

МИНОБР НАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент

А.В. Белоусов

« 20 »

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Электротехника и электроника

направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергетика теплотехнологий

Энергообеспечение предприятий

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород 2021


Программа дисциплины составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом № 143 Министерства образования и науки Российской Федерации 28 февраля 2018 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: ст. преподаватель _____  (Н.В. Корнилова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроэнергетики и автоматике

« 15 » мая 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент _____  (А.В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Энергетики теплотехнологий

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент _____  (Ю.В. Васильченко)

« 17 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент _____  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.4 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	Знать: освоенный материал в полном объеме; основные законы электротехники, физические законы и явления и уметь интерпретировать их Уметь: обрабатывать результаты физического эксперимента; применять законы физики для решения практических задач; рассчитывать электрические и магнитные цепи и поля Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой; навыками применения физических закономерностей в практической деятельности
	ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ОПК-5.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	Знать: свойства и области применения основных электротехнических и электронных приборов и устройств Уметь: читать электрические и электронные схемы; выбирать электроизмерительные приборы и измерять основные электрические и неэлектрические величины; обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность Владеть: навыками проведения электрических и электротехнических измерений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК 2

Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Высшая математика
2	Физика
3	Химия
4	Теоретическая механика
5	Электротехника и электроника
6	Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2. Компетенция ОПК 5

Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Электротехника и электроника
2	Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация
3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 221 час.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации Экзамен

Вид учебной работы	Всего часов (семестр № 4)
Общая трудоёмкость дисциплины, час	221
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	90
лекции	34
лабораторные	34
практические	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	95
Курсовой проект	
Курсовая работа	
Расчетно-графическое задание	
Индивидуальное домашнее задание	27
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	68
Экзамен	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Основные понятия и определения	4	-	-	4
	Общие сведения; Резистивные элементы, индуктивный и емкостный элементы; Источники постоянного напряжения.				
2	Электрические цепи постоянного тока	4	4	4	12
	Первый закон Кирхгофа; Второй закон Кирхгофа; Распределение потенциала вдоль электрической цепи; Последовательное и параллельное соединения резистивных элементов; Соединение резисторов треугольником и звездой; Электрическая энергия и мощность; Режимы работы электрических цепей.				
3	Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	8	4	8	12
	Основные величины, характеризующие синусоидальные ток, напряжение и ЭДС; Мгновенное значение, действующее и среднее значения синусоидальных токов и напряжений; Изображение синусоидальных токов, напряжений и ЭДС комплексными числами и векторами; Элементы электрических цепей синусоидального тока; Расчет неразветвленной электрической цепи синусоидального тока; Мощность в линейных цепях синусоидального тока.				
4	Трехфазные линейные электрические цепи синусоидального тока	4	4	8	12
	Трехфазный источник электрической энергии; Анализ электрических цепей при соединении трехфазного источника и приемника по схеме «звезда» с нулевым проводом; Соединение приемника по схеме «треугольник»; Мощность трехфазной цепи.				
5	Электрические измерения и приборы	4	1	4	8
	Системы электрических измерительных приборов; Основные характеристики электрических измерительных приборов; Измерение тока, напряжения и мощности.				
6	Основы электроники	6	2	6	10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Общие сведения. Особенности полупроводников по сравнению с проводниками и диэлектриками. Электронно-дырочный переход; энергетическая диаграмма p-n перехода. Потенциальный барьер p-n перехода; смещение p-n перехода; вольт-амперная характеристика p-n перехода. Биполярные транзисторы, конструктивные особенности биполярных транзисторов; принцип действия.				
7	Электрические машины	4	2	4	10
	Общие сведения; Вращающееся магнитное поле; Асинхронные машины; Принцип действия асинхронного двигателя (АД); Устройство асинхронного двигателя; Характеристики асинхронного двигателя; Машины постоянного тока; Общие понятия об устройстве машин постоянного тока и принципе их действия.				
	Всего	34	17	34	68

