).

Временные характеристики линейных цепей: единичные ступенчатое (единичный скачок, функция Хевисайда) и импульсное (единичный импульс, функция Дирака) воздействия; переходная и импульсная характеристики цепи. *Анализ цепей переменного тока во временной области.*

Классический метод анализа переходных процессов в линейных цепях с сосредоточенными параметрами. Свободные и вынужденные составляющие токов и напряжений; определение постоянных интегрирования. Порядок анализа переходных процессов классическим методом. Переходные процессы в цепях первого и второго порядков при ступенчатом воздействии. Переходные характеристики пассивных RC - и RL -цепей первого порядка; постоянная времени цепи, длительность переходного процесса. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Переходные процессы в последовательной RLC -цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Апериодический, критический, колебательный режимы; постоянная времени цепи, время установления колебаний.

Операторный метод анализа переходных процессов. Преобразование Лапласа и его свойства; теорема разложения. *Использование преобразования Лапласа для анализа цепей.* Законы Кирхгофа и Ома в операторной форме. Операторные схемы замещения идеализированных двухполюсных пассивных элементов при нулевых и ненулевых начальных условиях; операторные сопротивление и проводимость. Операторная схема замещения цепи. Уравнения электрического равновесия цепи в операторной форме. Порядок анализа переходных процессов операторным методом.

Системные функции цепей. Операторная (обобщённая частотная) характеристика линейной цепи; понятие о комплексной (обобщённой) частоте, связь с комплексной частотной характеристикой цепи. Классификация и размерность операторных характеристик цепей. Определение операторных характеристик цепей; полюсы и нули операторных характеристик, полюсно-нулевая диаграмма. Связь между операторными и временными характеристиками цепи.

Литература: [1; с. 78-98], [2; с. 306-362], [3; с. 157-177, с. 185-200]

Раздел 3. Анализ четырёхполюсников, цепей с распределёнными параметрами, нелинейных резистивных цепей. Методы автоматизированного анализа цепей

Тема 3.1. Анализ четырёхполюсников и цепей с многополюсными элементами

Цепи с многополюсными элементами. Элементы теории линейных четырёхполюсников. Проходные четырёхполюсники и их классификация. Основные уравнения и системы первичных параметров неавтономных проходных четырёхполюсников; физический смысл первичных параметров. Методы определения первичных параметров неавтономных четырёхполюсников. Основные свойства первичных параметров неавтономных четырёхполюсников. Связь между различными системами первичных параметров неавтономных четырёхполюсников. Канонические (T - и P -образные) и формальные схемы замещения неавтономного проходного четырёхполюсника. Составные четырёхполюсники: последовательное, параллельное, каскадное соединения четырёхполюсников; первичные параметры составных

четырёхполосников. Параметры нагруженных неавтономных проходных четырёхполосников (рабочие параметры). Параметры холостого хода и короткого замыкания неавтономных проходных четырёхполосников. Согласованное включение неавтономных проходных четырёхполосников. Характеристические (вторичные) параметры неавтономных проходных четырёхполосников (характеристические сопротивления, характеристические постоянные передачи). Характеристическая постоянная передачи взаимного симметричного четырёхполосника. Постоянные ослабления и фазы четырёхполосника; физический смысл, единицы измерения.

Формирование уравнений электрического равновесия цепей с зависимыми источниками. Анализ цепей с управляемыми источниками. Цепи с идеальными операционными усилителями; активные фильтры.

Литература: [1; с. 99-116], [2; с. 370-445], [3; с. 104-108, 291-326]

Тема 3.2. Анализ цепей с распределёнными параметрами

Цепи с распределёнными параметрами; длинные линии, первичные (погонные) параметры длинной линии. Дифференциальные уравнения однородной длинной линии с потерями (телеграфные уравнения). Однородная длинная линия с потерями при гармоническом воздействии: продольное комплексное сопротивление и поперечная комплексная проводимость линии, решение дифференциальных уравнений линии. Уравнения передачи однородной длинной линии с потерями при гармоническом воздействии. Понятие о бегущих волнах в длинной линии; падающая (прямая) и отражённая (обратная) волны. Длина волны в линии, фазовая скорость распространения, коэффициент отражения (по напряжению, по току). Вторичные (характеристические) параметры однородной длинной линии (волновое сопротивление, коэффициент распространения). Однородная длинная линия без потерь. Уравнения передачи однородной длинной линии без потерь при гармоническом воздействии. Распределение амплитуд напряжения и тока в линии без потерь при различных видах нагрузки. Режимы бегущих, стоячих и смешанных волн в длинных линиях без потерь; коэффициенты бегущей и стоячей волн (КБВ, КСВ). Входное сопротивление отрезка однородной длинной линии без потерь.

