



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	2
Семестр	3, 4


Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий  
17.02.2020, протокол № 7


Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированного электропривода и мехатроники

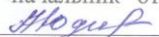
 А.А. Николаев

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЭПП, д-р техн. наук  В.Р.Храмшин

Рецензент:

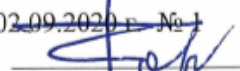
начальник отделения электропривода ЦЭТЛ ПАО ММК , канд. техн. наук

 А.Ю.Юдин

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 02.09.2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от 13.10.2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  Г.П. Корнилов

---

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

---

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Курс "Теоретические основы электротехники" (ТОЭ) является базовой общепрофессиональной дисциплиной направления "Электроэнергетика и электротехника". Целью дисциплины является теоретическая и практическая подготовка бакалавров в области электромагнитных явлений, методов анализа и расчета линейных и нелинейных электрических цепей, основ экспериментальных методов, применяемых в области электротехники и электроники.

В курсе ТОЭ изучаются основные положения и законы теории электрических и электронных цепей, магнитных цепей, электромагнитного поля. Изучение данных разделов позволяет решать электротехнические задачи и объяснять разнообразные электромагнитные явления в электротехнических и электронных устройствах.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теоретические основы электротехники входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Электрические машины

Электрический привод

Метрология

Электрические и электронные аппараты

Производственная-преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теоретические основы электротехники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 215,9 акад. часов:
- аудиторная – 210 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 108,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет с оценкой, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Основные понятия и законы теории электрических цепей	3	4	2	4	12	Изучение лабораторных стендов. Техника безопасности. Порядок выполнения лабораторного практикума. Отчетность. Выполнение лабораторной работы №1 «Определение параметров источников постоянного тока и активных сопротивлений стенда» Решение задач «Расчет физических параметров электрических цепей постоянного тока»	Защита лабораторной работы №1 «Определение параметров источников постоянного тока и активных сопротивлений стенда»	ОПК-4.1, ОПК-4.2

1.2 Анализ цепей постоянного тока		8	6	8	12	<p>Выполнение лабораторной работы №2. Соотношения в линейных электрических цепях постоянного тока. Решение задач. Методы расчета линейных электрических цепей (на примере цепей постоянного тока). Подготовка к коллоквиуму № 1. Расчет цепей постоянного тока. Выполнение РГР №1. Анализ цепей постоянного тока.</p>	<p>Защита лабораторной работы №2. Соотношения в линейных электрических цепях постоянного тока. Коллоквиум № 1. Расчет цепей постоянного тока. Защита РГР №1. Анализ цепей постоянного тока.</p>	ОПК-4.1, ОПК-4.2
-----------------------------------	--	---	---	---	----	---	---	------------------

1.3 Анализ цепей при синусоидальных воздействиях.	8	12	8	18	<p>Выполнение лабораторной работы №4 «Исследование физических параметров конденсаторов и катушек»</p> <p>Выполнение лабораторной работы №5 «Исследование физических свойств электрических цепей однофазного синусоидального тока»</p> <p>Решение задач «Анализ линейных цепей при синусоидальных воздействиях, векторные и топографические диаграммы».</p> <p>Выполнение лабораторной работы №6 «Исследование частотных свойств электрической цепи синусоидального тока».</p> <p>Решение задач «Резонансные режимы в электрических цепях».</p> <p>Подготовка к коллоквиуму № 2 «Цепи переменного тока»</p> <p>Выполнение РГР №2. Анализ цепей синусоидального тока.</p>	<p>Защита лабораторной работы №4 «Исследование физических параметров конденсаторов и катушек»</p> <p>Защита лабораторной работы №5 «Исследование физических свойств электрических цепей однофазного синусоидального тока»</p> <p>Защита лабораторной работы №6 «Исследование частотных свойств электрической цепи синусоидального тока».</p> <p>Коллоквиум №2 «Цепи переменного тока»</p> <p>Защита РГР №2. Анализ цепей синусоидального тока.</p>	ОПК-4.1, ОПК-4.2
1.4 Трехфазные цепи	8	12	8	14	<p>Выполнение лабораторной работы №8,9. Исследование трехфазных цепей.</p> <p>Решение задач. Расчет трехфазных цепей.</p> <p>Подготовка к коллоквиуму № 3.</p>	<p>Защита лабораторной работы №8,9. Исследование трехфазных цепей.</p> <p>Коллоквиум №3 «Трехфазные цепи»</p>	ОПК-4.1, ОПК-4.2

