

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета Энергетики и Бурковский А.В.
«31» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Электротехника»

Направление подготовки 13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И
ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

/Трубецкой В.А./

Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах

/Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

/Кожухов Н.Н./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины теоретическая и практическая подготовка инженеров в области электротехники, электроники, электромагнитных устройств и электрических машин, электропривода и электроснабжения в такой степени, чтобы они могли выбирать необходимые электротехнические устройства, правильно уметь их эксплуатировать и составлять совместно с инженерами-электриками технические задания на разработку электрических частей автоматизированных установок и систем управления технологическими процессами.

1.2. Задачи освоения дисциплины освоение методов анализа и расчета электрических цепей; изучение принципов работы электрооборудования и технологических процессов; приобретение навыков управления электроустановками и исследования электрических и магнитных цепей, трансформаторов и электрических машин; изучение электроприводов промышленных установок и систем электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электротехника» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электротехника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать алгоритм поиска, хранения и обработки информации
	Уметь пользоваться информационными, компьютерными и сетевыми технологиями
	Владеть методикой анализа информации из различных источников и баз данных, навыком использования прикладных компьютерных программ
ОПК-2	Знать электротехническую терминологию

	и символику; основные величины, характеризующие электрические и магнитные цепи и поля и единицы их измерения; основные физические законы и теоретические положения электротехники и электроники; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей; работу электронных приборов, схем цифровой электроники
	Уметь рассчитывать цепи постоянного тока, однофазные и трехфазные цепи переменного тока, асинхронные и синхронные машины, простейшие электронные усилители; проводить измерения в цепях
	Владеть методикой расчета цепей постоянного и переменного тока, методикой расчета и выбора мощности двигателей по нагрузочной диаграмме

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехника» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	135	135
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		

Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	195	195
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	216 6	216 6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб зан.	СРС	Всего, час
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Электрические цепи и их основные элементы. Закон Ома для участка и полной цепи. Законы Кирхгофа. Методы эквивалентных преобразований линейных электрических цепей. Методы расчета цепей постоянного тока. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Основные характеристики синусоидальных величин: амплитуда, частота, начальная фаза. Электрические цепи с идеальными элементами: резистором, катушкой индуктивности, конденсатором. Закон Ома для мгновенных, действующих и комплексных значений токов и напряжений. Мощность в цепи переменного тока. Баланс мощности в цепи переменного тока.	4	2	4	22	32
2	Трехфазные электрические цепи	Симметричная трехфазная система ЭДС. Фазные и линейные напряжения. Способы соединения фаз генератора и нагрузки. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки фаз «звездой» и «треугольником», расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки «звездой»: симметричная и несимметричная нагрузка. Векторные диаграммы. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки «треугольником»: симметричная и несимметричная нагрузка. Векторные диаграммы. Расчет мощности в трехфазных цепях.	4	2	4	22	32
3	Нелинейные электрические и	Общая характеристика	4	2	4	22	32

	магнитные цепи	нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов в цепи постоянного тока. Графо-аналитический (графический) метод расчета нелинейных цепей постоянного тока. Последовательное и параллельное соединение нелинейного элемента и линейного активного сопротивления. Линейные и нелинейные магнитные цепи постоянного тока. Закон полного тока. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей. Магнитное напряжение и сопротивление. Расчет линейных и нелинейных магнитных цепей. Алгоритм решения прямой и обратной задач.					
4	Трансформаторы. Электрические машины	Назначение и область применения трансформаторов. Устройство и принцип действия, характеристики. Схемы замещения трансформатора. Соотношения для токов и напряжений обмоток и числа витков. Паспортные данные трансформаторов. Режимы работы трансформаторов. Внешняя характеристика трансформатора. Устройство и принцип действия машин постоянного и переменного тока. Основные характеристики электрических машин. Области применения. Расчет мощности электрических машин методом эквивалентных потерь.	2	4	2	22	30
5	Основы электропривода	Электроприводы производственных механизмов. Назначение, структурные схемы электроприводов. Уравнение движения электропривода. Нагрузочные диаграммы. Режимы работы двигателей. Нагрев двигателей и их перегрузочная способность. Выбор двигателей для различных режимов работы. Проверка правильности выбора двигателя.	2	4	2	24	32
6	Электрические аппараты и схемы управления. Основы электроснабжения	Схемы управления электроприводами. Аппараты ручного и дистанционного управления. Аппараты защиты. Управление асинхронным двигателем. Управление двигателем постоянного тока. Системы электроснабжения промышленных предприятий. Источники электроэнергии. Основные группы потребителей. Электрические нагрузки, виды нагрузок.	2	4	2	23	31

