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 ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП (Б1.О.19), ориентирована на подготовку выпускников к решению всех заявленных типов задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ОПК-3, определяемое индикаторами ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.5.

Формирование компетенции ОПК-3 начато в ходе освоения этой дисциплины, будет продолжено при освоении дисциплин Электрические и электронные аппараты (ОПК-3.4, 3.6), Промышленная электроника (ОПК-3.4, 3.6), Электрические машины (ОПК-3.1, 3.5) и завершено в ходе выполнения Ознакомительной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. ОПК-3.2. Использует методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. ОПК-3.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами. ОПК-3.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.	Знает основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Умеет применять понятия и законы теории электрических и магнитных цепей и электромагнитного поля для составления и расчёта схем замещения электротехнических устройств; проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик электрических цепей, интерпретировать данные и делать выводы. Владеет методами расчёта переходных и установившихся процессов в линейных электрических цепях.	Контрольные вопросы по темам, Задачи практических заданий Расчётно-графические работы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	9 ЗЕТ
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	96 50 40 6
самостоятельная работа	96
Промежуточная аттестация – экзамены	72

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	**Всего (часы)**	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная
1. Основные понятия и законы электрической цепи	20	2	1		3	17
2. Линейные электрические цепи постоянного тока	30	6	3		9	21
3. Линейные электрические цепи синусоидального тока	32	6	6		12	20
4. Линейные трёхфазные цепи	30	6	4		10	20
5. Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах	20	4	4		8	12
6. Переходные процессы в линейных электрических цепях	20	4	4		8	12
7. Электрические цепи с распределёнными параметрами (длинные линии)	20	4	4		8	12
8. Нелинейные электрические и магнитные	20	4	4		8	12

цепи						
9. Четырёхполюсники и электрические фильтры	20	6	4		10	10
10.Электромагнитное поле	34	8	6		14	20
КСР	6				6	
Промежуточная аттестация – очная, очно-заочная формы - экзамены	72					
Итого	324	50	40		96	156

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.

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. Апериодический, 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 сопряжение 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.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в форме экзаменов.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лекционным и практическим занятиям, к ответам на контрольные вопросы, выполнение расчётно-графических работ, подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**, включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знания	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 ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	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»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

5.2.1 Типовые вопросы промежуточной аттестации (экзамены) по дисциплине «Теоретические основы электротехники» 4 семестр.

Вопросы	Код компетенции
1) Основные понятия и законы электрической цепи. Электрическая цепь.	ОПК-3
2) Источники электромагнитной энергии.	ОПК-3
3) Приёмники электромагнитной энергии.	ОПК-3
4) Электрический ток,	ОПК-3

5) Напряжение	ОПК-3
6) Мощность.	ОПК-3
7) Классификация электрических цепей.	ОПК-3
8) Резистивные элементы.	ОПК-3
9) Индуктивные элементы.	ОПК-3
10) Ёмкостные элементы.	ОПК-3
11) Схемы замещения	ОПК-3
12) Линейные элементы.	ОПК-3
13) Нелинейные элементы.	ОПК-3
14) Законы Ома	ОПК-3
15) Законы электромагнитной индукции.	ОПК-3
16) Источники ЭДС и тока.	ОПК-3
17) Схемы замещения источников электрической энергии.	ОПК-3
18) Понятия о методах расчёта электрических цепей постоянного тока.	ОПК-3
19) Сущность анализа цепи на основе законов Кирхгофа.	ОПК-3
20) Преобразование схем замещения: последовательно и параллельно соединенных элементов; треугольника в эквивалентную звезду и наоборот.	ОПК-3
21) Метод контурных токов.	ОПК-3
22) Метод узловых потенциалов,	ОПК-3
23) Метод двух узлов,	ОПК-3
24) Метод эквивалентного генератора,	ОПК-3
25) Метод наложения.	ОПК-3
26) Энергетические соотношения в цепях постоянного тока.	ОПК-3
27) Топологические методы анализа электрических цепей.	ОПК-3
28) Матричные методы анализа электрических цепей.	ОПК-3
29) Топологическое представление электрических цепей.	ОПК-3
30) Топологические матрицы графа.	ОПК-3
31) Закон Ома в матричной форме.	ОПК-3
32) Закон Кирхгофа в матричной форме	ОПК-3
33) Гармонические (синусоидальные) токи и напряжения.	ОПК-3
34) Мгновенное значение.	ОПК-3
35) Амплитудное значение.	ОПК-3
36) Действующее значение.	ОПК-3
37) Среднее значение.	ОПК-3
38) Сопротивление R в цепи синусоидального тока.	ОПК-3
39) Индуктивность L в цепи синусоидального тока.	ОПК-3
40) Ёмкость C в цепи синусоидального тока.	ОПК-3
41) Область применения синусоидального тока.	ОПК-3
42) Основные характеристики синусоидального тока.	ОПК-3
43) Действующее и среднее значения синусоидального тока.	ОПК-3
44) Изображение синусоиды вектором, векторная диаграмма.	ОПК-3
45) Запись уравнений Кирхгофа для цепей синусоидального тока.	ОПК-3
46) Активное, индуктивное, ёмкостное и полное сопротивления: физический смысл, расчётные формулы.	ОПК-3
47) Анализ цепи синусоидального тока с последовательным соединением элементов.	ОПК-3
48) Резонанс напряжений.	ОПК-3
49) Анализ цепи синусоидального тока с параллельным соединением элементов.	ОПК-3