<p>1.5 Анализ цепей при воздействии сигналов произвольной формы. Спектральный метод анализа цепей.</p>		8	4	8	14,1	<p>Выполнение лабораторной работы №11. Исследование линейной цепи несинусоидального периодического тока. Решение задач по теме. Подготовка к коллоквиуму №4 по теме «Линейные цепи с периодическими несинусоидальными токами».</p>	<p>Защита лабораторной работы №11. Исследование линейной цепи несинусоидального периодического тока. Коллоквиум №4 по теме «Линейные цепи с периодическими несинусоидальными токами».</p>	<p>ОПК-4.1, ОПК-4.2</p>
<p>1.6 Основы теории четырехполосников, фильтров.</p>	4	8	10	10/2И	5	<p>Выполнение лабораторной работы №10 «Исследование пассивных четырехполосников» Решение задач «Расчет первичных параметров четырехполосников» Подготовка к коллоквиуму №5 «Четырехполосники».</p>	<p>Защита лабораторной работы №10 «Исследование пассивных четырехполосников» Коллоквиум №5 «Четырехполосники».</p>	<p>ОПК-4.1, ОПК-4.2</p>



<p>1.7 Методы анализа переходных процессов в линейных цепях с сосредоточенными параметрами.</p>		12	12/4И	12	16,6	<p>Решение задач «Классический метод расчета переходных процессов».</p> <p>Решение задач «Операторный метод расчета переходных процессов».</p> <p>Выполнение лабораторной работы №12 «Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях».</p> <p>Решение задач «Расчет переходных процессов с помощью интеграла Дюамеля».</p> <p>Подготовка к коллоквиуму №6 «Переходные процессы».</p> <p>Выполнение РГР №3 «Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях».</p>	<p>Защита лабораторной работы №12 «Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях»</p> <p>Коллоквиум № 6 «Переходные процессы».</p> <p>Защита РГР №3 «Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях».</p>	<p>ОПК-4.1, ОПК-4.2</p>
---	--	----	-------	----	------	---	--	-----------------------------

1.8 Анализ и расчет нелинейных и магнитных цепей.	14	12/6И	12	16,7	<p>Выполнение лабораторной работы №13 «Исследование нелинейных цепей постоянного тока». Решение задач «Расчет резистивных нелинейных цепей»; «Расчет магнитных цепей постоянного тока»; «Расчет нелинейных цепей при переменном воздействии». Подготовка к коллоквиуму №7 «Расчет резистивных нелинейных цепей». Выполнение лабораторной работы №14 «Исследование катушки со стальным сердечником».</p>	<p>Защита лабораторной работы №13 «Исследование нелинейных цепей постоянного тока». Коллоквиум №7 «Расчет резистивных нелинейных цепей». Защита лабораторной работы №14 «Исследование катушки со стальным сердечником».</p>	ОПК-4.1, ОПК-4.2
1.9 Экзамен							ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу	70	70/10И	70/2И	108,4			
Итого за семестр	34	34/10И	34/2И	38,3		экзамен	
Итого по дисциплине	70	70/10И	70/2И	108,4		зачет с оценкой, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная технология и технология проблемного обучения. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений может происходить с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных и практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

При проведении лабораторных и практических занятий используются работа в команде и методы информационных технологий.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

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

### **а) Основная литература:**

1. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие / Г. И. Атабеков. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-4383-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119286> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие / Г. И. Атабеков, С. Д. Купалян, А. Б. Тимофеев, С. С. Хухриков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0803-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/644> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Введение в теоретическую электротехнику. Курс подготовки бакалавров / Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Е. Б. Соловьева, Э. П. Чернышев. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-2406-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/89931> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Теоретические основы электротехники: краткий курс : учебное пособие / Л. А. Потапов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-2089-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76282> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **в) Методические указания:**

1.Храмшин, В.Р. Определение параметров источников постоянного тока и активных сопротивлений стэнда : методические указания к лабораторной работе №1 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / В.Р. Храмшин, О.И. Петухова, Е.А. Храмшина; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2013.-20 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

2.Шурыгина, Г.В. Исследование линейных электрических цепей постоянного тока: методические указания к лабораторной работе №2 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / Г.В. Шурыгина, О.И. Петухова, Е.А. Храмшина; ; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2013.-20 с. : ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

3.Шурыгина, Г.В. Измерение параметров реактивных элементов и углов сдвига между напряжениями и токами: методические указания к лабораторной работе №4 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / Г.В. Шурыгина, В.Р. Храмшин, Е.А. Храмшина; ; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2014.-7 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

4.Яббарова, Л.В. Исследование линейных электрических однофазных цепей синусоидального тока: методические указания к лабораторной работе №5 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / Л.В. Яббарова, В.Р. Храмшин, О.И. Карандаева, Г.В. Шурыгина; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2013.-13 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

5.Шурыгина, Г.В. Исследование трехфазных цепей при соединении нагрузки по схеме «звезда» : методические указания к лабораторной работе №8 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / Г.В. Шурыгина, В.Р. Храмшин, О.И. Петухова; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2014.-7 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

6.Шурыгина, Г.В. Исследование трехфазных цепей при соединении нагрузки по схеме «треугольник»: методические указания к лабораторной работе №9 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / Г.В. Шурыгина, В.Р. Храмшин, О.И. Петухова; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2014.-6 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

7.Петухова О.И, Исследование пассивных четырехполюсников: методические указания к лабораторной работе №10 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / О.И. Петухова, Г.В. Шурыгина, Л.В Яббарова,; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2015.-10 с. : ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