		Коэффициенты, характеризующие режимы работы электроустановок. Назначение подстанций и распределительных устройств. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях.					
Итого			18	18	18	135	189

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб зан.	СРС	Всего, час
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Электрические цепи и их основные элементы. Закон Ома для участка и полной цепи. Законы Кирхгофа. Методы эквивалентных преобразований линейных электрических цепей. Методы расчета цепей постоянного тока. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Основные характеристики синусоидальных величин: амплитуда, частота, начальная фаза. Электрические цепи с идеальными элементами: резистором, катушкой индуктивности, конденсатором. Закон Ома для мгновенных, действующих и комплексных значений токов и напряжений. Мощность в цепи переменного тока. Баланс мощности в цепи переменного тока.	2	-	2	32	36
2	Трехфазные электрические цепи	Симметричная трехфазная система ЭДС. Фазные и линейные напряжения. Способы соединения фаз генератора и нагрузки. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки фаз «звездой» и «треугольником», расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки «звездой»: симметричная и несимметричная нагрузка. Векторные диаграммы. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки «треугольником»: симметричная и несимметричная нагрузка. Векторные диаграммы Расчет мощности в трехфазных цепях.	2	-	2	32	36
3	Нелинейные электрические и магнитные цепи	Общая характеристика нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов в цепи постоянного тока. Графо-аналитический (графический) метод расчета нелинейных цепей постоянного тока. Последовательное и параллельное соединение нелинейного элемента и линейного активного	-	-	-	32	32

		сопротивления. Линейные и нелинейные магнитные цепи постоянного тока. Закон полного тока. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей. Магнитное напряжение и сопротивление. Расчет линейных и нелинейных магнитных цепей. Алгоритм решения прямой и обратной задач.					
4	Трансформаторы. Электрические машины	Назначение и область применения трансформаторов. Устройство и принцип действия, характеристики. Схемы замещения трансформатора. Соотношения для токов и напряжений обмоток и числа витков. Паспортные данные трансформаторов. Режимы работы трансформаторов. Внешняя характеристика трансформатора. Устройство и принцип действия машин постоянного и переменного тока. Основные характеристики электрических машин. Области применения. Расчет мощности электрических машин методом эквивалентных потерь.	-	-	-	32	32
5	Основы электропривода	Электроприводы производственных механизмов. Назначение, структурные схемы электроприводов. Уравнение движения электропривода. Нагрузочные диаграммы. Режимы работы двигателей. Нагрев двигателей и их перегрузочная способность. Выбор двигателей для различных режимов работы. Проверка правильности выбора двигателя.	-	2	-	34	36
6	Электрические аппараты и схемы управления. Основы электроснабжения	Схемы управления электроприводами. Аппараты ручного и дистанционного управления. Аппараты защиты. Управление асинхронным двигателем. Управление двигателем постоянного тока. Системы электроснабжения промышленных предприятий. Источники электроэнергии. Основные группы потребителей. Электрические нагрузки, виды нагрузок. Коэффициенты, характеризующие режимы работы электроустановок. Назначение подстанций и распределительных устройств. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях.	-	2	-	33	35
Итого			4	4	4	195	207

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Проверка выполнения законов Кирхгофа и закона Ома в электрических цепях

постоянного тока.

2. Исследование электрической цепи постоянного тока методом наложения.
3. Исследование линейных элементов электрической цепи синусоидального тока последовательном и параллельном соединении этих элементов.
4. Исследование фазового резонанса в цепи с последовательным соединением реактивных элементов
5. Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой.
6. Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки треугольником.
7. Исследование электрического двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
8. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
9. Исследование однофазного трансформатора.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать алгоритм поиска, хранения и обработки информации	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться информационными, компьютерными и сетевыми технологиями	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методикой анализа информации из различных источников и баз данных, навыком использования прикладных компьютерных программ	коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	Знать электротехническую терминологию и	тест	Выполнение работ в срок, предусмотрен	Невыполнение работ в срок, предусмотрен

	символику; основные величины, характеризующие электрические и магнитные цепи и поля и единицы их измерения; основные физические законы и теоретические положения электротехники и электроники; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей; работу электронных приборов, схем цифровой электроники		ный в рабочих программах	ный в рабочих программах
	Уметь рассчитывать цепи постоянного тока, однофазные и трехфазные цепи переменного тока, асинхронные и синхронные машины, простейшие электронные усилители; проводить измерения в цепях	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методикой расчета цепей постоянного и переменного тока, методикой расчета и выбора мощности двигателей по нагрузочной диаграмме	коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать алгоритм поиска, хранения и обработки информации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь пользоваться информационными, компьютерными и сетевыми технологиями	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