50) Резонанс токов.	ОПК-3
51) Мощность цепи синусоидального тока.	ОПК-3
52) Измерение тока, напряжения, мощности и энергии: схемы включения приборов, единицы измерения.	ОПК-3
53) Что такое взаимная индуктивность М?	ОПК-3
54) Что такое коэффициент связи (*к*) катушек и в каких пределах он изменяется?	ОПК-3
55) Для чего делается разметка индуктивно связанных катушек?	ОПК-3
56) Чем отличается согласное включение катушек от встречного? При каком из них ток в последовательно соединённых катушках больше и почему?	ОПК-3
57) Что такое вносимое сопротивление $Z_{вн}$ в схеме с линейным (воздушным) трансформатором?	ОПК-3
58) Как зависит величина вносимого сопротивления $Z_{вн}$ в схеме с линейным (воздушным) трансформатором от коэффициента связи *к?*	ОПК-3
59) Какой трансформатор является совершенным?	ОПК-3
60) Какой трансформатор называется идеальным?	ОПК-3
61) Понятие комплексного сопротивления.	ОПК-3
62) Понятие комплексной проводимости.	ОПК-3
63) Закон Ома в комплексной форме.	ОПК-3
64) Закон Кирхгофа в комплексной форме.	ОПК-3
65) Векторные диаграммы.	ОПК-3
66) Топографические диаграммы.	ОПК-3
67) Мгновенная мощность.	ОПК-3
68) Активная мощность.	ОПК-3
69) Реактивная мощность.	ОПК-3
70) Полная мощность.	ОПК-3
71) Комплексная мощность.	ОПК-3
72) Коэффициент связи.	ОПК-3
73) Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов.	ОПК-3
74) Понятие символического метода расчёта цепей.	ОПК-3
75) Развязка индуктивной связи.	ОПК-3
76) Воздушный трансформатор.	ОПК-3
77) Понятие резонанса.	ОПК-3
78) Резонанс в электрических цепях.	ОПК-3
79) Частотные свойства и резонансные эффекты в линейных электрических цепях.	ОПК-3
80) Резонанс в последовательной цепи синусоидального тока.	ОПК-3
81) Резонанс в параллельной цепи синусоидального тока.	ОПК-3
82) Резонансные кривые.	ОПК-3
83) Условие резонанса в сложной цепи.	ОПК-3
84) Частотные характеристики колебательного контура.	ОПК-3
85) Понятие полосы пропускания.	ОПК-3
86) Понятие добротности контура.	ОПК-3
87) Понятие затухания.	ОПК-3
88) Понятие волнового сопротивления.	ОПК-3
89) Понятие трёхфазной цепи.	ОПК-3
90) Основные понятия о многофазных цепях.	ОПК-3
91) Трёхфазный синхронный генератор.	ОПК-3

