

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Балахнинский филиал ННГУ

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теоретические основы электротехники

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

---

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

---

Форма обучения

очная, очно-заочная

---

г. Балахна

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.19 Теоретические основы электротехники 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-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1: Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ОПК-4.2: Использует методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока ОПК-4.3: Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами ОПК-4.4: Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств ОПК-4.5: Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик ОПК-4.6: Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	ОПК-4.1: Знает особенности линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. Умеет применять методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. Владеет методами расчёта линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.  ОПК-4.2: Знает физическую природу переходных процессов. Умеет применять методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. Владеет технологиями расчёта переходных и установившихся процессов в линейных электрических цепях.  ОПК-4.3: Знает основные понятия и законы теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами. Умеет применять законы	Тест Собеседование Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами.</p> <p>Владеет методами расчёта электромагнитного поля и анализа цепей с распределёнными параметрами.</p> <p>ОПК-4.4:</p> <p>-</p> <p>ОПК-4.5:</p> <p>Знает особенности установившихся режимов работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов.</p> <p>Умеет анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, используя знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>Владеет методами расчёта режимов работы трансформаторов и вращающихся электрических машин.</p> <p>ОПК-4.6:</p> <p>-</p>		
ОПК ОС-7: Способен использовать методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК ОС-7.1: Применяет методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК ОС-7.1: Знает методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к работе электротехники. Умеет применять методы анализа и моделирования электронных устройств применительно к работе электротехники. Владеет методами расчёта элементов электрорадиотехники.	Собеседование Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы
ПКО-1: Способен участвовать в научно-	ПКО-1.1: Демонстрирует способности участвовать в научно-практических	ПКО-1.1: Знает теоретические основы электротехники.	Собеседование Задачи	Экзамен: Контрольные

практических исследованиях объектов профессиональной деятельности	работах по исследованию и анализу объектов профессиональной деятельности	Умеет применять основные принципы построения основных элементов электротехники. Владеет методами расчёта основных элементов электротехники.		вопросы
---	--	--	--	---------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>324</b>	<b>324</b>
в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	96	40
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64	40
- КСР	4	4
<b>самостоятельная работа</b>	<b>88</b>	<b>168</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>72</b> <b>Экзамен</b>	<b>72</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 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			
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
1 семестр	0	0					0	0		
1. Основные понятия и законы электрической цепи	18	20	5	1	3		8	1	10	19
2. Линейные электрические цепи постоянного тока	34	20	12	5	5	5	17	10	17	10
3. Линейные электрические цепи синусоидального тока	34	20	12	5	8	5	20	10	14	10
4. Линейные трёхфазные цепи	34	17	12	4	8	4	20	8	14	9
5. Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах	22	28	7	1	8	6	15	7	7	21

2 семестр	0	0					0	0		
6. Переходные процессы в линейных электрических цепях	20	18	9	5	6	4	15	9	5	9
7. Электрические цепи с распределёнными параметрами (длинные линии)	20	33	9	4	6	3	15	7	5	26
8. Нелинейные электрические и магнитные цепи	20	34	9	4	6	3	15	7	5	27
9. Четырёхполосники и электрические фильтры	20	36	9	5	6	4	15	9	5	27
10. Электромагнитное поле	26	22	12	6	8	6	20	12	6	10
Аттестация	72	72								
КСР	4	4					4	4		
Итого	324	324	96	40	64	40	164	84	88	168

## Содержание разделов и тем дисциплины

### 1 семестр

Раздел 1 Основные понятия и законы электрической цепи.

Тема 1.1. Основные понятия и законы электрической цепи. Электрическая цепь. Источники и приёмники электромагнитной энергии. Ток, напряжение и мощность. Классификация электрических цепей. Резистивные, индуктивные и ёмкостные элементы, схемы замещения. Линейные и нелинейные элементы. Законы Ома и электромагнитной индукции. Источники ЭДС и тока. Схемы замещения источников электрической энергии. Методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.