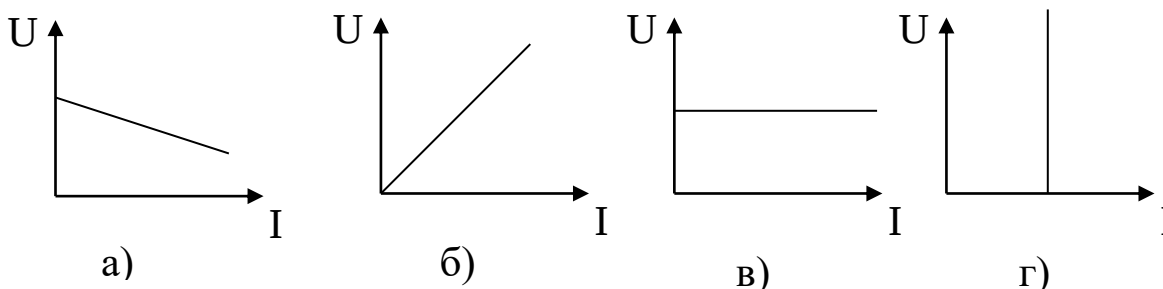
				ответ во всех задачах		
	Владеть методикой анализа информации из различных источников и баз данных, навыком использования прикладных компьютерных программ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	Знать электротехническую терминологию и символику; основные величины, характеризующие электрические и магнитные цепи и поля и единицы их измерения; основные физические законы и теоретические положения электротехники и электроники; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей; работу электронных приборов, схем цифровой электроники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь рассчитывать цепи постоянного тока, однофазные и трехфазные цепи переменного тока, асинхронные и синхронные машины, простейшие электронные усилители; проводить измерения в цепях	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методикой расчета цепей постоянного и	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	переменного тока, методикой расчета и выбора мощности двигателей по нагрузочной диаграмме	предметной области	получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинство задач	
--	---	--------------------	------------------------	--	-------------------	--

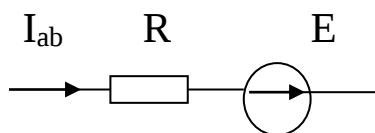
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какая из приведенных зависимостей соответствует идеальному источнику ЭДС?



2. Какой вид имеет вид закон Ома для участка цепи, приведенной на рисунке?



- а) $U_{ab} = -IR - E$; б) $U_{ab} = -IR + E$; в) $U_{ab} = IR - E$; г) $U_{ab} = IR + E$.

3. Количество уравнений, записанных по первому закону Кирхгофа, на одно меньше количества ...

- а) контуров;
- б) ветвей;
- в) узлов;
- г) ЭДС.

4. Количество уравнений в методе контурных токов равно количеству ... контуров.

- а) зависимых;
- б) независимых;
- в) свободных;
- г) наружных.

5. Мощность в цепи постоянного тока нельзя рассчитать по формуле:

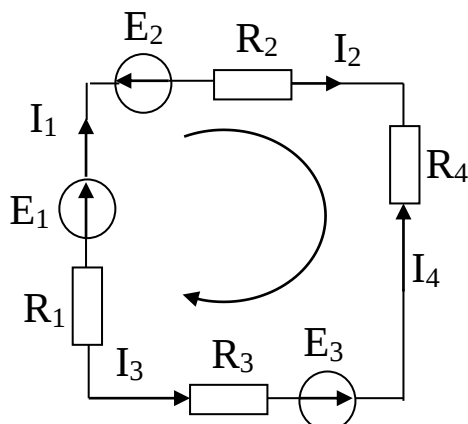
а) $P=UI$,

б) $P=I^2R$,

в) $P=U^2/R$,

г) $P=IR$.

6. Для данного контура второй закон Кирхгофа имеет вид:



а) $E_1+E_2+E_3=I_1R_1+ I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$;

б) $-E_1+E_2+E_3=-I_1R_1- I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$;

в) $E_1-E_2-E_3=I_1R_1+ I_2R_2- I_3R_3- I_4R_4$;

г) $E_1+E_2+E_3=-I_1R_1- I_2R_2+ I_3R_3- I_4R_4$;

д) $-E_1-E_2-E_3=I_1R_1+ I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$

7. В методе узловых потенциалов потенциал одного узла принимается равным ...