92) Способы соединения трёхфазных цепей.	ОПК-3
93) Понятие векторной диаграммы трёхфазных цепей.	ОПК-3
94) Мощность трёхфазной цепи.	ОПК-3
95) Способы измерения мощности.	ОПК-3
96) Смысл разложения несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз.	ОПК-3
97) Линейные цепи несинусоидального тока.	ОПК-3
98) Амплитудный спектр функций.	ОПК-3
99) Фазовый спектр функций.	ОПК-3
100) Коэффициенты, характеризующие форму кривых токов и напряжений.	ОПК-3
101) Мощность при несинусоидальных токах и напряжениях.	ОПК-3
102) Принципы расчёта электрических цепей при несинусоидальных токах и напряжениях.	ОПК-3
103) Резонансные явления в цепях несинусоидального тока.	ОПК-3
104) Высшие гармоники в трёхфазных цепях.	ОПК-3
105) Методы анализа и моделирования линейных цепей постоянного тока.	ОПК-3
106) Методы анализа и моделирования линейных цепей переменного тока.	ОПК-3
107) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей постоянного тока.	ОПК-3
108) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей переменного тока.	ОПК-3

5.2.2. Типовые вопросы промежуточной аттестации для оценки сформированности компетенции ОПК-3.

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.
16) Энергетический баланс в электрических цепях. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке.
17) Основные топологические понятия теории электрических цепей. Топологические матрицы электрических цепей.
18) Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме.
19) Метод контурных токов в матричной форме.

20) Метод узловых потенциалов в матричной форме.

21) Синусоидальный ток. Понятие сдвига фаз в цепях синусоидального тока. Представление синусоидальных функций времени комплексными числами и векторами.

22) Действующее значение переменного тока.

23) Сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи синусоидального тока.

24) Анализ электрических цепей однофазного синусоидального тока при последовательном соединении элементов. Комплексное сопротивление.

25) Комплексная проводимость. Анализ электрических цепей однофазного синусоидального тока при параллельном соединении элементов.

26) Метод комплексных амплитуд. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторно-топографические диаграммы.

27) Мощность в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности. Способы увеличения коэффициента мощности.

28) Расчет мощности комплексным методом. Измерение мощности ваттметром

29) Резонансные явления в электрических цепях. Особенности режима резонанса напряжений.

30) Частотные характеристики последовательного колебательного контура.

31) Влияние добротности на ширину полосы пропускания колебательного контура.

32) Резонанс токов. Особенности режима резонанса токов. Частотные характеристики параллельного колебательного контура.

33) Коэффициент индуктивной связи. Последовательное соединение двух катушек с индуктивной связью. Векторные диаграммы.

34) Определение взаимной индуктивности опытным путём.

35) Расчёт цепей с индуктивно-связанными элементами.

36) Методы анализа и моделирования линейных цепей постоянного тока.

37) Методы анализа и моделирования линейных цепей переменного тока.

38) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей постоянного тока.

39) Методы анализа и моделирования нелинейных цепей переменного тока.

40) Методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.

41) Основы теории электромагнитного поля и цепей с распределёнными параметрами.

42) Анализ установившихся режимов работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, знание их характеристик.

5.2.3. Типовые задачи промежуточной аттестации для оценки сформированности компетенции ОПК-3

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

Ответ: $P_k = 16$ Вт.

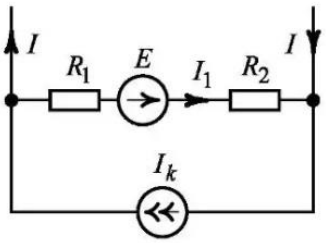

Рис. 8.11

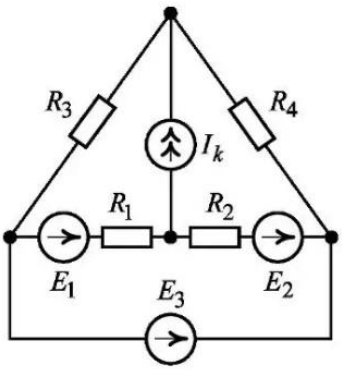

Рис. 8.12

5.2.4. Типовые задания расчётно-графической работы
1 семестр освоения дисциплины

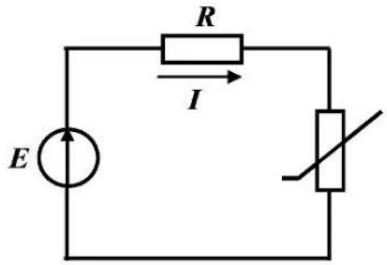

Рис. 1.1

Задание 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 метод пересечений);