Раздел 2 Линейные электрические цепи постоянного тока.

Тема 2.1. Методы расчёта электрических цепей постоянного тока. Анализ цепи на основе законов Кирхгофа. Преобразование схем замещения: последовательно и параллельно соединённых элементов; треугольника в эквивалентную звезду и наоборот. Методы контурных токов, узловых потенциалов, двух узлов, эквивалентного генератора, наложения. Энергетические соотношения в цепях постоянного тока.

Тема 2.2. Топологические и матричные методы анализа электрических цепей. Топологическое представление электрических цепей. Топологические матрицы графа. Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме. Методы контурных токов и узловых потенциалов в матричной форме.

Раздел 3 Линейные электрические цепи синусоидального тока.

Тема 3.1. Гармонические (синусоидальные) токи и напряжения. Мгновенное, амплитудное, действующее и среднее значения. Комплексное представление синусоидальных величин. Сопротивление  $R$ , индуктивность  $L$  и ёмкость  $C$  в цепи синусоидального тока. Комплексное сопротивление, комплексная проводимость.

Тема 3.2. Расчёт цепей синусоидального тока комплексным методом. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные и топографические диаграммы. Расчёт цепей синусоидального тока символическим методом. Мгновенная, активная, реактивная, полная и комплексная мощности.

Тема 3.3. Цепи со взаимной индуктивностью.

Коэффициент связи. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов. Расчёт цепей со взаимной индуктивностью символическим методом. Развязка индуктивной связи. Воздушный трансформатор: основные уравнения, схема замещения, векторная диаграмма.

Тема 3.4. Резонанс в электрических цепях. Частотные свойства и резонансные эффекты в линейных электрических цепях. Резонанс в последовательной и параллельной цепях синусоидального тока. Резонансные кривые и частотные характеристики колебательного контура. Условие резонанса в сложной цепи. Полоса пропускания, добротность контура, затухание, волновое сопротивление.

Раздел 4 Линейные трёхфазные цепи.

Тема 4.1. Трёхфазные цепи. Основные понятия о многофазных цепях. Трёхфазный синхронный

генератор. Способы соединения трёхфазных цепей. Анализ трёхфазных цепей в симметричном режиме при соединении фаз приёмника треугольником, звездой и звездой с нейтральным проводом. Векторные диаграммы трёхфазных цепей. Мощность трёхфазной цепи, измерение мощности. Расчёт несимметричных режимов трёхфазных цепей со статической нагрузкой.

Тема 4.2. Метод симметричных составляющих.

Разложение несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз. Расчёт несимметричных режимов трёхфазных цепей методом симметричных составляющих.

Раздел 5 Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах.

Тема 5.1. Линейные цепи несинусоидального тока. Разложение периодических несинусоидальных функций в гармонический ряд. Амплитудный и фазовый спектры функций. Действующие и средние значения несинусоидальных функций. Коэффициенты, характеризующие форму кривых токов и напряжений. Мощность при несинусоидальных токах и напряжениях. Расчёт электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях. Резонансные явления в цепях несинусоидального тока.

Высшие гармоники в трёхфазных цепях.

2 семестр

Раздел 6 Переходные процессы в линейных электрических цепях

Тема 6.1. Классический метод расчёта переходных процессов в линейных электрических цепях. Законы коммутации. Расчёт переходных процессов в цепях первого порядка. Постоянная времени и длительность переходного процесса. Аperiodический, критический и колебательный режимы переходного процесса в цепях второго порядка. Расчёт переходных процессов в цепи при воздействии произвольной формы с помощью интеграла Дюамеля.

Тема 6.2. Операторный метод расчёта переходных процессов в линейных электрических цепях.

Оригинал и изображение. Законы Ома Кирхгофа в операторной форме. Эквивалентные операторные схемы замещения. Алгоритм расчета переходных процессов операторным методом. Теорема разложения.

