

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра ЭУЭС

Утверждаю  
Декан мореходного факультета

 Труднев С.Ю.

«31» января 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические основы электротехники»**

26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»  
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»  
квалификация: инженер-электромеханик

Петропавловск-Камчатский  
2024

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» (уровень специалитет), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 31.01.2024 г., протокол № 5 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ (Правило III/6 МК ПДНВ с поправками, Раздел А-III/6).

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ЭУЭС



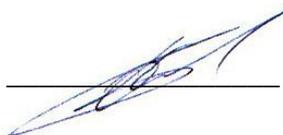
---

к.т.н., доц. А.Н. Рак

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»  
«15» декабря 2023 г. протокол № 4

Заведующий кафедрой ««Энергетические установки и электрооборудование судов»»,  
к.т.н., доцент

«31» января 2024 г.



---

О. А. Белов

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

## 1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с электромагнитными явлениями и процессами, происходящими в различных электротехнических устройствах, и методами анализа и расчёта электрических и магнитных цепей.

*Целью дисциплины* является: изучение как с количественной, так и с качественной стороны электромагнитных явлений и процессов, происходящих в различных электротехнических устройствах, освоение современных методов моделирования электромагнитных процессов, методов анализа и расчёта электрических и магнитных цепей, знание которых необходимо для понимания и решения инженерных проблем электротехники.

В результате освоения дисциплины «Теоретические основы электротехники» курсанты/студенты должны:

***иметь представление:*** об основных законах и процессах в теории: «Электрических цепей» и «Электрических и магнитных цепей»

***знать:*** значение понятий и основные законы электротехники, линейных и нелинейных электрических, магнитных и электромагнитных цепей, структурные элементы и физические величины цепей, основные уравнения и методы анализа линейных электрических цепей, теорию электромагнитной энергии и мощности, явление резонанса, трёхфазные цепи и методы их анализа, теорию и методы анализа цепей несинусоидального тока, цепей с проходным четырёхполюсником.

***уметь:*** формировать эквивалентные схемы и топологические структуры линейных и нелинейных электрических, магнитных и электромагнитных цепей, рассчитывать соответствующие параметры установившихся режимов в таких цепях, их электромагнитную энергию и мощность, методами математического анализа и физического эксперимента исследовать явление резонанса, установившиеся режимы цепей постоянного, синусоидального и несинусоидального тока, цепей с четырёхполюсниками.

***владеть:*** навыками сборки схем для исследования, навыками поиска неисправностей.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

## 1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций:

ПК-1 – Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики машинного отделения, включая системы управления главной двигательной установки, вспомогательных механизмов, гребной электрической установки и электростанции.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики машинного отделения, включая системы управления главной двигательной установки, вспомогательных механизмов, гребной электрической установки и электростанции	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> : Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-4 <sub>ПК-1</sub> : Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-5 <sub>ПК-1</sub> : Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики	З(ПК-1)1
			<b>Уметь:</b> анализировать параметры технического состояния электрооборудования.	У(ПК-1)4
			<b>Владеть:</b> навыками работы с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	В(ПК-1)5
ПК-2	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики на ходовом мостике, включая электрорадионавигационные системы, системы судовой связи, судового технологического и бытового оборудования	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> : Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-2</sub> : Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики, электрорадионавигационных систем, судового технологического и бытового оборудования ИД-3 <sub>ПК-2</sub> : Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-4 <sub>ПК-2</sub> : Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики	З(ПК-2)1 З(ПК-2)2
			<b>Уметь:</b> анализировать параметры технического состояния электрооборудования.	У(ПК-2)3 У(ПК-2)4
			<b>Владеть:</b> навыками работы с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	В(ПК-2)4
ПК-3	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание диагностирование судового электрооборудования, электро-	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> : Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-3</sub> : Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования ИД-3 <sub>ПК-3</sub> : Умеет анализировать	<b>Знать:</b> устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики	З(ПК-3)1 З(ПК-3)2
			<b>Уметь:</b> анализировать параметры технического состояния электрооборудования.	У(ПК-3)3 У(ПК-3)4

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
	ники и электротехнических средств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования	параметры технического состояния электрооборудования ИД-4ПК-3: Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Владеть:</b> навыками работы с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>В(ПК-3)4</b>

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной образовательной программы.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

1. физика;
2. математика.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются курсантами/студентами при изучении последующих дисциплин «Электрические измерения», «Физические основы электроники», «Судовые электрические машины», «Судовые электроприводы», «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», «Теория автоматического управления», «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики», «Судовые электрические, электронные аппараты и устройства», «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации».