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий Курс 3 Семестр №5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Электрические цепи постоянного тока	Расчет параметров электрических цепей. Законы Кирхгофа; Метод контурных и узловых уравнений. Метод контурных токов. Построение потенциальных диаграмм	4	4
2	Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	Расчет цепей переменного тока с R, L, C при последовательном соединении приемников; Расчет цепей переменного тока с R, L, C при параллельном соединении приемников. Метод проводимостей; Резонансы напряжений и токов в электрических цепях	4	4
3	Трехфазные линейные электрические цепи синусоидального тока	Соединение приемников по схеме «звезда» и «треугольник»; Построение векторных диаграмм	4	4
4	Электрические измерения и приборы	Определение погрешностей измерительных технических приборов	1	1
5	Основы электроники	Основы выбора полупроводниковых элементов по требованиям электрической цепи	2	2
6	Электрические машины	Расчет трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором	2	2
		Всего	17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 3 Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Электрические цепи постоянного тока	Проверка основных законов электрической цепи	4	2
2	Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	Цепь переменного синусоидального тока с последовательным соединением катушки и конденсатора. Резонанс напряжений. Цепь переменного синусоидального тока с параллельным соединением индуктивности и емкости. Резонанс токов.	8	4
4	Трёхфазные линейные электрические цепи синусоидального тока	Исследование цепи трехфазного тока при симметричной и несимметричной нагрузках фаз. Соединение звездой. Исследование цепи трехфазного тока при симметричной и несимметричной нагрузках фаз. Соединение треугольником.	8	4
6	Электрические измерения и приборы	Проверка амперметра и вольтметра	4	2
7	Основы электроники	Снятие и анализ характеристик полупроводниковых диодов. Усилители на биполярных транзисторах	6	3
8	Электрические машины	Трёхфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором	4	2
		Всего	34	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект по программе не предусмотрен

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашние задания (ИДЗ) является заключительным этапом в изучении дисциплины. При его выполнении студент расширяет и закрепляет теоретические и практические знания, полученные при изучении дисциплины, овладевает навыками самостоятельного решения конкретных инженерных задач.

ИДЗ – вид самостоятельной письменной работы, направленный на творческое освоение профильных профессиональных дисциплин (модулей) и выработку соответствующих профессиональных компетенций.

При оценке уровня выполнения ИДЗ, в соответствии с поставленными целями для данного вида учебной деятельности контролируются следующие умения, навыки и компетенции:

- умение собирать и систематизировать практический материал;

- умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик;
- умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;
- умение проводить необходимые технические расчёты;
- способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

Объем ИДЗ составляет 15-20 страниц, в том числе графическую часть; трудоёмкость выполнения – 27 часов.

Темы индивидуальных домашних заданий:

Индивидуальное задание № 1. Расчет цепи постоянного тока: 1. Составить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа. 2. Найти все токи в ветвях электрической цепи, пользуясь методом контурных токов. 3. Составить баланс мощностей для заданной схемы. 4. Построить в масштабе потенциальную диаграмму для внешнего контура.

Индивидуальное задание № 2. Расчет цепей переменного тока с R , L , C при последовательном и параллельном соединении приемников Исходные данные. К источнику переменного тока с напряжением U подключены последовательно три приемника. Определить: ток в цепи I ; напряжения на каждом из приемников U_1 , U_2 , U_3 ; коэффициент мощности цепи $\cos \varphi$; активную P_k , реактивную Q_k и полную S_k мощности каждого приемника и всей цепи (построить векторную диаграмму напряжений и тока).

Индивидуальное задание № 3. Расчет трехфазных электрических цепей Исходные данные. В трехфазную сеть с напряжением U включены три одинаковых приемника энергии. Сопротивления приемника равны R и X_L или X_C . Определить: 1. Фазные и линейные токи. 2. Определить коэффициент мощности, активные и реактивные мощности всей цепи и каждой фазы отдельно. 3. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК 2

Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК 2	Защита лабораторных работ; решение задач на практических занятиях; защита индивидуального домашнего задания; Экзамен

Компетенция ОПК 5

Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК 5	Защита лабораторных работ; решение задач на практических занятиях; защита индивидуального домашнего задания; Экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия и определения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей. 2. Резистивные элементы, индуктивный и емкостный элементы. 3. Источники постоянного напряжения
2	Электрические цепи постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> 4. Электрические цепи постоянного тока. Общие сведения. 5. Законы электрических цепей. Методы анализа и расчета линейных электрических цепей постоянного тока. 6. Последовательное соединение резистивных элементов. 7. Параллельное соединение резистивных элементов. 8. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с несколькими источниками энергии путем применения законов Кирхгофа. 9. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с несколькими источниками энергии путем применения метода контурных токов. 10. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с несколькими источниками энергии путем применения метода узловых напряжений. 11. Номинальные величины источников и приемников. Режимы работы электрических цепей.
3	Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	<ol style="list-style-type: none"> 12. Основные величины, характеризующие синусоидальные ток, напряжение и ЭДС. Мгновенное значение. 13. Основные величины, характеризующие синусоидальные ток, напряжение и ЭДС. Действующее и среднее значения синусоидальных токов и напряжений. 14. Изображение синусоидальных токов, напряжений и ЭДС комплексными числами и векторами. 15. Элементы электрических цепей синусоидального тока. Резистивный элемент. 16. Элементы электрических цепей синусоидального тока. Индуктивный элемент. 17. Элементы электрических цепей синусоидального тока.