Тема 6.3. Спектральный (частотный) метод анализа переходных процессов. Преобразование Фурье и его применение к расчету переходных процессов. Интегрирующие и дифференцирующие цепи.

Раздел 7 Электрические цепи с распределёнными параметрами (длинные линии).

Тема 7.1. Однородные линии в установившемся режиме. Уравнения однородной линии в частных производных. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме. Волновое сопротивление и постоянная распространения, коэффициенты затухания (ослабления) и фазы. Бегущие волны, фазовая скорость и длина волны. Согласованная нагрузка. Входное сопротивление линии. Линии без искажения и потерь. Режимы линий без потерь.

Тема 7.2. Переходные процессы в однородных линиях. Возникновение переходных процессов в цепях с распределёнными параметрами. И их математическое описание. Отражение и преломление волн в месте сопряжения двух однородных линий. Методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.

Раздел 8 Нелинейные электрические и магнитные цепи.

Тема 8.1. Расчёт нелинейных резистивных и магнитных цепей при постоянном токе. Характеристики нелинейных элементов. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных резистивных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления. Графические методы анализа. Расчёт нелинейных резистивных цепей с помощью кусочно-линейных схем замещения. Магнитные цепи при постоянных токах. Основные понятия и законы магнитных цепей. Законы Кирхгофа для магнитной цепи.

Тема 8.2 Расчёт установившихся процессов в нелинейных электрических цепях при периодических воздействиях. Цепи переменного тока с ферромагнитными элементами, их особенности. Уравнения, векторная диаграмма, схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником, вольтамперная характеристика. Вольтамперные характеристики элементов по мгновенным, действующим значениям токов и напряжений, по первым гармоникам. Графические методы анализа. Методы аналитической

аппроксимации, эквивалентных синусоид, гармонического баланса. Расчёт установившегося режима при кусочно-линейной аппроксимации нелинейности характеристик. Анализ установившихся режимов работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, знание их характеристик.

Тема 8.3. Методы расчёта переходных процессов в нелинейных цепях. Особенности переходных процессов в нелинейных электрических цепях. Методы расчета переходных процессов в нелинейных цепях: кусочно-линейной и аналитической аппроксимации.

Раздел 9 Четырёхполюсники и электрические фильтры.

Тема 9.1. Четырёхполюсники. Уравнения пассивного четырёхполюсника. Первичные параметры (коэффициенты) четырёхполюсника, их взаимная связь. Определение коэффициентов четырёхполюсников. Т и П - образные схемы замещения пассивных четырёхполюсников. Характеристические параметры четырёхполюсника. Способы соединения четырёхполюсников. Уравнения четырёхполюсников в характеристических параметрах.

Тема 9.2. Электрические фильтры. Электрические фильтры. Классификация фильтров.

Условия пропускания фильтров. Типы фильтров. Схемы фильтров.

Раздел 10 Электромагнитное поле.

Тема 10.1. Электростатическое поле. Основные величины, характеризующие это поле, и уравнения. Граничные условия. Теорема единственности решения задач электростатики. Расчёт ёмкости двухпроводной линии. Экранирование поля.

Тема 10.2. Стационарное электрическое поле постоянных токов. Стационарное электрическое поле постоянных токов. Уравнения, и граничные условия. Аналогия между полем в проводящей среде и электростатическим полем.

Тема 10.3. Магнитное поле постоянных токов.

Основные величины, характеризующие это поле, и уравнения. Граничные условия. Векторный потенциал магнитного поля. Аналогия между магнитным полем постоянных токов и электростатическим полем. Механические силы в магнитном поле. Расчёт индуктивности.

Экранирование поля

Тема 10.4. Переменное электромагнитное поле.

Основные уравнения. Теорема Пойнтинга. Плоская волна в различных средах. Поверхностный эффект и эффект близости. Экранирование. Основы теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами.

#### **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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

-, -.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

-, -.