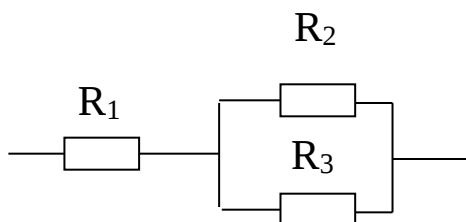
а) бесконечности;

б) нулю;

в) единице;

г) потенциалу другого узла.

8. Эквивалентное сопротивление участка определяется выражением:



а) $R_{\text{ЭКВ}} = R_1+ R_2+ R_3$;

б) $R_{\text{ЭКВ}} = (R_1+R_2+ R_3)/(R_1R_2R_3)$;

в) $R_{\text{ЭКВ}} = R_1+ (R_2R_3)/(R_2+R_3)$;

г) $R_{\text{ЭКВ}} = R_2+ (R_1R_3)/(R_1+R_3)$;

9. Амплитудой называется ... значение синусоидального тока.

а) нулевое;

б) максимальное;

в) мгновенное;

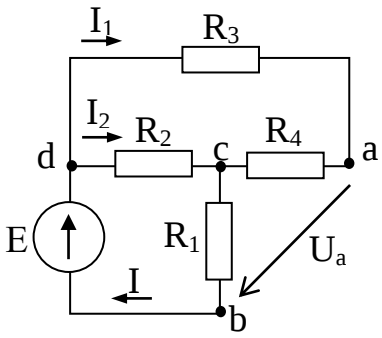
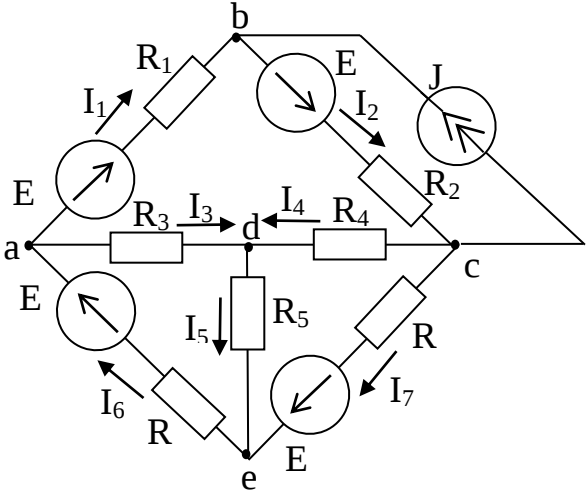
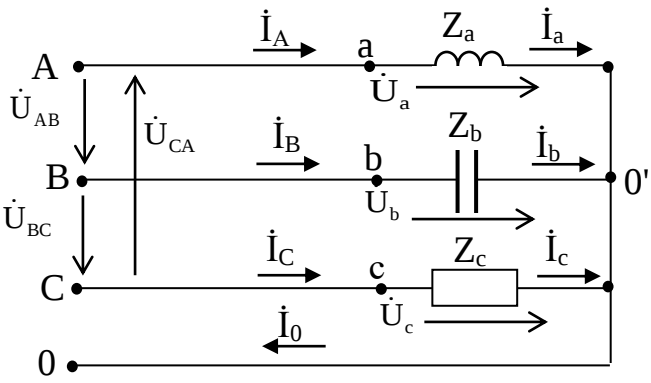
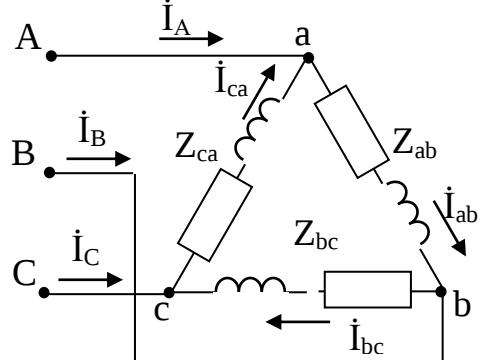
г) начальное.