8.Яббарова, Л.В. Исследование линейной цепи несинусоидального тока: методические указания к лабораторной работе №11 по дисциплине «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехнических специальностей / Л.В. Яббарова, В.Р. Храмшин, О.И. Петухова; ; Магнитогорский гос. технический ун-т им.Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова, 2014.-10 с. :ил.,граф., схемы, таб. -Текст: непосредственный.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, (прочий софт, указанный в РПД) выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная лаборатория для проведения лабораторных работ	Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: -многофункциональный лабораторный стенд; -двухканальный осциллограф GOS-620 ; -мультиметр APPA203; -магазин сопротивлений; -магазин емкостей; -магазин индуктивностей; -генератор многофункциональный; -регулируемый источник питания постоянного тока; -регулируемый источник питания переменного тока; -регулируемый источник трехфазного тока.

## Приложение 1

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Примерные коллоквиумы по темам

##### Коллоквиум №1 Электрические цепи постоянного тока

1. Проанализировать влияние резистора  $R_3$  на токи ветвей схемы (рис. 1).

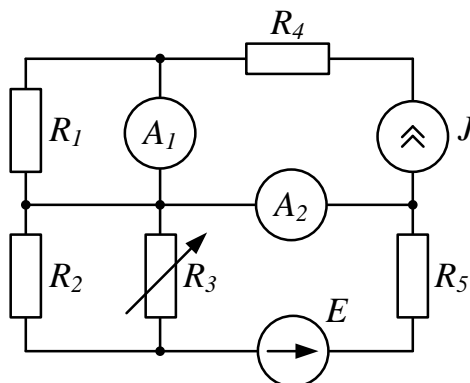


Рис. 1

2. Проанализировать влияние тока источника тока  $\mathfrak{J}$  на токи ветвей схемы (рис. 2).

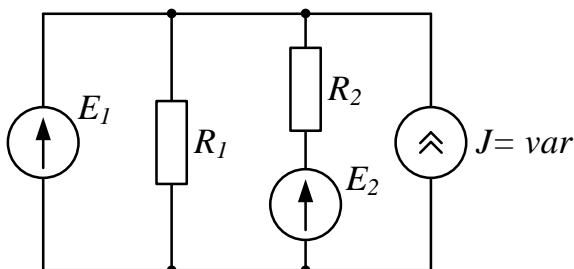


Рис. 2

**Коллоквиум №2 Электрические цепи синусоидального тока**

1. Определить показания приборов и построить векторные диаграммы токов и напряжений (рис. 1). Параметры схемы:  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $X_1 = 30 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = X_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $u = 200\sqrt{2} \sin(\omega t + \pi/2) \text{ В}$ .

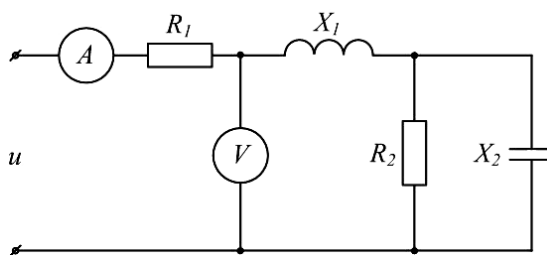


Рис. 1

2. Известна матрица цепи, полученная по методу контурных токов

$$|Z| = \begin{vmatrix} 4 + j4 & -2 + j & 0 \\ -2 + j & 5 + j & -2 \\ 0 & -2 & 8 \end{vmatrix}$$

Составить схему цепи и определить величины сопротивлений ветвей, полагая, что ветви не связаны индуктивно.

3. Определить  $U_{cd}$ ,  $I_{C2}$ ,  $I_L$ , если  $E = 5 \text{ В}$ ,  $\omega = 10^5 \text{ с}^{-1}$ ,  $C_1 = 10 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 5 \text{ мкФ}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $L = 2 \cdot 10^{-2} \text{ мГн}$ . Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений (рис. 3).

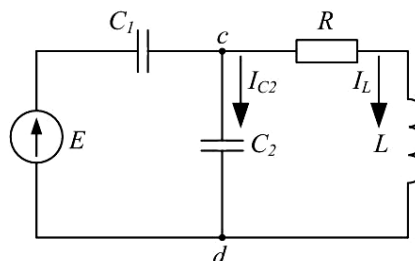


Рис. 3

**Коллоквиум №3 Трехфазные электрические цепи**

1. Цепь на рисунке получает питание от симметричного источника с линейным напряжением 660 В.