Иные учебно-методические материалы:

-

## **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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:**

- 1) Электрическая цепь и её элементы. Классификация электрических цепей и их элементов.
- 2) Электрический ток и напряжение. Двухполюсные активные элементы.
- 3) Двухполюсные пассивные элементы.
- 4) Задача анализа электрических цепей. Законы Кирхгофа.
- 5) Применение законов Кирхгофа для анализа цепей постоянного тока.
- 6) Последовательное и параллельное соединение элементов.
- 7) Преобразование звезды в треугольник и треугольника в звезду.
- 8) Принцип суперпозиции и метод наложения.
- 9) Метод контурных токов.
- 10) Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.
- 11) Замена нескольких параллельных ветвей одной эквивалентной.
- 12) Метод узловых потенциалов.
- 13) Метод двух узлов.
- 14) Теорема об эквивалентном источнике ЭДС. Метод эквивалентного генератора.
- 15) Метод эквивалентного генератора. Мостовая схема.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК ОС-7:**



- 1) Энергетический баланс в электрических цепях. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке.
- 2) Основные топологические понятия теории электрических цепей. Топологические матрицы электрических цепей.
- 3) Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме.
- 4) Метод контурных токов в матричной форме.
- 5) Метод узловых потенциалов в матричной форме.
- 6) Синусоидальный ток. Понятие сдвига фаз в цепях синусоидального тока. Представление синусоидальных функций времени комплексными числами и векторами.
- 7) Действующее значение переменного тока.
- 8) Сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи синусоидального тока. 2 семестр
- 9) Анализ электрических цепей однофазного синусоидального тока при последовательном соединении элементов. Комплексное сопротивление.
- 10) Комплексная проводимость. Анализ электрических цепей однофазного синусоидального тока при параллельном соединении элементов.
- 11) Метод комплексных амплитуд. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторно-топографические диаграммы.
- 12) Мощность в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности. Способы увеличения коэффициента мощности.
- 13) Расчет мощности комплексным методом. Измерение мощности ваттметром
- 14) Резонансные явления в электрических цепях. Особенности режима резонанса напряжений.
- 15) Частотные характеристики последовательного колебательного контура.
- 16) Влияние добротности на ширину полосы пропускания колебательного контура.
- 17) Резонанс токов. Особенности режима резонанса токов. Частотные характеристики параллельного колебательного контура.
- 18) Коэффициент индуктивной связи. Последовательное соединение двух катушек с индуктивной связью. Векторные диаграммы.
- 19) Определение взаимной индуктивности опытным путём.
- 20) Расчёт цепей с индуктивно-связанными элементами

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПКО-1:

- 1) Методы анализа и моделирования линейных цепей постоянного тока.
- 2) Методы анализа и моделирования линейных цепей переменного тока.
- 3) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей постоянного тока.
- 4) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей переменного тока.
- 5) Методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.
- 6) Основы теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами.
- 7) Анализ установившихся режимов работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, знание их характеристик.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	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»
очень хорошо	-
хорошо	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»
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

**Задача** Определить мощность, доставляемую источником тока в схему (рис. 8.11), если  $I_k = 0,8 \text{ A}$ ,  $I = 0,3 \text{ A}$ ,  $E_1 = 5 \text{ В}$ ,  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 30 \text{ Ом}$ ,

*О т в е т:*  $P_k = 16 \text{ Вт}$ .