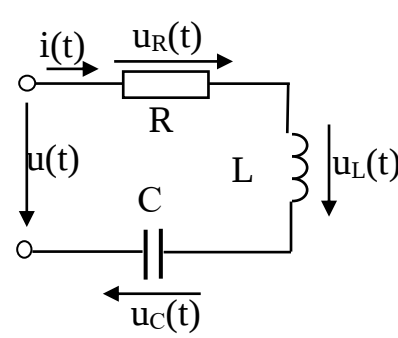
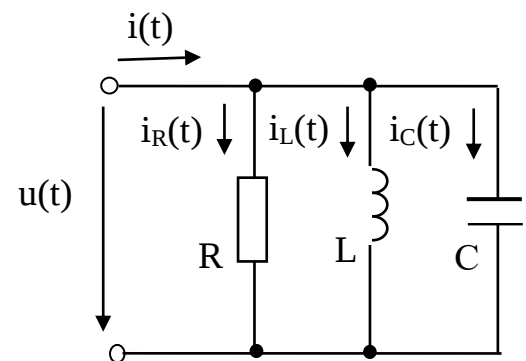
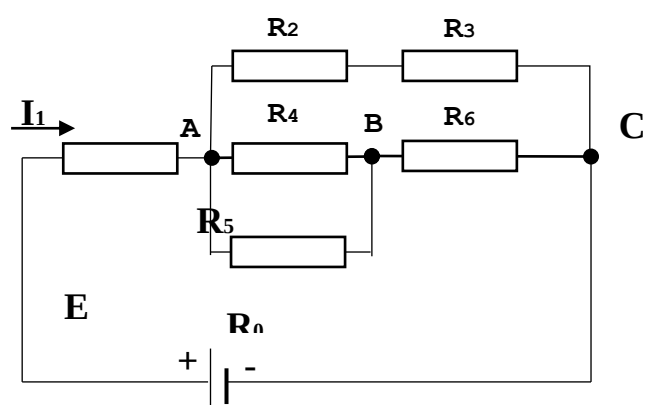
10. Действующее значение синусоидального тока определяется выражением:

а) $I = \sqrt{2} \cdot I_m$; б) $I = \sqrt{3} \cdot I_m$;

в) $I = \frac{I_m}{2}$; г) $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$; д) $I = \frac{I_m}{\sqrt{3}}$.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. В схеме, имеющей параметры $R_1 = 5 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $R_3 = R_4 = 10 \text{ Ом}$; $E = 30 \text{ В}$, определить напряжение U_{ab}.	
2. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для определения токов в ветвях схемы рисунке и записать ее в матричной форме.	
3. Определить линейные и фазные токи и напряжения в трехфазной нагрузке, соединенной по схеме звезда с нулевым проводом, сопротивление которого равно нулю (рис. 3.10). Питание осуществляется от источника с линейным напряжением $U_L = 220 \text{ В}$, сопротивления фаз нагрузки: $Z_a = jX_L = j100 \text{ Ом}$, $Z_b = -jX_C = -j100 \text{ Ом}$, $Z_c = R = 100 \text{ Ом}$. Построить топографическую диаграмму, совмещенную с векторной диаграммой токов.	
4. Рассчитать линейные и фазные токи и напряжения приемников. Построить топографические диаграммы, совмещенные с векторными диаграммами токов. Данные для расчета: $U_L = 220 \text{ В}$; $R = X = 100 \text{ Ом}$.	

5. Определить напряжение на зажимах цепи. Данные для расчета: $i(t) = 2\sin 314t$; $R = 10\text{ Ом}$; $L = 0,5\text{ Гн}$; $C = 500\text{ мкФ}$.	
6. Определить токи в ветвях цепи Данные для расчета: $u(t) = 2\sin 314t$; $R = 10\text{ Ом}$; $L = 0,5\text{ Гн}$; $C = 500\text{ мкФ}$.	
7. В цепи со смешанным соединением сопротивлений $I_1 = 5\text{ А}$, $R_1 = 19\text{ Ом}$, $R_2 = 70\text{ Ом}$, $R_3 = 30\text{ Ом}$, $R_4 = 60\text{ Ом}$, $R_5 = 5\text{ Ом}$, $R_0 = 1\text{ Ом}$, $U_6 = U_{\text{вс}} = 20\text{ В}$. Вычислить токи, напряжения и мощности каждого участка цепи и всей цепи, найти значение сопротивления R_5, определить ЭДС E цепи. 	

8. Известны мгновенные значения напряжения и тока на участке цепи: $u(t)=250 \sin(\omega t+90^\circ)$, В; $i(t)=1.5 \sin(\omega t+150^\circ)$, А.

Построить временные диаграммы тока и напряжения.

Записать действующие и действующие комплексные значения тока и напряжения, построить вектора их вектора на комплексной плоскости.

Определить угол сдвига фаз между напряжением и током на участке цепи и показать его на временной и векторной диаграммах.