		<p>Емкостный элемент.</p> <p>18. Расчет неразветвленной электрической цепи синусоидального тока.</p> <p>19. Мощность в линейных цепях синусоидального тока.</p> <p>20. Последовательное соединение R, L, C. Резонанс напряжений.</p> <p>21. Параллельное соединение R, L, C. Резонанс токов.</p>
4	Трехфазные линейные электрические цепи синусоидального тока	<p>22. Трехфазный источник электрической энергии.</p> <p>23. Анализ электрических цепей при соединении трехфазного источника и приемника по схеме «звезда» с нулевым проводом.</p> <p>24. Соединение приемника по схеме «треугольник».</p> <p>25. Мощность трехфазной цепи.</p>
5	Электрические измерения и приборы	<p>26. Системы электрических измерительных приборов.</p> <p>27. Основные характеристики электрических измерительных приборов.</p> <p>28. Измерение тока, напряжения и мощности.</p>
6	Основы электроники	<p>29. Особенности полупроводников по сравнению с проводниками и диэлектриками.</p> <p>30. Беспримесные и примесные полупроводники.</p> <p>31. Носители заряда в полупроводниках; генерация и рекомбинация пар носителей заряда.</p> <p>32. Электронно-дырочный переход; энергетическая диаграмма p-n перехода.</p> <p>33. Потенциальный барьер p-n перехода; смещение p-n перехода; вольт-амперная характеристика p-n перехода.</p> <p>34. Биполярные транзисторы, конструктивные особенности биполярных транзисторов; принцип действия</p>
7	Электрические машины	<p>35. Вращающееся магнитное поле. Асинхронные машины.</p> <p>36. Принцип действия и устройство асинхронного двигателя (АД).</p> <p>37. Характеристики асинхронного двигателя.</p> <p>38. Машины постоянного тока.</p> <p>39. Общие понятия об устройстве машин постоянного тока и принципе их действия.</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Защита курсового проекта по программе не предусмотрена

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме собеседования во время проведения практических занятий, выполнения и защиты ИДЗ; защиты лабораторных работ.

Практические (семинарские) занятия

На практических занятиях рассматривается применение законов электротехники для решения типовых задач по следующим разделам:

Электрические цепи постоянного тока. Расчет параметров электрических цепей. Законы Кирхгофа; Метод контурных и узловых уравнений. Метод контурных токов. Построение потенциальных диаграмм

Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока. Расчет цепей переменного тока с R , L , C при последовательном соединении приемников; Расчет цепей переменного тока с R , L , C при параллельном соединении приемников. Метод проводимостей; Резонансы напряжений и токов в электрических цепях

Трёхфазные линейные электрические цепи синусоидального тока. Соединение приемников по схеме «звезда» и «треугольник»; Построение векторных диаграмм

Электрические измерения и приборы. Определение погрешностей измерительных технических приборов

Электрические машины. Расчет трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором

Каждая практическая работа выполняется студентами в ходе учебного занятия или во время, отведённоена самостоятельную внеаудиторную работу студента после изучения соответствующей темы.

Промежуточной аттестацией по итогам практических занятий является **зачет**.

Типовые задания для работы на практических занятиях.

1. При какой частоте наступает резонанс напряжений, если катушка индуктивностью $0,1$ мГн и конденсатор емкостью 1 мкФ соединены последовательно? Определить емкость конденсатора, если резонанс в цепи при индуктивности катушки 10 мГн происходит на частоте 100 кГц.

2. Вычислить эквивалентное сопротивление цепи с конденсатором емкостью 10 мкФ и катушкой индуктивностью 50 мГн при частоте тока 1 кГц при последовательном и параллельном соединении этих элементов. Построить векторные диаграммы токов и напряжений для этих случаев при напряжении питания 42 В.

3. При индуктивности катушки $0,1$ мГн резонансная частота последовательной цепи была равна 10 кГц. Какова будет резонансная частота и полное сопротивление цепи при индуктивности $0,2$; $0,4$; $0,01$ мГн.

4. Напряжение на конденсаторе емкостью 10 мкФ при резонансе в цепи с последовательным соединением R , L , C элементов на частоте 400 Гц равно 60 В. Определить индуктивность катушки, при которой происходит резонанс, напряжение и общий ток цепи, если сопротивление резистора $R = 10$ Ом.