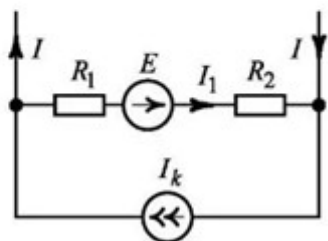


Рис. 8.11

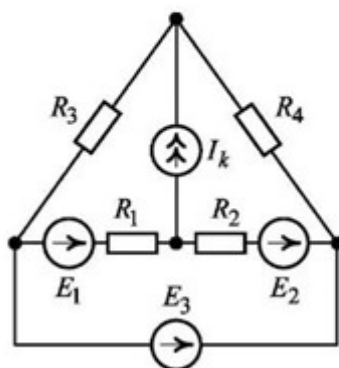


Рис. 8.12

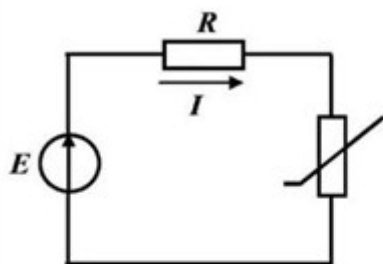


Рис. 1.1

В электрической цепи с ЭДС  $E = 10$  В и линейным активным сопротивлением  $R = 10$  Ом (рис. 1.1) последовательно соединено нелинейное сопротивление, вольт-амперная характеристика (ВАХ) которого представлена в табл. 1.1.

Найти ток в цепи:

- 1) графическим методом;
- 2) методом графического решения двух нелинейных уравнений (иногда его называют методом пересечений);
- 3) графоаналитическим методом.

Таблица 1.1

$I$	A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$U_n$	B	0	2,5	4,0	4,7	5,2	5,5	5,7

**Задача 1.2.** Найти ток в цепи (рис. 1.6) аналитическим методом, если  $E = 18$  В,  $R = 30$  Ом, а характеристика нелинейного элемента задана графически (рис. 1.7).

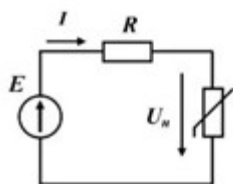


Рис. 1.6

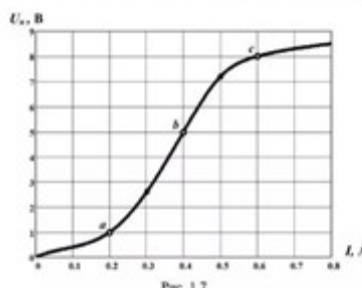


Рис. 1.7

**Задача 1.3.** В разветвленной цепи с одним нелинейным элементом (рис. 1.9) найти токи во всех ветвях, составить баланс мощностей.

Параметры цепи:  $E_1 = 30$  В,  $E_4 = 55$  В,  $J = 5$  А,  $R = 5$  Ом,  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = R_3 = 20$  Ом. Вольт-амперная характеристика задана аналитическим выражением  $U_n = 1,5I^3 - 6I^2 + 8,7I$ .

Задачу решить:

- 1) графоаналитическим методом,
- 2) аналитическим методом Ньютона–Рафсона,
- 3) методом итераций.

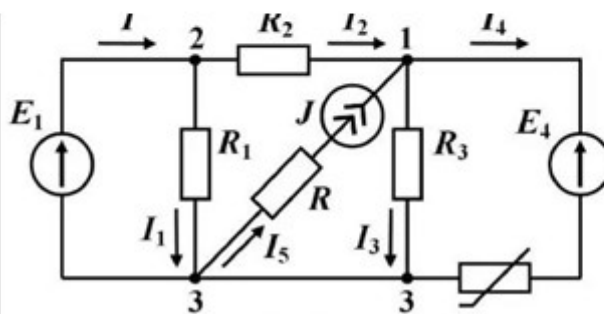


Рис. 1.9

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК ОС-7:

**Задание 1.** Лестничная цепь (рис. 1), состоящая из  $n \rightarrow \infty$  звеньев, образованных резисторами сопротивлением  $R = 10$  Ом, подключена к источнику напряжением  $E = 100$  В.

Определить ток источника  $I$ .