9. Построить семейство механических характеристик для двигателя со следующими параметрами при изменении входного напряжения:

Тип двигателя	$N_{\bar{a}}$, Вт	$\omega_{\bar{a}}$, рад/с	$J_{\bar{a}}$, кг·м ² ×10 ⁻⁶	$I_{\bar{a}}$, А	$R_{\bar{y}}$, Ом
ДПР-32 Н1-01	1.9	942	0.2	0.14	37
$U_{\bar{a}} = 27\text{В}$					

10. Построить семейство механических характеристик для двигателя со следующими параметрами при изменении сопротивления якорной цепи:

Тип двигателя	$N_{\bar{a}}$, Вт	$\omega_{\bar{a}}$, рад/с	$J_{\bar{a}}$, кг·м ² ×10 ⁻⁶	$I_{\bar{a}}$, А	$R_{\bar{y}}$, Ом
ДПР-42 Н1-01	4.7	942	0.57	0.29	13
$U_{\bar{a}} = 27\text{В}$					

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Прикладные задачи изложены в учебном пособии по выполнению курсовой работы и связаны с расчетом мощности приводных двигателей, используемых в системах электрогазоснабжения.

1. Определить номинальную мощность двигателя при различных режимах работы с изменяющейся нагрузкой в соответствии с вариантами, предложенными в таблице 1.

Таблица 1

№ вар	Производственный механизм		Требования к разрабатываемому электроприводу				
	Наименование исполнительного органа или механизма	Частота вращения, об/мин	Напряжение сети U, В	Тип электропривода и преобразователя эл. энергии	Способ регулирования	Климатические условия и категория размещ.	Характеристика среды эксплуатации
1	2	3	4	5	6	7	8
01	Сетевой насос котельной	1460	380	АЭП ПЧПЗПТ	f, U	У4	1

	системы теплоснабжения предприятия						
02	Сетевой насос котельной системы теплоснабжения жилого комплекса	1450	380	АЭП ПЧНС	f, U	ХЛ4	1
03	Газовый нагнетатель газонапорной станции предприятия	750	3000	СЭП ТПН	I _в	У2	1
04	Воздушный нагнетатель подачи воздуха в топку котла	1500	380	ЭППТ ТПНТМС	U _d	ХЛ4	1
05	Насос подпитки системы теплоснабжения предприятия	2880	380	НАЭП	повтор. включ.	У4	1
06	Насос системы охлаждения теплоносителя ТЭЦ	960	380	НАЭП	задвижками	У4	1
07	Поршневой компрессор холодильной камеры	960	380	НАЭП	повтор. включения	М4	1
08	Сетевой насос групповой насосной станции системы теплоснабжения города от АТС	1000	6000	СЭП ТПН	I _в	ХЛ4	1
09	Сетевой насос котельной системы теплоснабжения поселка	1450	380	АЭП ПЧНС	f, U	У4	1
10	Питающий насос групповой насосной установки системы теплоснабжения промышленной зоны	1450	380	НАЭП	задвижками	ХЛ4	1
11	Вентилятор вытяжной	2860	380	АЭП ПЧПЗПТ	f, U	У2	3

	вентиляции электросварочн ого цеха						
12	Вентилятор и устройство подогрева приточной вентиляции	970	380	НАЭП		ХЛ4	1
13	Механизм управления положением направляющего аппарата дутьевого вентилятора в системе воздухообеспечения котельного агрегата ТЭЦ	80	380	НАЭП	повтор. включения	ХЛ4	1
14	Сетевой напорный насос системы водоснабжения микрорайона	1450	380	АЭП ПЧНС	f, U	У4	1
15	Заборный насос групповой насосной установки водозаборной станции	2950	660	НАЭП	переключени ем групп	У4	1

Параметры нагрузочной диаграммы для данных вариантов приведены в таблицах 2 и

3.

Таблица 2

Энергетические показатели нагрузочных диаграмм электроприводов														
№ вар	Заданная величина	Значения величин (Р, кВт; М, Нм; I, А) на интервалах времени												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	Р, кВт	0	21,7	19,6	11,3	20,4	24,2	18,1	15,3	17,4				
02	М, Нм	486	374	312	367	433	386	284	240					
03	Р, кВт	0	720	640	560	560	720	680						
04	М, Нм	0	195	195	195	163	163	163	148	148	148	171	171	
05	I, А	0	126	126	24,7	0	0	126	126	17,3	0			
06	М, Нм	1470	910	780	0	1330	860	560	0					
07	I, А	0	138	138	22,3	0	0	138	138	22,3	0			
08	I, А	0	198,8	198,8	198,8	82,6	82,6							
09	Р, кВт	20,5	42,7	42,7	37,4	20,5	20,5	56,3	56,3	39,2	20,5			
10	М, Нм	0	652	652	412	363	363	467	467	312	312	393	393	
11	М, Нм	0	86,5	86,5	72,4	66,3	66,3	71,1	71,1	71,1	82,3	82,3		
12	Р, кВт	0	25,4	25,4	25,4	13,6	9,7	0	0	25,4	25,4	25,4	8,6	0