5. Последовательная резонансная цепь с параметрами $R = 10 \text{ Ом}$, $L = 10 \text{ мГн}$, $C = 1 \text{ мкФ}$ подключена к источнику переменного напряжения $U = 42 \text{ В}$. Определить полное сопротивление цепи и значение тока при $f = 3f_{\text{рез}}$. Найти значения напряжений U_R , U_L , U_C при резонансе.

6. Последовательная резонансная цепь подключена к источнику переменного напряжения $U = 42 \text{ В}$. Параметры цепи выбраны следующие: $R = 50 \text{ Ом}$, $L = 1 \text{ мГн}$, $C = 1 \text{ мкФ}$. Определить ток и полное сопротивление цепи при частотах $f = f_{\text{рез}}/2$, $f = f_{\text{рез}}$ и $f = 2f_{\text{рез}}$.

7. Последовательная резонансная цепь подключена к источнику переменного напряжения $U = 220 \text{ В}$ и имеет следующие параметры $R = 5 \text{ Ом}$, $L = 50 \text{ мГн}$, $C = 10 \text{ мкФ}$. Найти полосу пропускания, т.е. полосу частот, в пределах которой ток уменьшается в 2 раза по сравнению с резонансным значением.

8. Какова должна быть индуктивность катушки, чтобы при подключении её к цепи переменного тока параллельно конденсатору емкостью 10 мкФ резонанс происходил при частоте 1 кГц ? При какой частоте наступает резонанс, если индуктивность катушки составляет 10 мГн ?

9. Определить комплексное сопротивление Z , полное сопротивление цепи z , ток I в электрической цепи, коэффициент мощности $\cos\varphi$ и активную мощность, если комплексное напряжение $U = 220 \text{ В}$, а ток $I = (8,8 - j \cdot 6,6) \text{ А}$.

10. Определить полное сопротивление z , коэффициент мощности $\cos\varphi$, ток I и питающее напряжение U . Построить векторную диаграмму напряжений для неразветвленной электрической цепи переменного тока с активным сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$; индуктивностью $L = 50 \text{ мГн}$; емкостью $C = 500 \text{ мкФ}$. Мгновенное значение приложенного к цепи напряжения $u(t) = 310 \cdot \sin\omega t \text{ В}$. Частота переменного тока $f = 50 \text{ Гц}$.

11. Определить полное сопротивление Z , коэффициент мощности $\cos\varphi$, ток I и питающее напряжение U . Построить векторную диаграмму напряжений для неразветвленной электрической цепи переменного тока с активным и реактивным сопротивлениями $R = 10 \text{ Ом}$; $X_L = 25 \text{ Ом}$; $X_C = 15 \text{ Ом}$. Мгновенное значение приложенного к цепи напряжения $u(t) = 310 \cdot \sin\omega t \text{ В}$.

12. К промышленной сети переменного напряжения 220 В подключен потребитель с активным сопротивлением 13 Ом и индуктивностью $L = 50 \text{ мГн}$. Для повышения коэффициента мощности используется конденсатор емкостью 100 мкФ . Найти изменение тока и коэффициента мощности. При каком значении частоты f в цепи может наступить резонанс?

13. К промышленной сети переменного напряжения 220 В подключен потребитель с активным сопротивлением 2 Ом и индуктивностью $L = 10 \text{ мГн}$. Для повышения коэффициента мощности используется конденсатор емкостью 500 мкФ . Найти изменение тока и коэффициента мощности нагрузки. При каком значении частоты f в цепи может наступить резонанс?

14. Для неразветвленной электрической цепи переменного тока, содержащей активное и реактивные сопротивления $R = 4 \text{ Ом}$; $X_L = 12 \text{ Ом}$; $X_C = 18 \text{ Ом}$ определить полное сопротивление цепи Z , комплексное сопротивление цепи Z , коэффициент мощности $\cos\varphi$ и ток I , если приложенное к цепи напряжение $U = 110 \text{ В}$. Построить векторную диаграмму напряжений и тока. Определить активную и реактивную мощности.

15. Определить ток I , напряжение U , активную P , реактивную Q и полную S мощности в неразветвленной электрической цепи переменного синусоидального тока, содержащей активное и реактивные сопротивления: $R = 4 \text{ Ом}$; $X_L = 7 \text{ Ом}$; $X_C = 10 \text{ Ом}$. Мгновенное значение приложенного напряжения $u(t) = 310 \cdot \sin\omega t \text{ В}$. Построить векторную диаграмму напряжений и тока.