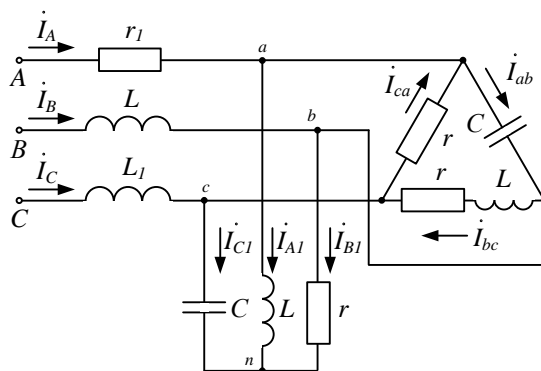


Рис. 2.17

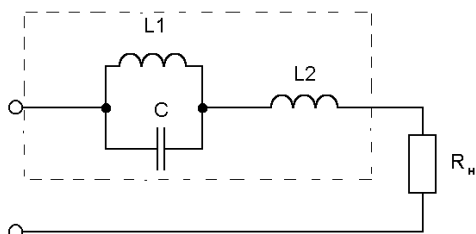
Дано:  $r = \omega L = 1/\omega C = 10 \text{ Ом}$ ;  $r_1 = \omega L_1 = 5 \text{ Ом}$ .

Найти токи в фазах приемников, соединенных звездой и треугольником, а также активную мощность цепи.

2. К симметричному трехфазному генератору с фазной ЭДС  $E = 127 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $Z_0 = (0,3 + j0,9) \text{ Ом}$  через линию с сопротивлением  $Z_n = (0,5 + j1,0) \text{ Ом}$  подключена симметричная нагрузка  $Z = (10 + j6) \text{ Ом}$ , соединенная звездой (рис. 2.8). Определить ток в каждой фазе, фазное и линейное напряжения на нагрузке, мощность, доставляемую генератором и расходуемую в нагрузке. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

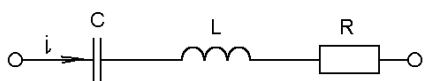
**Коллоквиум № 4 Расчет цепей при несинусоидальных воздействиях**

1. Электрический фильтр должен быть заграждающим для первой гармоники и не создавать сопротивления для его седьмой гармоники. Определить индуктивности L1 и L2 катушек, если емкость  $C = 50 \text{ мкФ}$  и частота основной гармоники 50 Гц.



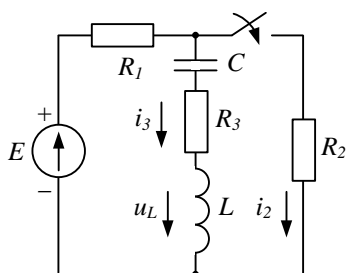


2. Определить действующие значения тока и напряжений на отдельных участках электрической цепи, если  $u=400+282\sin\omega t$ ,  $\omega L=1/\omega C=60$  Ом,  $R=40$  Ом

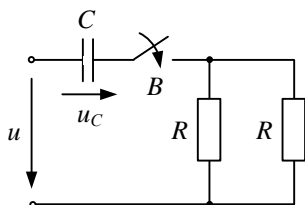


**Коллоквиум № 5 Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях**

1. Для цепи определить значение напряжения  $u_L(0)$ , если:  $E=12$  В,  $R_1=4$  Ом,  $R_2=2$  Ом,  $R_3=6$  Ом,  $L=1$  мГн,  $C=1$  мкФ.



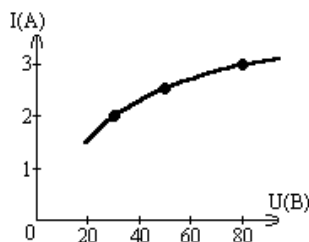
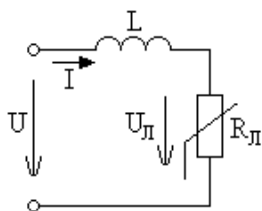
2. Для цепи определить значение установившегося тока  $i_{Cnp}$ , если напряжение источника задано:  $u=U_m \sin \omega t$ ,  $R=2 \frac{1}{\omega C}$ .



**Коллоквиум № 6 Нелинейные цепи**

1. Определить постоянный ток заданной магнитной цепи, если  $R_1=2,18$  см  $R_2=4,18$  см,  $W=1000$ , а магнитная индукция  $B=1,5$  Тл.

2.



Цепь питается генератором синусоидального напряжения  $U=120$  В и состоит из линейной индуктивности

$X_L=50$  Ом и лампы накаливания (инерционного н.э.). Определить ток в цепи.

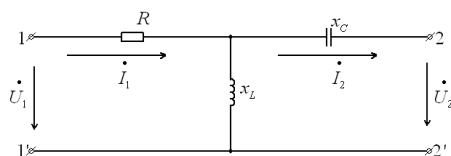
3. Через нелинейный конденсатор протекает ток  $i=1\sin 314t$ . Кулон-вольтная характеристика конденсатора выражается формулой  $U=q^3$ . Определить напряжение на конденсаторе.

### Коллоквиум № 7 Четырехполюсники

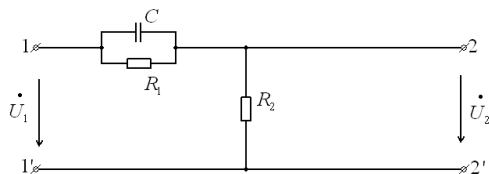
1. Найти А-параметры Т-образного четырехполюсника, если

$R=100$  Ом,  $x_L=200$  Ом,  $x_C=100$  Ом. Проверить соотношение:

$$A_{11}A_{22}-A_{12}A_{21}=1.$$



2. Для цепи, изображенной на рисунке выразить комплексную функцию передачи по напряжению  $K(j\omega)$  через параметры цепи.