13	P, кВт	0	1,6	0,9	0,6	0	0	1,6	0,9	0,5	0			
14	M, Нм	0	994	994	994	497	43	35	35	51	512	384		
							5	2	2	2				
15	I, А	0	330	330	330	51,8	0	0	33	33	330	51,8	0	
									0	0				
16	I, А	0	143	143	24,6	16,9	0	0	14	14	26,5	18,2	0	
									3	3				
17	P, кВт	0	346	346	346	220	0	0						

Таблица 3

№ вар.	Интервалы времени t, с											
	t ₁ /t ₁₂	t ₂ /t ₂₃	t ₃ /t ₃₄	t ₄ /t ₄₅	t ₅ /t ₅₆	t ₆ /t ₆₇	t ₇ /t ₇₈	t ₈ /t ₈₉	t ₉ /t ₉₁₀	t ₁₀ /t ₁₀₁₁	t ₁₁ / t ₁₁₁₂	t ₁₂ /t ₁₃
01	0/9,8	0/-	80,4/-	120/-	90,7/-	148/-	135/-	87,6/-	67,8/-			
02	11,3/-	86,3/-	127/-	257/-	304/-	187/-	156/-	124/-				
03	0/17,3	0/-	683/-	256/-	0/11	0/-	564/-					
04	0/15,3	0/-	6,7/-	0/8,9	0/-	632/-	0/7,7	0/-	235/-	0/11,3	0/-	712/-
05	0/4,2	0/-	6,6/-	185/-	96/-	0/3,1	0/-	4,7/-	163/-	74/-		
06	13,3/-	462/-	360/-	612/-	11,7/-	333/-	274/-	527/-				
07	0/8,3	0/-	4,5/-	634/-	726/-	0/8,3	0/-	4,5/-	512/-	621/-		
08	0/9,7	0/-	10,4/-	0/4,1	0/-	1748/-						
09	0/12,1	0/-	2,78/-	133/-	156/-	0/13,2	0/-	312/-	156/-	187/-		
10	0/7,6	0/-	8,4/-	425/-	293/-	0/6,4	0/-	347/-	516/-	0/5,8	0/-	292/-
11	0/12,7	0/-	194/-	215/-	86,4/-	0/8,3	0/-	96,3/-	0/6,4	0/-	296/-	
12	0/8,9	0/-	7,7/-	0/-	273/-	195/-	580/-	0/8,9	0/-	7,7/-	0/-	368/465
13	0/9,1	0/-	0/27	0/-	47,1/-	0/9,1	0/-	0/32,3	0/-	55,7/-		
14	0/10,3	0/-	9,8/-	0/-	618/-	727/-	513/-	0/7,6	0/-	813/-	256/-	
15	0/7,4	0/-	8,3/-	0/-	592/-	773/-	0/7,4	0/-	8,3/-	0/-	592/-	773/-
16	0/8,2	0/-	5,1/-	235/-	362/-	694/-	0/8,2	0/-	5,1/-	218/-	347/-	710/-
17	0/11,7	0/-	6,9/-	0/-	0/5,8	0/-	9760/-					
18	0/12,7	0/-	8,6/-	0/5,9	0/-	413/-	576/-	0/8,9	0/-	6,7/-	0/-	326/-
19	0/7,1	0/-	3,1/-	318/-	456/-	0/5,3	0/-	535/-				

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Электрические цепи и их основные элементы. Основные понятия: электрическая цепь, элемент цепи, источники и потребители электрической энергии, характеристики элементов цепи, линейные и нелинейные цепи, ветвь, контур, узел.

2. Закон Ома для участка и полной цепи.

3. Законы Кирхгофа.

4. Методы эквивалентных преобразований линейных электрических цепей (последовательное, параллельное и смешанное соединение приемников).

5. Методы расчета цепей постоянного тока. Расчет токов в сложной цепи путем непосредственного применения законов Кирхгофа (на примере).

6. Составление баланса мощностей.

7. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Принцип получения синусоидальной ЭДС.

8. Основные характеристики синусоидальных величин: амплитуда,

частота, начальная фаза. Угол сдвига фаз.

10. Действующее и среднее значение синусоидального сигнала.

11. Изображение синусоидальных величин временными диаграммами, векторами и комплексными числами. Действия над комплексными числами.