3) графоаналитическим методом.

Таблица 1.1

I	А	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$U_н$	В	0	2,5	4,0	4,7	5,2	5,5	5,7

Задание 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).

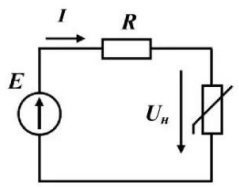

Рис. 1.6

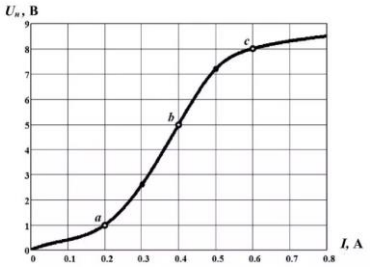

Рис. 1.7

Задание 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 $U_н = 1{,}5I^3 - 6I^2 + 8{,}7I$.

Задачу решить:

1) графоаналитическим методом,

2) аналитическим методом Ньютона–Рафсона,

3) методом итераций.

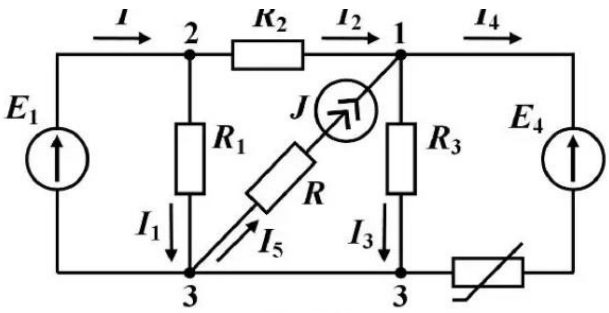

Рис. 1.9

2 семестр освоения дисциплины

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

Определить ток источника I.

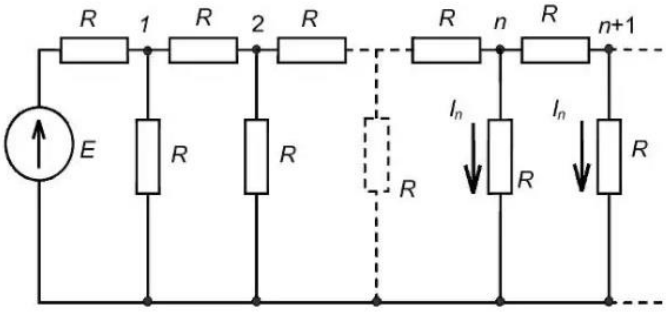

Рис. 1

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.

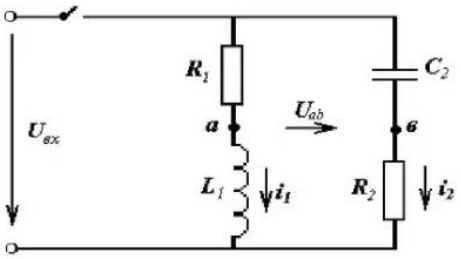

Рис. 2

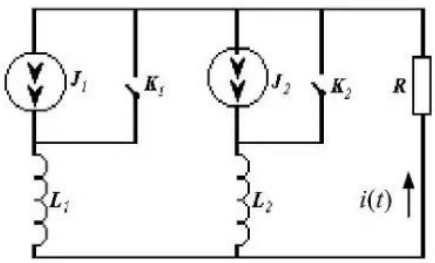

Рис. 3

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

Проанализировать представленные ответы и указать физически нереализуемые.