### Индивидуальные домашние расчетно-графические работы

#### РГР № 1. Исследование электрических цепей постоянного тока.

1. По базе данных (табл.1.1) для своего варианта определить параметры электрической цепи (рис. 1.1), питающейся от сети постоянного тока с напряжением  $U$ .

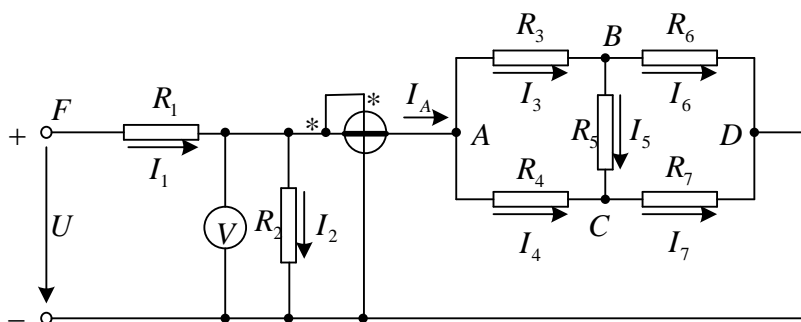


Рис. 1.1

2. Заменить треугольник, состоящий с резисторов  $R_3, R_4, R_5$  эквивалентной звездой.
3. Методом эквивалентных преобразований рассчитать входное сопротивление цепи.
4. Рассчитать токи ветвей.
5. Определить показания вольтметра и ваттметра.
6. Исследовать влияние величины резистора, указанного в столбце 9 табл. 1.1, на

параметры эквивалентной звезды и токи ветвей. Построить графики  $R_{\text{вх}}, R_{\text{зв}} = f(R)$  и  $I = f(R)$ , проанализировать их, сделать выводы.

### РГР № 2. Исследование электрических цепей синусоидального тока с одним источником питания

1. По базе данных (табл. 1.1) для своего варианта определить параметры электрической цепи (рис. 1.1), питающей от сети синусоидального тока с напряжением  $U$ .

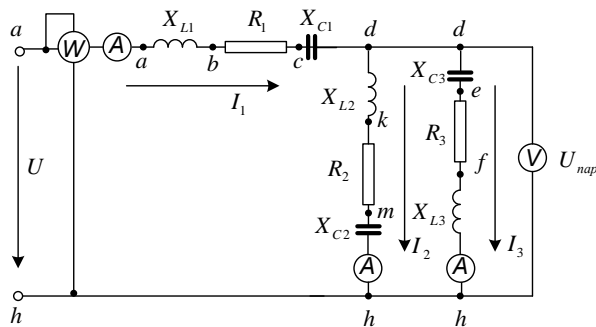


Рис. 1.1

2. Определить комплексные сопротивления ветвей в алгебраической и показательной формах.
3. Рассчитать комплексные сопротивления параллельного участка dh в алгебраической и показательной формах.
4. Определить комплексное входное сопротивление в алгебраической и показательной формах.
5. Рассчитать входной ток  $I_1$  в алгебраической и показательной формах.
6. Рассчитать напряжение параллельного участка dh  $U_{\text{нап}}$  в алгебраической и показательной формах.

### РГР № 3. Расчет и анализ переходных процессов.

В электрической цепи (рис. 2.1), питаемой от сети постоянного тока, происходит коммутация ключом К.

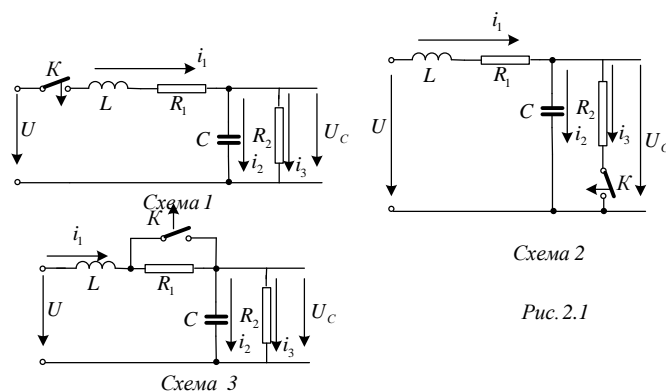


Схема 2

Рис. 2.1

Требуется:

1. Составить характеристическое уравнение и найти его корни.
2. Составить уравнения для расчета переходных процессов тока индуктивности

$i_L = f(t)$ , напряжения индуктивности  $u_L = f(t)$ , напряжения конденсатора  $u_C = f(t)$  и его тока  $i_C = f(t)$  для двух вариантов сопротивления  $R_2 = R_{2,зад}$  и  $R_2 = 5R_{2,зад}$ .