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Тематический план дисциплины

**ОФО**

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
	<b>144</b>	<b>76</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>36</b>
Раздел 1. Электрические и магнитные цепи постоянного тока							
Тема 1. Введение, предмет, задачи и структура дисциплины. Элементы электрических цепей. Понятия ЭДС, напряжения, тока, мощности. Источники энергии. Основные законы и топологические понятия цепей.	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой <b>2</b>
Тема 2. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Расчёт сложных цепей методом уравнений Кирхгофа. МУП, МДУ, МКТ, потенциальная диаграмма, баланс мощностей.	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой <b>2</b>

Тема 3. Принцип и метод наложения. Свойство взаимности. МЭГ. Преобразования линейных электрических цепей	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 4. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Нелинейное сопротивление. Статические и дифференциальные параметры. Линеаризация характеристик нелинейных элементов (НЭ).	8	4	2	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 5. Расчёт цепей при последовательном и параллельном соединениях. Расчёт цепи при смешанном соединении НЭ. Расчёт сложных нелинейных цепей методами законов Кирхгофа, двух узлов и МЭГ.	7	4	2	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 6. Магнитные цепи постоянного тока. Основные понятия и определения. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Аналогия электрических и магнитных цепей. Расчёт неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей.	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Раздел 2. Цепи синусоидального тока.							
Тема 7. Переменный ток. Период, частота, фаза угол сдвига фаз. Векторная диаграмма. Среднее и действующее значения синусоидального тока.	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 8. Синусоидальный ток в резисторе, индуктивности, ёмкости. Последовательное соединение R, L, C. Резонанс напряжений. Колебания энергии при резонансе. Добротность контура. Частотные характеристики.	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 9. Резонансные кривые. Мощность цепи переменного тока, коэффициент мощности. Параллельное соединение R, L, C. Резонанс токов. Частотные характеристики. Выбор ёмкости для повышения коэффициента мощности. Метод проводимостей.	7	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 1
Тема 10. Метод проводимостей. Изображение синусоидальных функций времени при помощи комплексных чисел. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Применение комплексного метода к расчёту цепей переменного тока. Комплексная мощность. Баланс мощностей в комплексной форме.	6	4	2	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 1
Тема 11. Цепи с взаимными индуктивностями. Общие понятия и определения. Последовательное и параллельное соединения индуктивно связанных элементов. Расчёт сложных цепей с индуктивно связанными элементами.	6	4	2	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 1
Тема 12. Расчёт сложных цепей с индуктивно связанными элементами. Устранение индуктивной связи. Линейный трансформатор, его уравнения. Идеальный, реальный трансформаторы. Схемы замещения трансформатора.	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 13. Получение трёхфазного тока. Симметричный режим трёхфазной цепи. Соединения звездой и треугольником. Однолинейная схема замещения.	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 14. Несимметричные трёхфазные цепи. Особые случаи несимметрии. Мощность трёхфазного тока. Измерение активной и реактивной мощностей.	6	4	2	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 1

Тема 15. Получение вращающегося магнитного поля. Порядок следования фаз. Основы метода симметричных составляющих. Свойства трёхфазных систем в отношении симметричных составляющих. Сопротивление трёхфазной цепи токам разных последовательностей. Расчёт несимметричных систем методом симметричных составляющих. Понятие о фильтрах симметричных составляющих.	8	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Раздел 3. Цепи несинусоидального тока.							
Тема 16. Представление периодических несинусоидальных напряжений и токов тригонометрическим рядом Фурье. Основные свойства периодических кривых.	7	4	2	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 1
Тема 17. Разложение кривых на гармоники. Действующее и среднее значения несинусоидальной функции. Мощность несинусоидального тока. Коэффициент мощности. Расчёт цепи несинусоидального тока.	6	4	2	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 1
Тема 18. Резонансные явления. Эквивалентная синусоида. Влияние индуктивности и ёмкости на форму кривой тока. Высшие гармоники в трёхфазных цепях.	5	3	1	2	-	1	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Раздел 4. Четырёхполосники.							
Тема 19. Классификация четырёхполосников. Основные системы уравнений. Коэффициенты и параметры эквивалентных схем четырёхполосников. Рабочий режим четырёхполосника.	7	3	1	2	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Тема 20. Экспериментальное определение коэффициентов. Характеристические параметры и коэффициент передачи симметричного четырёхполосника. Комплексная передаточная функция.	6	2	1	1	-	2	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 2
Экзамен	4						
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>76</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>36</b>