12. Электрические цепи с идеальными элементами: резистором, катушкой индуктивности, конденсатором. Фазные соотношения между токами и напряжениями. Активные и реактивные мощности. Временные и векторные диаграммы для элементов R, L, C . Комплексные сопротивления. Закон Ома для мгновенных, действующих и комплексных значений токов и напряжений.

13. Цепи с элементами R, L, C . Последовательное и параллельное соединение элементов R, L, C . Векторные диаграммы.

14. Мощность в цепи переменного тока. Понятие о комплексной мощности. Коэффициент мощности и способы его увеличения. Баланс мощности в цепи переменного тока.

15. Симметричная трехфазная система ЭДС. Принцип получения и изображение в виде временных диаграмм и на комплексной плоскости.

16. Фазные и линейные напряжения. Способы соединения фаз генератора и нагрузки. Обозначения и названия, используемые при анализе трехфазных цепей (на примере соединений «звезда» – «звезда» и «треугольник» – «треугольник»).

17. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки «звездой» и «треугольником»: симметричная и несимметричная нагрузка. Векторные диаграммы.

18. Расчет мощности в трехфазных цепях.

19. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Общая характеристика нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов в цепи постоянного тока. Статическое и дифференциальное сопротивления нелинейного элемента.

20. Графо-аналитический (графический) метод расчета нелинейных цепей постоянного тока. Последовательное соединение нелинейного элемента и линейного активного сопротивления. Параллельное соединение нелинейного элемента и линейного активного сопротивления.

21. Линейные и нелинейные магнитные цепи постоянного тока. Назначение и классификация магнитных цепей. Примеры магнитных цепей. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Магнитные свойства и характеристики ферромагнитных материалов.

22. Аналогия между электрическими и магнитными цепями. Закон полного тока.

23. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.

24. Стабилизация напряжения и тока.

Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации.

25. Схема замещения трансформатора. Уравнения электрического состояния первичной и вторичной обмоток трансформатора.

26. Потери мощности в трансформаторе. Определение потерь мощности опытным путем.
27. Коэффициент полезного действия трансформатора.
28. Внешняя характеристика трансформатора.
29. Паспортные данные трансформаторов.
30. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока.
31. Устройство и принцип действия генератора постоянного тока.
32. Пуск и реверс двигателя постоянного тока.
33. Рабочие и механические характеристики ДПТ.
34. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока.
35. Потери мощности и КПД машин постоянного тока.
36. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.
37. Пуск, реверс и регулирование частоты вращения АД.
38. Потери мощности и КПД АД.
39. Рабочие и механические характеристики асинхронного двигателя.
40. Нагрузочные диаграммы электропривода. Режимы работы двигателей.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ
2	Трехфазные электрические цепи	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ
3	Нелинейные электрические и магнитные цепи	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ

4	Трансформаторы. Электрические машины	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ
5	Основы электропривода	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ
6	Электрические аппараты и схемы управления. Основы электроснабжения	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Касаткин А.С. Электротехника : Учеб. пособие / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. - 7-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2003. - 542 с.

2. Новиков Ю.Н. Электротехника и электроника. Теория цепей и сигналов, методы анализа : учебное пособие : рекомендовано УМО / Ю.Н. Новиков. - СПб. : Питер, 2005 (Санкт-Петербург : ОАО "Техническая книга", 2004). - 382 с.

3. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам: учеб. пособие для студ. образоват. учреждений сред проф. образования / М.М. Кацман. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.

4. Попова Т.В. Лабораторный практикум по курсу теоретические основы электротехники : учеб. пособие / Т.В. Попова. - Воронеж : ВГТУ, 2011. - 167 с.

5. Никифорова Л.В. Теоретические основы электротехники : Сб. задач с примерами решений; Учеб. пособие. Ч. 1. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский

государственный технический университет", 2007. - 166 с.

6. Попова Т.В. Теоретические основы электротехники : Курс лекций: Учеб. пособие / Т.В. Попова. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 158 с.

7. Электроприводы электромеханических систем в теплоэнергетике: курсовое проектирование: учебное пособие/ Т.В. Попова, В.А. Трубецкой. Воронеж; ФГБОУ ВПО ВГТУ, 2013, 129 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.

Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

Marketelectro

Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения расчетов к выполнению РГР.

Натурные лекционные демонстрации:

- физическая модель однофазного трансформатора;
- физическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором;
- физическая модель двигателя постоянного тока;
- плакаты.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электротехника» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрических цепей постоянного и переменного тока, мощности электродвигателя по заданной нагрузочной диаграмме. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.

Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2018	
2.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	