3. Рассчитать переходные процессы и построить на одном графике зависимости  $i_L = f(t)$ ,  $u_L = f(t)$ ,  $u_C = f(t)$  и  $i_C = f(t)$  в относительных единицах для двух вариантов сопротивления  $R_2$ .

4. Построить на одном графике зависимости  $i_L = f(t)$ ,  $u_L = f(t)$  при вещественных и комплексных корнях.

Построить на одном графике зависимости  $u_C = f(t)$  и  $i_C = f(t)$  при вещественных и комплексных корнях.

Проанализировать построенные кривые и сделать соответствующие выводы.

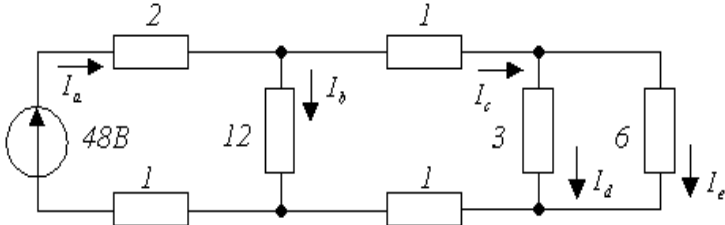
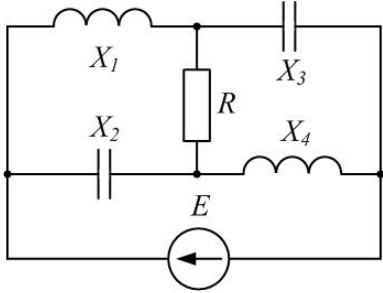
## Приложение 2

### 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Код индикатор а	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</b>		
<b>ОПК-4.1:</b>	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования	<p><b><i>Перечень теоретических вопросов к зачету</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрическая цепь и ее элементы. Идеализированные пассивные элементы и их характеристики.</li> <li>2. Законы Ома и Кирхгофа.</li> <li>3. Компонентные и топологические уравнения электрических цепей.</li> <li>4. Расчеты электрических цепей с одним источником методом эквивалентных преобразований.</li> <li>5. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод контурных токов.</li> <li>6. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод наложения.</li> <li>7. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод узловых потенциалов. Формула двух узлов.</li> <li>8. Характеристики и схемы замещения источников и приемников электрической цепи.</li> <li>9. Взаимные преобразования звезды и треугольника сопротивлений.</li> <li>10. Топологические графы электрических цепей. Топологические матрицы.</li> <li>11. Свойства линейных электрических цепей:</li> </ol>

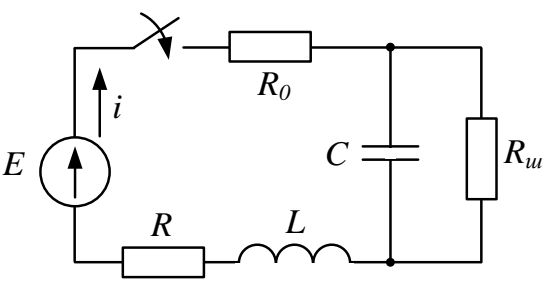
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>принципы суперпозиции, компенсации и взаимности.</p> <p>12. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.</p> <p>13. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.</p> <p>14. Особенности анализа разветвленных и неразветвленных цепей при синусоидальных воздействиях. Активное, реактивное, полное сопротивление цепи.</p> <p>15. Уравнения электрического равновесия цепей синусоидального тока. Запись уравнений в дифференциальной и комплексной формах.</p> <p>16. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока.</p> <p>17. Треугольник мощностей. Колебания энергии мощности. Способы повышения коэффициента мощности.</p> <p>18. Резонанс токов в цепях переменного тока, условия возникновения и его практическое применение.</p> <p>19. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока. Треугольник мощностей. Колебания энергии мощности. Способы повышения коэффициента мощности.</p> <p>20. Резонанс токов в цепях переменного тока, условия возникновения и его практическое применение.</p> <p>21. Индуктивно связанные элементы. Эквивалентная замена индуктивных связей. Линейный трансформатор.</p> <p>22. Резонанс напряжений в цепях переменного тока. Частотные характеристики и резонансные кривые последовательного колебательного контура. Добротность контура.</p> <p>23. Расчет симметричных режимов трехфазных режимов цепей.</p> <p>24. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей.</p> <p>25. Получение трехфазных ЭДС. Симметричная и несимметричная системы ЭДС.</p> <p>26. Получение трехфазных ЭДС. Симметричная и несимметричная системы ЭДС.</p> <p>27. Мощность трехфазных цепей и методы ее измерения.</p> <p>28. Разложение периодических несинусоидальных напряжений и токов в ряд Фурье. Свойства периодических кривых, обладающих симметрией.</p>