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
	180	112	48	48	16	32	36
Раздел 1. Переходные процессы в линейных электрических цепях.							
Тема 1. Переходные процессы (ПП) в линейных цепях. Законы коммутации. Классический метод анализа ПП. Переходные процессы в цепях R-L, R-C.	29	18	8	8	2	5	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 6
Тема 2. Переходные процессы в цепи R-L-C. ПП в цепях с индуктивной связью. Операторный метод анализа ПП.	29	18	8	8	2	5	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой 6
Тема 3. Переходные характеристики цепей. Интеграл Дюамеля. ПП при некорректных	28	18	8	8	2	5	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой

коммутациях. Сущность метода переменных состояния.							<b>5</b>
Раздел 2. Нелинейные цепи переменного тока.							
Тема 4. Методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Идеальная катушка со сталью. Катушка с учётом потерь на гистерезис, Реальная катушка со сталью.	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой <b>5</b>
Тема 5. Феррорезонансные явления. Утроители частоты. Выпрямление переменного тока. Аналитический и графический методы расчёта нелинейных цепей по основным гармоникам.	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой <b>4</b>
Раздел 3. Переходные процессы в нелинейных цепях.	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой <b>4</b>
Тема 6. ПП в нелинейных цепях, особенности, методы расчёта. Включение нелинейной цепи R-L на постоянное и синусоидальное напряжения.	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой <b>6</b>
Экзамен	<b>5</b>						
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>112</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>36</b>

### ЗФО

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
Тема 1. Введение, предмет, задачи и структура дисциплины. Элементы электрических цепей. Понятия ЭДС, напряжения, тока, мощности. Источники энергии. Основные законы и топологические понятия цепей. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Расчёт сложных цепей методом уравнений Кирхгофа. потенциальная диаграмма, баланс мощностей.	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>42</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Тема 2 Магнитные цепи постоянного тока. Основные понятия и определения. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Аналогия электрических и магнитных цепей. Расчёт неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей.	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>42</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Тема 3. Переменный ток. Период, частота, фаза угол сдвига фаз. Векторная диаграмма. Среднее и действующее значения синусоидального тока. Синусоидальный ток в резисторе, индуктивности, ёмкости. Последовательное соединение R, L, C. Резонанс напряжений. Мощность цепи переменного тока,	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>42</b>	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой

коэффициент мощности. Параллельное соединение R, L, C. Резонанс токов. Частотные характеристики. Выбор ёмкости для повышения коэффициента мощности.							
Тема 4. Получение трёхфазного тока. Симметричный режим трёхфазной цепи. Соединения звездой и треугольником. Однолинейная схема замещения. Несимметричные трёхфазные цепи. Особые случаи несимметрии. Мощность трёхфазного тока. Измерение активной и реактивной мощностей.	46	4	2	2		42	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Тема 5. Переходные процессы (ПП) в линейных цепях. Законы коммутации. Классический метод анализа ПП. Переходные процессы в цепях R-L, R-C.	46	4	2	2		42	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Тема 6. Переходные процессы в цепи R-L-C. ПП в цепях с индуктивной связью. Операторный метод анализа ПП.	46	4	2	2		42	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Тема 7 Несинусоидальные цепи переменного тока.	35	4	2	2		31	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Экзамен	9						
Всего	324	32	14	14	4	283	

## 2.2. Описание содержания дисциплины «Теоретические основы электротехники» Часть I

Раздел 1. Электрические и магнитные цепи постоянного тока

### Темы раздела 1:

Введение, предмет, задачи и структура дисциплины. Элементы электрических цепей. Понятия ЭДС, напряжения, тока, мощности. Источники энергии. Основные законы и топологические понятия цепей. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Расчёт сложных цепей методом уравнений Кирхгофа. МУП, МДУ, МКТ, потенциальная диаграмма, баланс мощностей. Принцип и метод наложения. Свойство взаимности. МЭГ. Преобразования линейных электрических цепей.

Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Нелинейное сопротивление. Статические и дифференциальные параметры. Линеаризация характеристик нелинейных элементов (НЭ). Расчёт цепей при последовательном и параллельном соединениях. Расчёт цепи при смешанном соединении НЭ. Расчёт сложных нелинейных цепей методами законов Кирхгофа, двух узлов и МЭГ. Магнитные цепи постоянного тока. Основные понятия и определения. Закон полного тока. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Аналогия электрических и магнитных цепей. Расчёт неразветвлённых и разветвлённых магнитных цепей.

Литература к разделу 1: [1, 2]

Раздел 2. Цепи синусоидального тока.

### Темы раздела 2:

Переменный ток. Период, частота, фаза угол сдвига фаз. Векторная диаграмма. Среднее и действующее значения синусоидального тока. Синусоидальный ток в резисторе, индуктивности, ёмкости. Последовательное соединение R, L, C. Резонанс напряжений. Колебания энергии при резонансе. Добротность контура. Частотные характеристики. Резонансные кривые. Мощность цепи переменного тока, коэффициент мощности. Параллельное соединение R, L, C. Резонанс токов. Частотные характеристики. Выбор ёмкости для повышения коэффициента мощности. Метод проводимостей. Изображение синусоидальных функций времени при помощи комплексных чисел. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Применение комплексного метода к расчёту цепей переменного тока. Комплексная мощность. Баланс мощностей в комплексной форме.

Цепи с взаимными индуктивностями. Общие понятия и определения. Последовательное и параллельное соединения индуктивно связанных элементов. Расчёт сложных цепей с индуктивно связанными элементами. Устранение индуктивной связи. Линейный трансформатор, его уравнения. Идеальный, реальный трансформаторы. Схемы замещения трансформатора.

Получение трёхфазного тока. Симметричный режим трёхфазной цепи. Соединения звездой и треугольником. Однолинейная схема замещения. Несимметричные трёхфазные цепи. Особые случаи несимметрии. Мощность трёхфазного тока. Измерение активной и реактивной мощностей. Получение вращающегося магнитного поля. Порядок следования фаз. Основы метода симметричных составляющих. Свойства трёхфазных систем в отношении симметричных составляющих. Сопротивление трёхфазной цепи токам разных последовательностей. Расчёт несимметричных систем методом симметричных составляющих. Понятие о фильтрах симметричных составляющих.

Литература к разделу 2: [1, 2]

Раздел 3. Цепи несинусоидального тока.

Темы раздела 3:

Представление периодических несинусоидальных напряжений и токов тригонометрическим рядом Фурье. Основные свойства периодических кривых. Разложение кривых на гармоники. Действующее и среднее значения несинусоидальной функции. Мощность несинусоидального тока. Коэффициент мощности. Расчёт цепи несинусоидального тока. Резонансные явления. Эквивалентная синусоида. Влияние индуктивности и ёмкости на форму кривой тока. Высшие гармоники в трёхфазных цепях.

Литература к разделу 3: [1, 2]

Раздел 4. Четырёхполюсники.

Темы раздела 4:

Классификация четырёхполюсников. Основные системы уравнений. Коэффициенты и параметры эквивалентных схем четырёхполюсников. Рабочий режим четырёхполюсника. Экспериментальное определение коэффициентов. Характеристические параметры и коэффициент передачи симметричного четырёхполюсника. Комплексная передаточная функция.

Литература к разделу 4: [1]

## Часть II

Раздел 1. Переходные процессы в линейных электрических цепях.

Темы раздела 1:

Переходные процессы (ПП) в линейных цепях. Законы коммутации. Классический метод анализа ПП. Переходные процессы в цепях R-L, R-C. Переходные процессы в цепи R-L-C. ПП в цепях с индуктивной связью. Операторный метод анализа ПП. Переходные характеристики цепей. Интеграл Дюамеля. ПП при некорректных коммутациях. Сущность метода переменных состояния.