Ответы:

1) $u_R = 20\sin(\omega t + 60°)$;
2) $u_R = 10\sin\omega t$;
3) $u_R = 0$;
4) $u_R = 20\sin\omega t$;
5) $P = 50$ Вт;
6) $u_R = 10\sin(\omega t - 15°)$;
7) $u_R = 20\sin(\omega t - 60°)$;
8) $i_3 = 40\sin(\omega t - 70°)$.

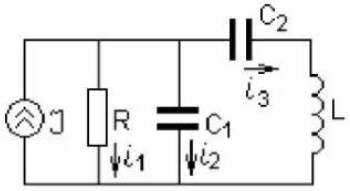

Рис. 4

Задание 5. В цепи синусоидального тока (рис. 5) известны значения следующих параметров: $i_4(t) = J(t)$, $X_{L_1} = 2$ Ом, $R_3 = X_{L_4}$.

Определить сопротивления R_3 и X_{C_2}.

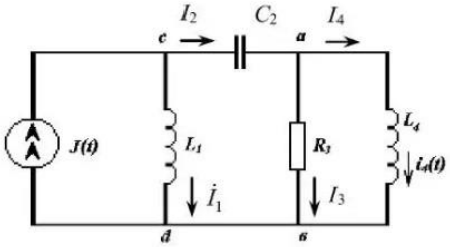

Рис. 5

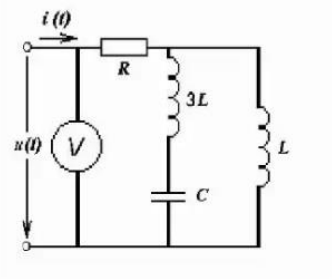

Рис. 6

Задание 6. В цепи (рис. 6) известны значения следующих параметров: $i(t) = 1$ А; $R = 12$ Ом; $L = 25$ мГн; $C = 40$ мкФ. Показание вольтметра электромагнитной системы равно 24 В.

Определить значение $u(t)$.

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.

Определить ток короткого замыкания на выходе двухполюсника.

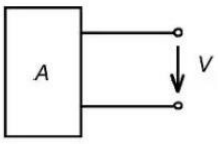

Рис. 7

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Бутырин П.А. Основы электротехники [Электронный ресурс]: учебник для студентов средних и высших учебных заведений профессионального образования по направлениям электротехники и электроэнергетики. – М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01249-9 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012499.html [22.09.2019]

2. Бутырин П.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: в 2 т. Том 1. Электрические и магнитные цепи с сосредоточенными параметрами [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01181-2 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011812.html [23.09.2019]

3. Бутырин П.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: в 2 т. Том 2. Электрические цепи с распределёнными параметрами. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01182-9 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011829.html [22.09.2019]

б) Дополнительная литература:

1. Теоретические основы электротехники. Основы нелинейной электротехники в упражнениях и задачах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.А. Карпов, В.Н. Тимофеев, М.Ю. Хацаюк. – Красноярск: СФУ, 2017. – 184 с. - ISBN 978-5-7638-3724-7 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763837247.html [22.09.2019]

2. Черевко А.И., Ивлев М.Л. Теоретические основы электротехники: учебно-методическое пособие. – Архангельск: САФУ, 2015. – 94 с. (Доступно в ЭБС «Консультант-студент»)

Режим доступа:
http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010241.html?SSr=350133efb71345e64694534
[23.09.2019]

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

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

г) 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
- 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.рф/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 «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– «Техэксперт» – профессиональные справочные системы http://техэксперт.рус/ [26.10.19]
– База данных «Электрик» http://www.electrik.org/ [26.10.19]
– 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 [26.10.19]
– Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]
– Онлайн электрик: база данных https://online-electric.ru/dbase.php [26.10.19]
– База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple_ [26.10.19]
– Банк изобретений, технологий и научных открытий http://www.ntpo.com [26.10.19]
– Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности…https://gisee.ru/ [26.10.19]
– Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
– База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com [26.10.19]
– База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]
– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/
– Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием (мультимедиа-проектор, экран, ноутбук).

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор: ведущий инженер-конструктор АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова", д.т.н. А.Ю. Смирнов

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения
им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.