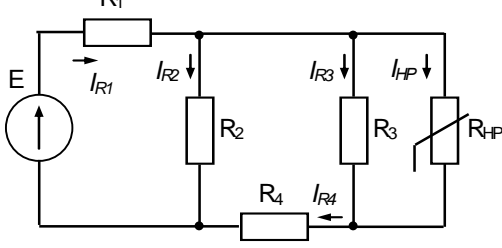
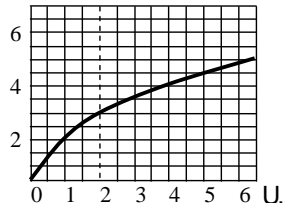
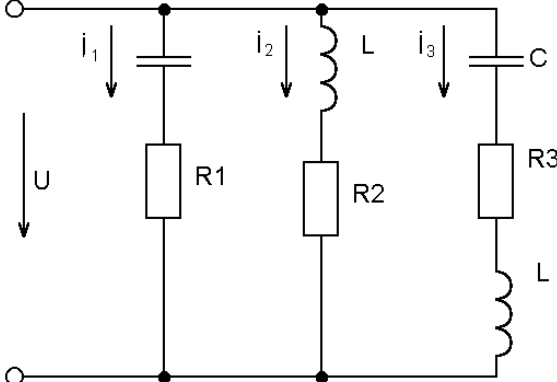
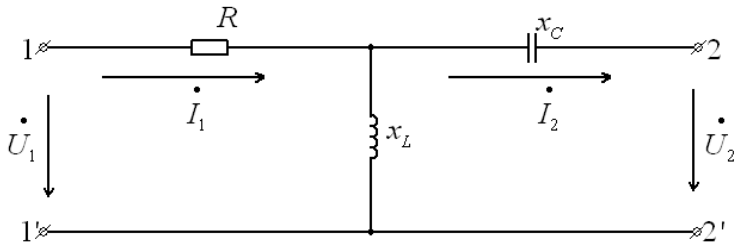
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p data-bbox="711 338 1414 405">29. Расчет линейных цепей при несинусоидальных воздействиях.</p> <p data-bbox="751 450 1390 483"><b>Примерный перечень практических заданий</b></p> <p data-bbox="759 517 1278 551">1. Определить токи в цепи, применяя:</p> <p data-bbox="815 584 1166 618">а) преобразование схемы;</p> <p data-bbox="815 651 1477 730">б) метод пропорциональных величин (метод подобия).</p> <p data-bbox="663 763 1102 797">Сопротивления указаны в Омах.</p>  <p data-bbox="663 1167 1477 1357">2. Определить мощность, потребляемую сопротивлением <math>R</math>, если <math>E = 120 \text{ В}</math>, <math>R = 10 \text{ Ом}</math>, <math>X_1 = 60 \text{ Ом}</math>, <math>X_2 = 50 \text{ Ом}</math>, <math>X_3 = 40 \text{ Ом}</math>, <math>X_4 = 50 \text{ Ом}</math>. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.</p>  <p data-bbox="663 1839 1477 2063">3. Для схемы на рис. известны следующие параметры: <math>r_1 = 4 \text{ Ом}</math>, <math>x_1 = 3 \text{ Ом}</math>, <math>r_2 = 5 \text{ Ом}</math>, <math>r_3 = 3 \text{ Ом}</math>, <math>x_3 = 4 \text{ Ом}</math>. Линейное напряжение <math>120 \text{ В}</math>. Найти фазные и линейные токи схемы и построить векторную диаграмму для нее: а) в нормальном режиме, б) при обрыве провода в фазе <math>bc</math> треугольника нагрузки.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div data-bbox="906 353 1230 622" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="786 797 1358 835" data-label="Section-Header"> <p><b><i>Перечень расчетно-графических работ</i></b></p> </div> <div data-bbox="711 869 1433 1010" data-label="List-Group"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование электрических цепей постоянного тока.</li> <li>2. Исследование цепей синусоидального тока.</li> <li>3. Исследование трехфазных цепей.</li> </ol> </div> <div data-bbox="847 1122 1297 1160" data-label="Section-Header"> <p><b><i>Перечень лабораторных работ</i></b></p> </div> <div data-bbox="711 1193 1474 1955" data-label="List-Group"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила техники безопасности в лаборатории ТОЭ. Правила выполнения, оформления и сдачи лабораторных работ. Определение параметров источников постоянного тока и активных сопротивлений стенда.</li> <li>2. Соотношения в линейных электрических цепях постоянного тока.</li> <li>3. Исследование сложных электрических цепей постоянного тока.</li> <li>4. Исследование параметров реактивных элементов.</li> <li>5. Исследование линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока.</li> <li>6. Исследование частотных свойств линейной электрической цепи при синусоидальных воздействиях.</li> <li>7. Исследование линейных электрических цепей с взаимной индукцией.</li> <li>8. Исследование трехфазных цепей при соединении приемников энергии звездой.</li> <li>9. Исследование трехфазных цепей при соединении приемников энергии треугольником.</li> </ol> </div>
ОПК-4.2:	Разрабатывает	<b><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></b>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация схемы включения многополюсников.</li> <li>2. Основные уравнения и первичные параметры неавтономных многополюсников.</li> <li>3. Схемы соединения элементарных четырехполюсников. Первичные параметры составных четырехполюсников.</li> <li>4. Электрические фильтры нижних частот. Расчет фильтров по заданным параметрам.</li> <li>5. Реализация высокочастотных фильтров.</li> <li>6. Особенности и назначение активных фильтров. Классификация активных фильтров.</li> <li>7. Методы определения первичных параметров четырехполюсников. Z-параметры.</li> <li>8. Классификация частотных электрических фильтров.</li> <li>9. Характеристическое сопротивление постоянная передачи симметричного четырехполюсника.</li> <li>10. Характеристические сопротивления и постоянная передачи несимметричного четырехполюсника.</li> <li>11. Методы определения первичных параметров четырехполюсников. A-параметры</li> <li>12. Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации.</li> <li>13. Установившиеся (принужденные) и свободные составляющие токов и напряжений при расчете переходных процессов.</li> <li>14. Расчет переходных процессов в электрических цепях с одним реактивным элементом.