Литература к разделу 1: [1, 2]

Раздел 2. Нелинейные цепи переменного тока.

Темы раздела 2:

Методы анализа нелинейных цепей переменного тока. Метод кусочно-линейной аппроксимации. Идеальная катушка со сталью. Катушка с учётом потерь на гистерезис, Реальная катушка со сталью. Феррорезонансные явления. Утроители частоты. Выпрямление переменного тока. Аналитический и графический методы расчёта нелинейных цепей по основным гармоникам.

Литература к разделу 2: [1, 2]

Тема 3. Переходные процессы в нелинейных цепях.

Темы раздела 3:

ПП в нелинейных цепях, особенности, методы расчёта. Включение нелинейной цепи R-L на постоянное и синусоидальное напряжения.

Литература к разделу 3: [1]

### 3.3 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Вступительное занятие. Первичный инструктаж по ТБ.	2	[1, 2]
2	исследование простых электрических цепей	2	[1, 2]
3	Исследование нелинейных цепей постоянного тока	2	[1, 2]
4	Исследование неразветвлённых цепей синусоидального тока и резонанса напряжений	2	[1, 2]
5	Исследование цепей синусоидального тока при параллельном соединении ветвей и резонанса токов	2	[1, 2]
6	Анализ цепей со взаимными индуктивностями	2	[1, 2]
7	Исследование трёхфазных цепей	2	[1, 2]
8	Заключительное занятие семестра	2	[1, 2]
Итого:		16	

### 3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	43
2	Подготовка к практическим занятиям	
3	Подготовка к лабораторным работам	8
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	
Итого:		64

### 3.5 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) и индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [1].

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### *Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся*

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- работа над курсовым проектом;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим и лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

Для проведения практических работ, для самостоятельной работы и работы над курсовым проектом используются методические пособия.

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

###### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

###### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

*Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

*Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

1. Баланс мощностей.
2. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа.
3. Метод узловых потенциалов.
4. Метод контурных токов.
5. Принцип и метод наложения.
6. Метод эквивалентного генератора.
7. Преобразования электрических цепей.
8. Методы расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока.
9. Магнитные цепи постоянного тока.
10. Изображение синусоидальных функций времени векторами на комплексной плоскости. Понятие о векторных диаграммах.
11.  $R, L, C$  – элементы в цепях синусоидального тока.
12. Резонансные явления в цепях синусоидального тока.
13. Мощность цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности.
14. Символический метод расчёта цепей синусоидального тока.

15. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов.
16. Параллельное соединение индуктивно связанных катушек.
17. Устранение индуктивной связи.
18. Передача энергии через узел связи.
19. Линейный трансформатор.
20. Симметричный режим трехфазной цепи.
21. Особые случаи несимметрии.
22. Измерение мощности в трёхфазных цепях.
23. Получение вращающегося магнитного поля.
24. Порядок следования фаз и его определение.
25. Основы анализа и расчета несимметричных трехфазных цепей методом симметричных составляющих.
26. Разложение несинусоидальных функций в ряд Эйлера-Фурье.
27. Характеристики несинусоидальных функций.
28. Мощность цепи несинусоидального тока. Коэффициент мощности. Понятие об эквивалентных синусоидах.
29. Высшие гармоники в трехфазных цепях.
30. Системы уравнений 4П.
31. Эквивалентные схемы замещения 4П.
32. Экспериментальное определение коэффициентов  $\underline{A}_{11}, \dots, \underline{A}_{22}$ .
33. Входные сопротивления 4П.
34. Характеристические параметры 4П.
35. Способы составления характеристического уравнения.
36. Законы коммутации.
37. Допущения при рассмотрении переходных процессов.
38. Постоянная времени цепи и её определение по графикам.
39. Переходные процессы в R-L, R-C цепи.
40. Переходные процессы в R-L-C цепи (последовательном контуре).
41. Операторный метод расчёта переходных процессов.
42. Расчёт переходных процессов при воздействии ЭДС произвольной формы.
43. Переходные процессы при мгновенном изменении реактивных параметров участков цепи (при “некорректных” коммутациях).
44. Методы расчета нелинейных цепей переменного тока.
45. Графический метод, в основу которого положены нелинейные характеристики для мгновенных значений величин.
46. Метод кусочно-линейной аппроксимации.
47. Метод расчета по нелинейным характеристикам для действующих значений величин (метод условной линеаризации или метод эквивалентных синусоид).
48. Катушка с ферромагнитным сердечником в цепи переменного тока.
49. Последовательное соединение катушки со сталью и конденсатора. Феррорезонанс напряжений.
50. Параллельное соединение катушки со сталью и конденсатора. Феррорезонанс токов.
51. Особенности переходных процессов в нелинейных цепях.
52. Метод условной линеаризации.
53. Метод аналитической аппроксимации нелинейной характеристики.
54. Метод кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики.
55. Метод последовательных интервалов.

56. Метод графического интегрирования.

57. Включение катушки со сталью на синусоидальное напряжение.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 5.1. Основная литература:

1. **Бессонов Л.А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / Бессонов Лев Алексеевич ; Л.А. Бессонов. - 12-е изд., испр. и доп. - 297 Мб. - Москва : Юрайт, 2016. - 1 файл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Систем. требования: Acrobat Reader.

2. **Аполлонский С.М.** Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и микроэлектроника" / Аполлонский Станислав Михайлович, Виноградов Александр Леонидович ; С.М. Аполлонский, А.Л. Виноградов. - 4 Мб. - Москва : КНОРУС, 2016. - 1 файл. - (Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader.

### 5.2. Дополнительная литература:

1. **Матвиенко В.А.** Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Матвиенко Виталий Александрович ; В.А. Матвиенко. - 4 Мб. - Екатеринбург : УМЦ УПИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

2. **Батура М.П.** Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Батура Михаил Павлович, Кузнецов Александр Петрович, Курулев Александр Петрович ; М.П. Батура, А.П. Кузнецов, А.П. Курулев ; под общ. ред. А.П. Курулева. - 3-е изд., перераб. - 23 Мб. - Минск : Высшая школа, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

3. **Немцов М.В.** Электротехника [Электронный ресурс] : учебник для вузов : в 2 кн. Кн. 2 / Немцов Михаил Васильевич ; М.В. Немцов. - 54 Мб. - Москва : ИЦ "Академия", 2014. - 1 файл. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader

### 5.3 Методические указания

#### 5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Российское образование. Федеральный портал: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных и общих вопросов.

**Целью проведения практических занятий** является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;
- лекция-визуализация – представление материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

## 7. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине не предусмотрено выполнение курсового проекта.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

### *8.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

- электронные образовательные ресурсы, представленные выше;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### *8.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор MicrosoftWord;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы MicrosoftExcel;
- презентационный редактор MicrosoftPowerPoint.

### *8.3 Перечень информационно-справочных систем*

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1. Лекционные занятия:** проводятся в аудиториях учебных корпусов согласно расписанию. Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям. К оснащению лекционных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.

### **2. Лабораторные работы:**

- лаборатория
- доска классная;
- 20 посадочных мест;
- Стеллажи для приборов и оборудования;
- Шкафы для приборов и оборудования;
- Рабочее место преподавателя;
- 5 специализированных стендов для лабораторных работ;
- Амперметры;
- Вольтметры;
- Однофазные ваттметры;

Однофазные и трехфазные фазометры;

Магазины сопротивлений;

Осциллографы;

Реостаты;

Катушки индуктивности;

Автотрансформаторы;

Комплекты измерительных приборов (К-50)

Для эффективной работы студент может использовать пакеты ПО общего назначения: Microsoft Word; Microsoft Excel;

Специализированные программы: Mathcad.

По выполненным лабораторным работам студент составляет отчеты. Отчёт оформляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями, предъявляемыми кафедрой электромеханики и ТОЭ к отчётам о лабораторных работах. Защита отчетов происходит публично на аудиторном занятии преподавателю, ведущему занятия.

Имеются бланки отчётов о лабораторных работах на электронном носителе.

- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации в PowerPoint по темам курса.

**Дополнения и изменения в рабочей программе на \_\_\_\_\_ учебный год**