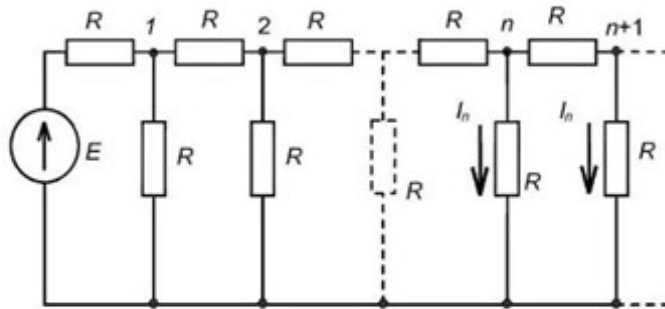


Рис. 1

**Задание 2.** После подключения цепи к источнику постоянного тока (рис. 2) напряжение на участке  $ab$  в некоторый момент времени достигает значения  $U_{ab \max} = 25$  В. Корни характеристического уравнения связаны соотношением  $p_2 = 2p_1$ .

Определить токи, протекающие по ветвям цепи, если сопротивление  $R_1 = 10$  Ом; индуктивность  $L = 0,1$  Гн; емкость  $C_2 = 50$  мкФ.

**Задание 3.** В момент времени  $t = 0$  ключи  $K_1$  и  $K_2$  в цепи постоянного тока (рис. 3) замыкаются. Известно, что значения токов источников тока  $J_1$  и  $J_2$  равны, а напряжение  $U_R(0_+) = 4$  В. За время переходного процесса на резистивном сопротивлении выделяется энергия, равная  $W_R = 8,3$  Дж. Параметры цепи:  $L_1 = 0,5$  Гн;  $L_2 = 1$  Гн.

Определить закономерности изменения тока  $i(t)$  после замыкания ключей.

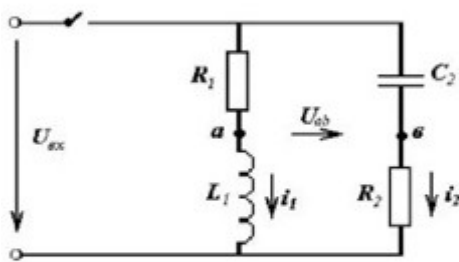


Рис. 2

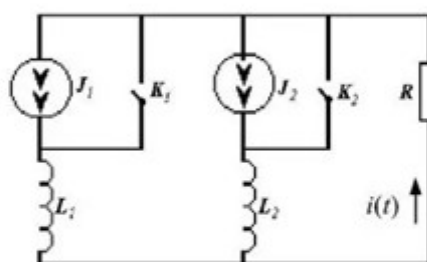


Рис. 3

**Задание 4.** Для схемы, изображенной на рис. 4, указаны варианты ответов задачи по определению режимов цепи при  $J(t) = 4\sin(\omega t - 60^\circ)$  и  $R = 5$  Ом.

Проанализировать представленные ответы и указать физически нереализуемые.

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКО-1:

**Задание 7.** Активный двухполюсник  $A$  (рис. 7), содержащий источник ЭДС и произвольно включенные резисторы, имеет напряжение  $V = 100$  В и внутренние потери мощности при холостом ходе и коротком замыкании на выходных зажимах, соответственно равные  $P_{х.х} = 100$  Вт и  $P_{к.з} = 5100$  Вт.

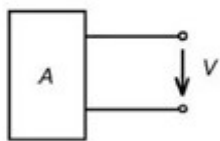


Рис. 7

Определить ток короткого замыкания на выходе двухполюсника.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	-
отлично	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»
очень хорошо	-
хорошо	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»
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	-

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			

ения компет							
<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 полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	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 и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<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».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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-4**

1 семестр

- 1) Основные понятия и законы электрической цепи. Электрическая цепь.
- 2) Источники электромагнитной энергии.
- 3) Приёмники электромагнитной энергии.
- 4) Электрический ток,
- 5) Напряжение
- 6) Мощность.
- 7) Классификация электрических цепей.
- 8) Резистивные элементы.
- 9) Индуктивные элементы.
- 10) Ёмкостные элементы.
- 11) Схемы замещения
- 12) Линейные элементы.
- 13) Нелинейные элементы.
- 14) Законы Ома
- 15) Законы электромагнитной индукции.