</li> <li>15. Последовательность расчета переходных процессов в электрических цепях классическим методом.</li> <li>16. Расчет переходных процессов классическим методом с двумя реактивными элементами. Вид свободных составляющих при различных корнях характеристического уравнения.</li> <li>17. Оригиналы и изображения функций. Эквивалентные операторные схемы.</li> <li>18. Эквивалентные операторные схемы. Операторные уравнения и их решение. Составление операторных решений.</li> <li>19. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.</li> <li>20. Последовательность расчета переходных процессов операторным методом.</li> <li>21. Последовательность расчета переходных процессов операторным методом. Преобразования Лапласа. Переход от изображений к оригиналу. Теорема разложения.</li> <li>22. Определение реакции цепи на произвольное</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>воздействие. Интеграл Дюамеля.</p> <p>23. Расчет нелинейных резистивных цепей при постоянном токе.</p> <p>24. Нелинейные элементы электрических цепей. Их свойства и характеристики. Инерционные и безинерционные элементы.</p> <p>25. Графоаналитические методы расчета нелинейных цепей постоянного тока.</p> <p>26. Расчет магнитных цепей при постоянном токе. Прямая и обратная задачи.</p> <p>27. Уравнения, векторные диаграммы и схемы замещения катушки с ферромагнитным сердечником и трансформатора.</p> <p>28. Влияние кривой намагничивания на форму кривых напряжения и тока, магнитного потока.</p> <p>29. Явление феррорезонанса при параллельном соединении катушки с сердечником и конденсатора.</p> <p>30. Расчет магнитных цепей при постоянном токе. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.</p> <p>31. Явление феррорезонанса при последовательном соединении катушки с сердечником и конденсатора.</p> <p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень практических заданий</b></p> <p>1. Найти операторное изображение тока <math>I(p)</math> и его оригинал, если <math>E_1 = 40 \text{ В}</math>, <math>R_0 = 100 \text{ Ом}</math>, <math>R_{ш} = 2000 \text{ Ом}</math>, <math>R = 110 \text{ Ом}</math>, <math>L = 3 \text{ Гн}</math>, <math>C = 1 \text{ мкФ}</math> при а) замыкании и б) размыкании ключа.</p>  <p>2. Рассчитать ток в нелинейном резисторе при питании цепи (рис. а) от источника ЭДС <math>E=24 \text{ В}</math>. ВАХ нелинейного резистора представлена на рис. б. Параметры цепи: <math>R_1=R_2=4 \text{ Ом}</math>, <math>R_3=3 \text{ Ом}</math>; <math>R_4=1 \text{ Ом}</math>. Найти токи в остальных ветвях цепи. Решение провести графоаналитическим методом.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>б)</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">3. Определить законы изменения токов <math>i_1, i_2, i_3</math>, если <math>U=120+282\sin\omega t</math>, <math>R_1=R_2=40 \text{ Ом}</math>, <math>x_C=x_L=30 \text{ Ом}</math>, <math>R_3=100 \text{ Ом}</math></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">4. Найти А-параметры Т-образного четырехполюсника, если <math>R=100 \text{ Ом}</math>, <math>x_L=200 \text{ Ом}</math>, <math>x_C=100 \text{ Ом}</math>. Проверить соотношение: <math>A^{11} A^{22} - A^{12} A^{21} = 1</math>.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p style="text-align: center;"><b><i>Перечень расчетно-графических работ</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование цепей при воздействии сигналов произвольной формы.</li> <li>2. Расчет и анализ переходных процессов.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b><i>Перечень лабораторных работ</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование пассивных четырехполюсников.</li> <li>2. Исследование линейных цепей несинусоидального тока.</li> <li>3. Исследование переходных процессов в линейных цепях.</li> <li>4. Исследование нелинейной цепи постоянного тока.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теоретические основы электротехники» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме зачета с оценкой.

Экзамен (зачет с оценкой) по данной дисциплине проводится в письменно устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 практических задания и один теоретический вопрос.

***Показатели и критерии оценивания экзамена и зачета с оценкой:***

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются

ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.