Литература: [1; с. 117-142], [2; с. 462-503], [3; с. 326-355]

Тема 3.3. Нелинейные резистивные цепи и их анализ

Нелинейные резистивные элементы; вольтамперные характеристики нелинейных резистивных элементов. Уравнения электрического равновесия нелинейных резистивных цепей. Графические методы анализа нелинейных резистивных цепей (методы эквивалентных преобразований, пересечения характеристик). Определение рабочих точек нелинейных резистивных элементов. Определение реакции безынерционного нелинейного резистивного элемента на произвольное внешнее воздействие.

Литература: [2; с. 275-289], [3; с. 233-245, 262-264]

Тема 3.4. Методы автоматизированного анализа цепей

Методы формирования уравнений электрического равновесия цепи, ориентированные на применение ЭВМ. *Численные методы расчёта электрических цепей. Современные пакеты прикладных программ моделирования и расчёта электрических цепей на ЭВМ.*

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1. Основная литература

1. Соколов, С.В. Электроника. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 204 с. — Режим до-ступа: <http://e.lanbook.com/book/6324>

4.1.2. Дополнительная литература

1. Игумнов, Д.В. Основы полупроводниковой электроники. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011. — 394 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5157>

2. Троян, П.Е. Твердотельная электроника. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2008. — 330 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4966>
3. Шишкин Г. Г. Шишкин А.Г. Электроника. Учебник для бакалавров. 2-е изда
4. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов/ В.П. Попов. – 5-е изд., стереотип. - М.: Высшая школа, 2005. – 575 с. (23 экз. + 181 экз. 2000г.).
5. Бакалов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов / В.П. Бакалов, В.Ф. Дмитриков, Б.И. Крук; под ред. В.П. Бакалова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2000. – 592 с. (90 экз.).
6. Шебес М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей: Учеб. пособие для электротехн. и радиотехн. спец. вузов / М.Р. Шебес, М.В. Каблукова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 543 с. (20 экз.).

4.1.3. Методическая литература к выполнению практических и лабораторных работ

1. Михайлов В.А. Основы теории цепей: Учебное пособие по практ. занятиям / В.А. Михайлов; под ред. Е.Ф. Базлова. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2005. – 110 с. (151 экз.).
2. Базлов Е.Ф. Основы теории цепей: Лабораторный практикум / Е.Ф. Базлов, В.А. Козлов, В.А. Михайлов. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2007. – 126 с. (116 экз.).

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование

Преподаватель, ведущий дисциплину, должен иметь высшее образование в предметной области электроники, радиотехники или систем связи и /или наличие учёной степени и/или учёного звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области электроники, радиотехники или систем связи и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие у преподавателя, ведущего дисциплину, научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению электроники, радиотехники или систем связи, выполненных в течение трёх последних лет.

4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1года); практический опыт работы в области электроники, радиотехники или систем связи на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, либо в области педагогики.

4.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В табличной форме указывается наименование основных и специализированных учебных лабораторий/аудиторий/кабинетов с перечнем специализированной мебели и технических средств обучения, средств измерительной техники и др., необходимых для освоения заданных компетенций.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса (с указанием номера аудитории и учебного здания)	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	Количество единиц
Разделы 1, 2	«Компьютерный	1. Система ведения учета успеваемости	15 шт.

	класс», Аудитория №407, 5-е уч. здание, (для проведения прак- тических занятий)	студен-тов: 1.1 Терминал HP t5530 . 1.2 Монитор 2. Проектор 3. Проекционный экран 4. Магнитно-маркерная доска 5. Доска меловая (трехэлементная) 6. Количество посадочных мест	15 шт. 1шт. 1 шт. 1 шт 1 шт 26
Разделы 1, 2	«Лаборатория Элек- троника и электротех- ники», Аудитория № 411 5-е уч. здание, (для проведения лабо- раторных занятий)	1. Вольтметр универсальный 7-58/2 2. Вольтметр универсальный ВУ-15 3. Вольтметр универсальный В7-15 4. Генератор сигналов специальной формы GFG-8215А 5. Генератор импульсов Г5-54 6. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109 7. Источник питания GPS 18500 8. Осциллограф универсальный GOS- 630FC 9. Компьютер (Терминал HP t5530) 10. Доска меловая (трехэлементная) 11. Количество посадочных мест	5 шт. 2 шт. 1 шт. . 5 шт. 5 шт. 2 шт. 3 шт. 5 шт. 8 шт. 1 шт. 24
для самостоятельной работы	читальн. зал 8 уч.зд.	Компьютеры с установленным ПО: - операционная система Windows; - пакет приложений MS Office; - антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security; и подключением к сети в Интернет	12

Лицензионное программное обеспечение, установленное на всех компьютерах:

- операционная система Windows;
- пакет приложений MS Office;
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security