16. Выражение для мгновенного значения ЭДС одной из фаз трехфазной системы переменного тока имеет вид: $310\sin(314t - \pi/2)$. Записать выражения для мгновенных значений ЭДС других фаз, а также найти их действующие значения.

17. К трехфазной сети с линейным напряжением 380 В подключена симметричная нагрузка, активное сопротивление которой в каждой фазе 5 Ом , а индуктивное 2 Ом . Определить линейные и фазные токи и напряжения фаз нагрузки при соединении фаз

генератора звездой.

18. Трехфазная нагрузка состоит из трех соединенных звездой катушек, индуктивности которых $L_1 = L_2 = L_3 = 11$ мГн. Найти линейные токи, напряжения фаз нагрузки и линейные напряжения, если фазный ток равен 5 А, а частота 400 Гц. Активным сопротивлением катушек пренебречь.

19. Трехфазная нагрузка состоит из трех соединенных звездой конденсаторов, емкости которых $C_1 = C_2 = C_3 = 50$ мкФ. Найти линейные и фазные токи и напряжения фаз нагрузки, если линейная ЭДС равна 380 В, а частота 50 Гц.

20. К трехпроводной трехфазной сети присоединена нагрузка, состоящая из 50 ламп накаливания в каждой фазе мощностью 75 Вт каждая. Определить токи и напряжения фаз нагрузки цепи, если линейное напряжение сети 220 В, а нагрузка соединена звездой.

21. В промышленной трехфазной сети с линейным напряжением 220 В в качестве фаз нагрузок используются три одинаковых конденсатора $CA = CB = CC = 100$ мкФ, соединенные последовательно с резисторами $RA = 25$ Ом; $RB = 33$ Ом; $RC = 10$ Ом. Определить токи фаз нагрузки и ток нулевого провода, построить векторную диаграмму токов при соединении фаз нагрузки звездой.

22. К промышленной трехфазной сети с линейным напряжением 380 В подключены фазы нагрузки с активными сопротивлениями $RA = RB = RC = 15$ Ом и коэффициентами мощности: $\cos\varphi_A = 0,7$; $\cos\varphi_B = 0,81$; $\cos\varphi_C = 0,67$. Определить токи фаз нагрузки и ток нулевого провода, построить векторную диаграмму токов при соединении фаз нагрузки звездой.

23. В трехфазной сети переменного тока в качестве фаз используются резистор с сопротивлением $R = 13$ Ом, реальная катушка с активным сопротивлением $R_a = 1,5$ Ом и индуктивностью $L = 20$ мГн и конденсатор емкостью $C = 150$ мкФ. Определить токи фаз нагрузки и ток нулевого провода, построить векторные диаграммы фазных токов и напряжений, если линейное напряжение 380 В частотой 50 Гц. Нагрузка соединена звездой.

24. К трехфазной сети с линейным напряжением 220 В подключена симметричная нагрузка, активное сопротивление которой в каждой фазе 6 Ом, а емкостное 4 Ом. Найти токи фаз нагрузки и линейные токи при соединении фаз генератора и нагрузки звездой с нулевым проводом.

25. Трехфазная нагрузка состоит из трех соединенных треугольником конденсаторов, емкости которых $C_1 = C_2 = C_3 = 100$ мкФ. Найти токи конденсаторов, если линейная эдс равна 220 В, а частота 50 Гц. Построить векторную диаграмму фазных токов.

26. К трехпроводной трехфазной сети присоединена нагрузка, состоящая из 40 ламп накаливания в каждой фазе мощностью 100 Вт каждая. Определить токи и напряжения фаз нагрузки, если линейное напряжение сети 220 В, а нагрузка соединена звездой с нулевым проводом. Построить векторную диаграмму фазных токов.

27. В промышленной трехфазной сети с линейным напряжением 220 В в качестве фаз нагрузок используются три одинаковые катушки индуктивностью $LA = LB = LC = 50$ мГн, соединенные последовательно с резисторами сопротивлением $RA = 33$ Ом; $RB = 19$ Ом и $RC = 27$ Ом. Определить фазные и линейные токи. Построить их векторные диаграммы при соединении фаз нагрузки звездой с нулевым проводом.

28. В трехфазной сети переменного тока в качестве нагрузки используются резистор сопротивлением $RA = 27$ Ом в фазе А, реальная катушка с активным сопротивлением $R_a = 2,3$ Ом и индуктивностью $LA = 33$ мГн в фазе В, конденсатор емкостью $CC = 75$ мкФ в фазе С. Определить линейные и фазные токи, коэффициенты мощности всех фаз, если линейное напряжение 220 В частотой 50 Гц. Нагрузка соединена звездой с нулевым проводом.