- 16) Источники ЭДС и тока.
- 17) Схемы замещения источников электрической энергии.
- 18) Понятия о методах расчёта электрических цепей постоянного тока.
- 19) Сущность анализа цепи на основе законов Кирхгофа.
- 20) Преобразование схем замещения: последовательно и параллельно соединённых элементов; треугольника в эквивалентную звезду и наоборот.
- 21) Метод контурных токов.
- 22) Метод узловых потенциалов,
- 23) Метод двух узлов,
- 24) Метод эквивалентного генератора,
- 25) Метод наложения.
- 26) Энергетические соотношения в цепях постоянного тока.
- 27) Топологические методы анализа электрических цепей.
- 28) Матричные методы анализа электрических цепей.
- 29) Топологическое представление электрических цепей.
- 30) Топологические матрицы графа.
- 31) Закон Ома в матричной форме.
- 32) Закон Кирхгофа в матричной форме
- 33) Гармонические (синусоидальные) токи и напряжения.
- 34) Мгновенное значение.
- 35) Амплитудное значение.
- 36) Действующее значение.
- 37) Среднее значение.
- 38) Сопротивление  $R$  в цепи синусоидального тока.
- 39) Индуктивность  $L$  в цепи синусоидального тока.
- 40) Ёмкость  $C$  в цепи синусоидального тока.

- 41) Область применения синусоидального тока.
- 42) Основные характеристики синусоидального тока.
- 43) Действующее и среднее значения синусоидального тока.
- 44) Изображение синусоиды вектором, векторная диаграмма.
- 45) Запись уравнений Кирхгофа для цепей синусоидального тока.
- 46) Активное, индуктивное, ёмкостное и полное сопротивления:  
физический смысл, расчётные формулы.
- 47) Анализ цепи синусоидального тока с последовательным соединением элементов.
- 48) Резонанс напряжений.
- 49) Анализ цепи синусоидального тока с параллельным соединением элементов.
- 50) Резонанс токов.
- 51) Мощность цепи синусоидального тока.
- 52) Измерение тока, напряжения, мощности и энергии: схемы включения приборов, единицы измерения.
- 59) Какой трансформатор является совершенным?
- 60) Какой трансформатор называется идеальным?

2 семестр

- 1) Понятие комплексного сопротивления.
- 2) Понятие комплексной проводимости.
- 3) Закон Ома в комплексной форме.
- 4) Закон Кирхгофа в комплексной форме.
- 5) Векторные диаграммы.
- 6) Топографические диаграммы.
- 7) Мгновенная мощность.

- 8) Активная мощность.
- 9) Реактивная мощность.
- 10) Полная мощность.
- 11) Комплексная мощность.
- 12) Коэффициент связи.
- 13) Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов.
- 14) Понятие символического метода расчёта цепей.
- 15) Развязка индуктивной связи.
- 16) Воздушный трансформатор.
- 17) Понятие резонанса.
- 18) Резонанс в электрических цепях.
- 19) Частотные свойства и резонансные эффекты в линейных электрических цепях.
- 20) Резонанс в последовательной цепи синусоидального тока.
- 21) Резонанс в параллельной цепи синусоидального тока.
- 22) Резонансные кривые.
- 23) Понятие добротности контура.
- 24) Понятие затухания.
- 25) Понятие волнового сопротивления.
- 26) Понятие трёхфазной цепи.
- 27) Основные понятия о многофазных цепях.
- 28) Трёхфазный синхронный генератор.
- 29) Способы соединения трёхфазных цепей.
- 30) Понятие векторной диаграммы трёхфазных цепей.
- 31) Мощность трёхфазной цепи.
- 32) Способы измерения мощности.

33) Методы анализа и моделирования линейных цепей постоянного

тока.

34) Методы анализа и моделирования линейных цепей переменного

тока.

35) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей постоянного

тока.

36) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей переменного

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК ОС-7**

2 семестр

1) Методы анализа и моделирования электронных устройств

2) Методы анализа и моделирования радиоэлектронных устройств

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКО-1**

1 семестр

1) Что такое взаимная индуктивность  $M$ ?

2) Что такое коэффициент связи ( $k$ ) катушек и в каких пределах он изменяется?

3) Для чего делается разметка индуктивно связанных катушек?

4) Чем отличается согласное включение катушек от встречного? При каком из них ток в последовательно соединённых катушках больше и почему?

5) Что такое вносимое сопротивление  $Z_{вн}$  в схеме с линейным (воздушным) трансформатором?

6) Как зависит величина вносимого сопротивления  $Z_{вн}$  в схеме с линейным (воздушным) трансформатором от коэффициента связи  $k$ ?

2 семестр

- 1) Условие резонанса в сложной цепи.
- 2) Частотные характеристики колебательного контура.
- 3) Понятие полосы пропускания.
- 4) Смысл разложения несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз.
- 5) Линейные цепи несинусоидального тока.
- 6) Амплитудный спектр функций.
- 7) Фазовый спектр функций.
- 8) Коэффициенты, характеризующие форму кривых токов и напряжений.
- 9) Мощность при несинусоидальных токах и напряжениях.
- 10) Принципы расчёта электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.
- 11) Резонансные явления в цепях несинусоидального тока.
- 12) Высшие гармоники в трёхфазных цепях.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	
отлично	
очень хорошо	
хорошо	
удовлетворительно	

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	
плохо	

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

### Основная литература:

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 1. Электрические цепи : учебник / Л. А. Бессонов. - 12-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 831 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-10731-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845659&idb=0>.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 2. Электромагнитное поле / Бессонов Л. А. - 12-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 389 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488677> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-07888-6 : 1189.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=785706&idb=0>.
3. Гутько Е.С. Теоретические основы электротехники. Практикум : учебное пособие / Гутько Е.С.; Шмакова Т.С. - Москва : РИПО, 2022. - 108 с. - ISBN 978-985-895-065-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=869792&idb=0>.

### Дополнительная литература:

1. Богданов В. В. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи в установившихся режимах : учебное пособие / Богданов В. В., Давыденко О. Б., Касаткина Е. Г. - Новосибирск : НГТУ, 2022. - 176 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7782-4724-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=860493&idb=0>.
2. Потапов Л. А. Теоретические основы электротехники. Сборник задач / Потапов Л. А. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 245 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492078> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-08894-6 : 639.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=788477&idb=0>.

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

#### Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows  
 Пакет прикладных программ Microsoft Office  
 Правовая система «Консультант плюс»  
 Браузер Google Chrome

#### Интернет-ресурсы

Федеральный портал. Российское образование: <http://www.edu.ru/>;  
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии:  
<https://www.gost.ru/portal/gost/>.  
<http://elektromehanika.org/>  
Сайт Министерства энергетики РФ. - [www.minenergo.gov.ru](http://www.minenergo.gov.ru)  
Информационный проект для работников энергетических служб и студентов  
электротехнических вузов <http://electrichelp.ru>  
Электрика и электроэнергетика <https://pomegerim.ru>  
Электричество и электроснабжение <http://enginer-electric.ru>  
<http://novostienergetiki.ru>  
Известия вузов «Электромеханика», <http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>  
<http://электротехнический-портал.пф/kniga.html>  
ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>  
ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>  
ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>  
ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: [www.znaniy.com](http://www.znaniy.com)

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

«Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>  
База данных «Электрик» <http://www.electrik.org/>  
Энергетика в РФ и за рубежом <http://energo.polpred.com>  
ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:  
Энергетика [http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_rubr=2.2.75.27](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27)  
Электротехника [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.30](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30)  
Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php>

База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и  
исследователей - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>  
Банк изобретений, технологий и научных открытий <http://www.ntpo.com>  
Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения  
энергетической эффективности...<https://gisee.ru/>  
Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>  
ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>  
Правовая система «Консультант плюс»

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.