29. Активная симметричная нагрузка номинальной мощностью 11,3 кВт в каждой фазе подключена звездой к трехфазной сети с линейным напряжением 220 В. Определить токи при уменьшении сопротивления одной из фаз в 2 раза.

30. Трехфазный асинхронный двигатель потребляет от сети с линейным напряжением 220 В активную мощность $P = 11$ кВт. Чему равны полная мощность двигателя, линейные и фазные токи, если обмотки двигателя соединены звездой, а $\cos\varphi = 0,82$?

Лабораторные занятия

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Электрические цепи постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое соединение резисторов называется последовательным и как найти эквивалентное сопротивление цепи с последовательно включенными резисторами? 2. Какое соединение резисторов называется параллельным, как определить для параллельного соединения эквивалентное сопротивление и эквивалентную проводимость? Почему схема параллельного включения приемников является основной? 3. Какое соединение резисторов называется смешанным, Как определить для смешанного соединения эквивалентное сопротивление? 4. Сформулируйте первое и второе правила Кирхгофа.
2.	Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой синусоидальный ток, и какими величинами он характеризуется? 2. Что такое индуктивное и емкостное сопротивления и от чего они зависят? 3. Что такое действующее значение тока? Как оно определяется? 4. Что такое $\cos\varphi$? 5. При каком условии возникает резонанс напряжений в цепи переменного синусоидального тока? Чем характеризуется это явление? 6. Чем опасен резонанс напряжений в электрических цепях? 7. Как и почему изменяется ток в цепи, содержащей индуктивную катушку, если параллельно катушки включить конденсатор? 8. Каким должно быть соотношение реактивных проводимостей катушки и конденсатора, чтобы ток в общей цепи опережал напряжение? 9. Что собой представляет явление резонанса токов?
3.	Трехфазные линейные электрические цепи синусоидального тока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой трехфазная цепь? Каковы ее элементы? 2. Что такое фаза трехфазной цепи? 3. В чем преимущества трехфазной цепи перед однофазной? 4. Какая система величин (ЭДС, напряжений, токов) называется трехфазной симметричной? 5. Какое соединение фаз называется соединением в звезду? 6. Какое напряжение называется линейным, фазным? Каковы

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>соотношения между линейными и фазными напряжениями при любой нагрузке и при симметричной нагрузке?</p> <p>7. Какой ток называется линейным, фазным? Каково соотношение между линейным и фазным токами при соединении фаз приемника в звезду?</p> <p>8. В чем отличие и преимущества трехпроводных и четырехпроводных цепей?</p> <p>9. Когда и зачем применяют нейтральный провод?</p> <p>10. В каком случае отсутствует ток в нейтральном проводе?</p>
4.	Электрические измерения и приборы	<p>1. Почему для более точных измерений следует учитывать внутренне сопротивление приборов?</p> <p>2. Какие погрешности существуют у электроизмерительных приборов? Что такое поправка?</p> <p>3. Назовите преимущества и недостатки приборов магнитоэлектрической системы.</p> <p>4. Приборы, какой системы могут работать только на переменном токе?</p>
5	Основы Электроники	<p>1. Каков физический смысл р-п перехода?</p> <p>2. Перечислите основные параметры диодов?</p> <p>3. Как зависит прямое напряжение на диоде от температуры?</p> <p>4. Как зависит обратный ток диода от температуры?</p> <p>5. С какой целью соединяют полупроводниковые диоды последовательно?</p> <p>6. Какие типы диодов существуют? Каково их применение на практике?</p> <p>7. Какие характеристики усилителя существуют?</p> <p>8. Для чего служит отрицательная обратная связь в усилителях?</p> <p>9. Как определить коэффициент усиления многокаскадного усилителя?</p> <p>10. Как осуществляется связь каскадов в многокаскадном усилителе?</p>
6	Электрические машины	<p>1. Каков принцип действия асинхронного двигателя?</p> <p>2. Что называется скольжением двигателя и как его определить?</p> <p>3. От чего зависит вращающий момент асинхронного двигателя?</p> <p>4. Как устроен асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором?</p> <p>5. Как устроены асинхронные двигатели с фазным ротором?</p> <p>6. Зачем при пуске асинхронных двигателей с фазным ротором в цепь ротора вводится пусковой реостат?</p> <p>7. Как устроен однофазный асинхронный двигатель и как он включается в сеть?</p> <p>8. Как осуществляется реверсирование асинхронных двигателей?</p> <p>9. Как производится регулирование скорости асинхронных двигателей?</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: не зачтено, зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, применяемых при изучении материала
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Полнота ответов на вопросы для подготовки к экзамену (экзамен включает ответы на вопросы к ИДЗ, защита лабораторных работ, вопросы для подготовки к экзамену)
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения (выполнение ИДЗ, выполнение лабораторных работ)	Умение пользоваться приборами и оборудованием
	Полнота выполненного индивидуального домашнего задания
	Правильность применения теоретического материала
	Умение применять законы электротехники и электроники для решения практических задач
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение делать выводы по результатам выполнения лабораторных работ
Навыки	Качество оформления задания
	Выбор методики выполнения задания с учетом исходных данных
	Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования
	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеть навыками обработки информации
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме **Экзамена:**

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий применяемых при изучении материалов	Не знает терминов, определений и понятий, используемых при изучении дисциплины.	Показывает неуверенное знание терминов, определений и понятий, используемых при изучении дисциплины, путается в формулировках.	Хорошо, но с небольшими пометками, знает термины, определения и понятия, используемые при изучении дисциплины.	Показывает уверенное знание терминов, определений и понятий, используемых при изучении дисциплины.

Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает основные законы, явления электротехники и электроники и их взаимосвязь	Имеет представление об основных законах, явлениях электротехники и электроники.	Знает все основные законы, явления электротехники и электроники и их взаимосвязь.	Знает все основные законы, явления электротехники и электроники и их взаимосвязь. Представляет связь электротехники с другими науками и роль электротехнических закономерностей.
Полнота ответов на вопросы	Не может полностью или частично ответить на вопросы к ИДЗ, защите лабораторных работ	Дает не полные ответы на основные вопросы к ИДЗ, защите лабораторных работ	Знает в полном объеме ответы на основные вопросы к ИДЗ, защите лабораторных работ	Полно и развернуто отвечает на все основные и дополнительные вопросы
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует	Показывает не четкое, сбивчивое знание приборов и методов измерения электрических величин, знает основы теории погрешностей измерений.	Показывает хорошее знание приборов и методов измерения электрических величин, знает основы теории погрешностей измерений.	В полном объеме знает приборы и методы измерения электрических величин, знает основы теории погрешностей измерений.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение пользоваться приборами и оборудованием	Не умеет самостоятельно пользоваться приборами и оборудованием	Показывает неуверенное знание приборов и оборудования, не может пользоваться ими без посторонней помощи	Показывает уверенное знание приборов и оборудования, умение пользоваться ими с незначительной помощью	Показывает уверенное знание приборов и оборудования, умение пользоваться ими без посторонней помощи
Полнота выполненного индивидуального домашнего задания	Индивидуальные домашние задания не выполнены	Выполненные расчеты ИДЗ соответствуют варианту задания. Имеются ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Выполненные расчеты ИДЗ соответствуют варианту задания. Имеет не достаточно четкое представление о методах расчета; об основных свойствах и характеристиках, рассматриваемых в задании материалах	Выполненные расчеты ИДЗ соответствуют варианту задания. Имеет четкое представление о методах расчета; об основных свойствах и характеристиках, рассматриваемых в задании материалах

Правильность применения теоретического материала	Теоретический (лекционный) материал не знает.	При применении теоретического (лекционного) материала допускаются ошибки, относящиеся к выполнению заданий.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется правильно при выполнении заданий.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется правильно при выполнении заданий. Уверенно использует дополнительные источники.
Умение применять законы электротехники и электроники для решения практических задач	Не умеет применять законы электротехники и электроники для решения практических задач	Показывает неуверенность в самостоятельном использовании законов электротехники и электроники для решения практических задач.	Показывает умение самостоятельно, с небольшой помощью, использовать законы электротехники и электроники для решения практических задач.	Показывает умение самостоятельно использовать законы электротехники и электроники для решения практических задач.
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить решение задачи на практическом занятии, в том числе и с дополнительной помощью	Выполняет решение задач на практическом занятии только с дополнительной помощью	Самостоятельно, с небольшой помощью, выполняет расчеты на практическом занятии	Самостоятельно, без посторонней помощи, выполняет расчеты на практическом занятии
Умение делать выводы по результатам выполнения лабораторных работ	Не справляется с обработкой результатов выполнения лабораторных работ, не может сформулировать вывод	С трудом справляется с обработкой результатов выполнения лабораторных работ, не может сформулировать вывод	Самостоятельно справляется с обработкой результатов выполнения лабораторных работ, с небольшой помощью может сформулировать вывод по полученным результатам	Самостоятельно справляется с обработкой результатов выполнения лабораторных работ, показывает умение грамотно сформулировать вывод по полученным результатам
Качество оформления задания	Оформление ИДЗ не соответствует предъявляемым требованиям.	Оформление ИДЗ частично не соответствует предъявляемым требованиям.	Оформление ИДЗ полностью, с небольшими неточностями, соответствует предъявляемым требованиям.	Оформление ИДЗ полностью соответствует предъявляемым требованиям

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания с учетом исходных данных	Неверно выбрана методика выполнения индивидуального домашнего задания	Методика выполнения задания выбрана верно с учетом исходных данных.	Методика выполнения задания выбрана верно с учетом исходных данных.	Методика выполнения задания выбрана верно с учетом исходных данных.
Анализ и обоснование результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задач	Анализ результатов, полученных при решении задачи, выполняется только при помощи преподавателя. Нет ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задач. Результаты работы обоснованы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Произведен анализ результатов решения задач, сделаны выводы. Результаты работы обоснованы и аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники
Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования	Эксплуатирует приборы и оборудование с посторонней помощью	Приобрел навыки эксплуатации некоторых приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Владеть навыками обработки информации	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты измерений	Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов измерений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов измерений
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушена последовательность вычислений, отсутствует перевод физических величин в систему СИ и т.д.).	В основном полное выполниеработы при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на окончательный результат.	Полноналичие выполнения всего объема работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	Полное выполнение всего объема работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение всех заданий, наличия вывода.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия - аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, доской для рисования маркером, проекционным оборудованием.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, лабораторных работ, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Практические занятия - аудитория, оснащенная письменными столами, доской для рисования маркером, проекционным оборудованием. Лабораторные занятия - специализированная лаборатория электротехники, оснащенная универсальными учебными лабораторными стендами типа ЭВ-4 по электротехнике и основам электроники, состоящих из двух модулей: секции электрических цепей и основ электроники и секции электрических машин. Дополнительно каждый стенд комплектуется вольтметром универсальным цифровым В7-22А и измерительным комплектом К505 для измерения переменных (синусоидальных) токов, напряжений и активных мощностей в одно- и трёхфазных трех- и четырехпроводных электрических цепях при равномерной и неравномерной нагрузках фаз.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Немцов, М. В. Электротехника : учеб. для студентов вузов : в 2кн. . Кн. 1 / М. В. Немцов. - Москва : Академия, 2014. - 231 с.
2. Немцов, М. В. Электротехника : учеб. для студентов вузов : в 2 кн. Кн. 2 / М. В. Немцов. - Москва : Академия, 2014. - 284 с.
3. Поляков, А. Е. Электротехника в примерах и задачах : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. 29.03.02 "Технология и проектирование текстил. изделий", 15.03.04 "Автоматизация технолог. процессов и пр-в", 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 15.03.02 "Технолог. машины и оборудование" / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков. - Москва : Форум, 2015. - 355 с.
4. Общая электротехника и электроника : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов электрич. и неэлектрич. специальностей / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики ; сост.: Д. А. Прасол, И. А. Щербинин, М. Ю. Михайлова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 48 с.
5. Расчет разветвленной электрической цепи синусоидального тока с несколькими источниками ЭДС в установившемся режиме : метод. указания к выполнению расчетно-граф. работы по дисциплине "Электротехника" / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. электроэнергетики и автоматики ; сост.: А. С. Солдатенков, О. В. Паращук. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 106 с.
6. Белоусов, А. В. Электротехника и электроника : учеб. пособие / А. В. Белоусов, Ю. В. Скурятин ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 184 с.
7. Маркелов, С. Н. Электротехника и электроника : учеб. пособие для студентов высш. и сред. проф. образования, обучающихся по группе специальностей "Энергетика", "Электротехника", "Электроснабжение", "Эксплуатация транспорт. электрооборудования и автоматика" / С. Н. Маркелов, Б. Я. Сазанов. - Москва : Форум, 2014. - 264 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. http://www.edu.ru/modules.php?cid=1474&l_op=viewlink&name=Web_Links – Федеральный портал Российского образования. Электротехника.
2. <http://www.virteks.land.ru/landelt.html> – электронное пособие с виртуальными экспериментами по электротехнике.
3. <http://electrolibrary.info> – электронная библиотека электротехника.
4. <http://www.detalki.ucoz.ru> – основные законы электротехники.
5. Electrolibrary.narod.ru – Вся электротехническая литература в одном месте.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____/20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «_____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО