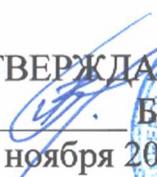


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФЭСУ  Бурковский А.В.  
«25» ноября 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Электротехника»**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

В.А. Трубецкой

Заведующий кафедрой  
Электропривода,  
автоматики и управления в  
технических системах

В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

/Дахин С.В./

Воронеж 2023

## 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 обязательной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-3. - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ОПК-6. - Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	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; методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования электромеханических устройств, объектов теплоэнергетики и теплотехники
	Уметь пользоваться методами анализа и синтеза

	электромеханических устройств при решении профессиональных задач
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата при теоретическом и экспериментальном исследованиях электромеханических устройств объектов теплоэнергетики и теплотехники
ОПК-6	Знать принцип действия и устройства датчиков измерения электрических и неэлектрических величин на электромеханических устройствах объектов теплоэнергетики и теплотехники
	Уметь использовать измерительные приборы для измерения электрических и неэлектрических величин на электромеханических устройствах объектов теплоэнергетики и теплотехники
	Владеть навыками использования измерительных приборов для измерения токов, напряжений и мощности в электрических схемах на объектах теплоэнергетики и теплотехники

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехника» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

##### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	94	94

Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

## 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	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	6	8	18
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	6	8	18
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 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	6	8	18
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	2	6	10	18

		характеристики электрических машин. Области применения. Расчет мощности электрических машин методом эквивалентных потерь.				
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	6	10	18
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	6	10	18
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока. Трехфазные электрические цепи	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 и переменного тока. Симметричная трехфазная система ЭДС. Фазные и линейные напряжения. Способы соединения фаз генератора и нагрузки. Расчет трехфазных цепей. Расчет мощности в трехфазных цепях.	2	2	14	18
2	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. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей. Магнитное напряжение и сопротивление. Расчет линейных и нелинейных магнитных цепей. Алгоритм решения прямой и обратной задач.	2	2	16	20
3	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	16	18
4	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.	-	-	16	16

5	Электрические аппараты и схемы управления	Схемы управления электроприводами. Аппараты ручного и дистанционного управления. Аппараты защиты. Управление асинхронным двигателем. Управление двигателем постоянного тока.	-	-	16	16
6	Основы электроснабжения	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.	-	-	16	16
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>94</b>	<b>104</b>

## 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-3.	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; методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования электромеханических устройств, объектов теплоэнергетики и теплотехники	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться методами анализа и синтеза электромеханических устройств при решении профессиональных задач	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата при теоретическом и экспериментальном исследованиях электромеханических устройств объектов теплоэнергетики и теплотехники	коллоквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-6.	Знать принцип действия и устройства датчиков измерения электрических и неэлектрических величин на электромеханических устройствах объектов теплоэнергетики и теплотехники	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать измерительные приборы для измерения электрических и неэлектрических величин на электромеханических устройствах объектов теплоэнергетики и теплотехники	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Владеть навыками использования измерительных приборов для измерения токов, напряжений и мощности в электрических схемах на объектах теплоэнергетики и теплотехники	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 2 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

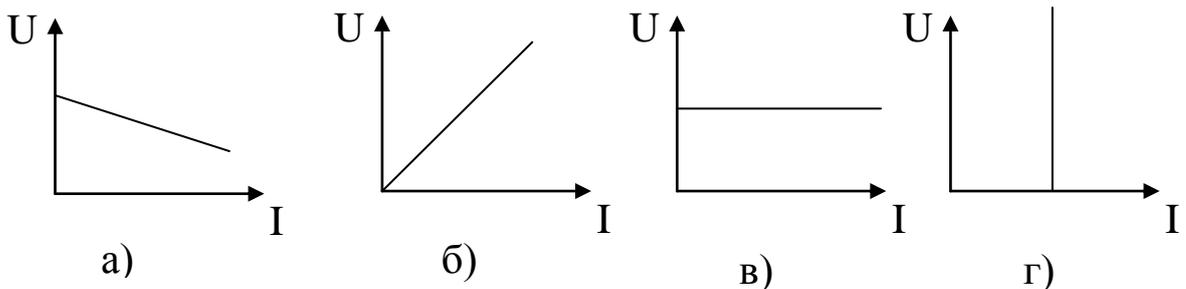
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-3.	Знать электротехническую терминологию и символику; основные величины, характеризующие электрические и магнитные цепи и поля и единицы их измерения; основные физические законы и теоретические положения электротехники и электроники; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей; работу электронных приборов, схем цифровой электроники; методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования электромеханических устройств, объектов теплоэнергетики и теплотехники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь пользоваться методами анализа и синтеза электромеханических устройств при решении профессиональных задач	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата при теоретическом и экспериментальном исследованиях электромеханических устройств объектов теплоэнергетики и теплотехники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ОПК-6.	Знать принцип действия и устройства датчиков измерения электрических и неэлектрических величин на электромеханических устройствах объектов теплоэнергетики и теплотехники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать измерительные приборы для измерения электрических и неэлектрических величин на электромеханических устройствах объектов теплоэнергетики и теплотехники	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками использования измерительных приборов для измерения токов, напряжений и мощности в электрических схемах на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

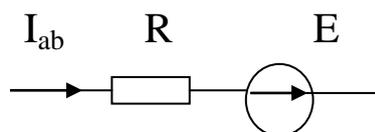
## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 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.

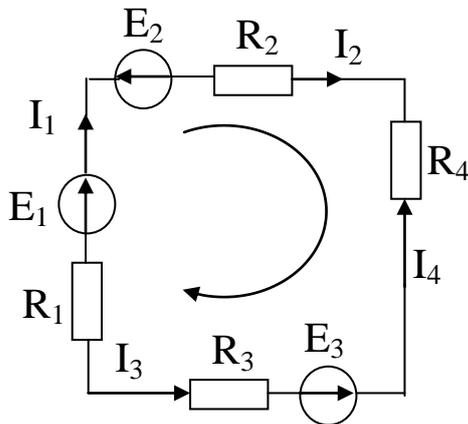
4. Количество уравнений в методе контурных токов равно количеству ... контуров.

- 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:

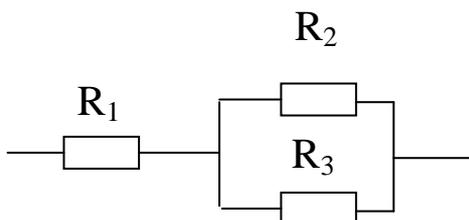


- а)  $E_1+E_2+E_3=I_1R_1+ I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$ ;
- б)  $-E_1+E_2+E_3=-I_1R_1- I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$ ;
- в)  $E_1-E_2-E_3=I_1R_1+ I_2R_2- I_3R_3- I_4R_4$ ;
- г)  $E_1+E_2+E_3=-I_1R_1- I_2R_2+ I_3R_3- I_4R_4$ ;
- д)  $-E_1-E_2-E_3=I_1R_1+ I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$

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)  $R_{ЭКВ} = R_1+ R_2+ R_3$ ;
- б)  $R_{ЭКВ} = (R_1+R_2+ R_3)/( R_1R_2R_3)$ ;
- в)  $R_{ЭКВ} = R_1+ (R_2R_3)/( R_2+R_3)$ ;
- г)  $R_{ЭКВ} = R_2+ (R_1R_3)/( R_1+R_3)$ ;

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**

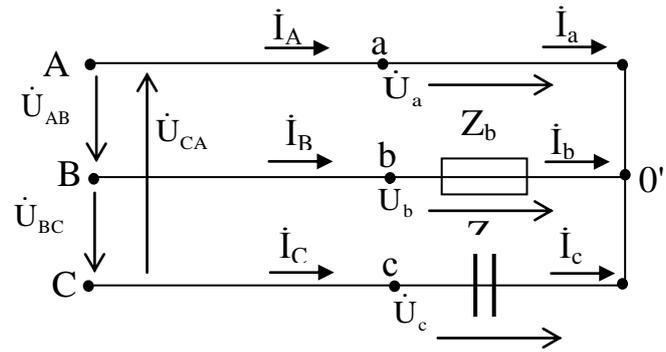
<p>1. В схеме, имеющей параметры <math>R_1=5 \text{ Ом}</math>; <math>R_2=20 \text{ Ом}</math>; <math>R_3=R_4=10 \text{ Ом}</math>; <math>E=30 \text{ В}</math>, определить напряжение <math>U_{ab}</math>. Варианты ответа: а) 20 В; б) 15 В; в) 10 В; г) 25 В.</p>	
<p>2. В схеме, имеющей параметры: <math>R_1=5 \text{ Ом}</math>; <math>R_2=4 \text{ Ом}</math>; <math>R_3=R_4=2 \text{ Ом}</math>; <math>E=10 \text{ В}</math>, определить <math>I_4</math>. Варианты ответа: а) 1 А; б) 0,5 А; в) 1,5 А; г) 1,25 А.</p>	
<p>3. В схеме, имеющей параметры: <math>R_1=5 \text{ Ом}</math>; <math>R_2=4 \text{ Ом}</math>; <math>R_3=R_4=2 \text{ Ом}</math>; <math>I_4=1 \text{ А}</math>, определить <math>E</math>. Варианты ответа: а) 20 В; б) 15 В; в) 10 В; г) 25 В.</p>	

4. Определить ток в фазе В при следующих параметрах схемы:

$U_{\phi}=127 \text{ В}; Z_b=Z_c=100 \text{ Ом}.$

Варианты ответа:

- а)  $-0,635+j1,092 \text{ А};$
- б)  $0,635-j1,092 \text{ А};$
- в)  $-1,635+j0,092 \text{ А};$
- г)  $1,635-j0,092 \text{ А}.$



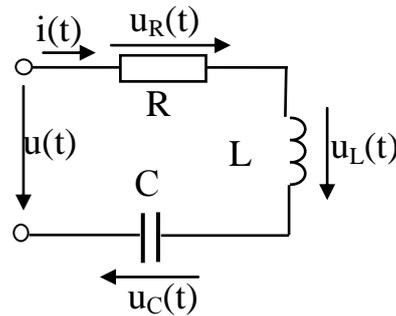
5. Определить напряжение на зажимах цепи.

Данные для расчета:

$i(t)=2\sin 314t; R=100 \text{ Ом}; L=0,5 \text{ Гн}; C=500 \text{ мкФ}.$

Варианты ответа:

- а) 256 В;
- б) 156 В;
- в) 276 В;
- г) 125 В.



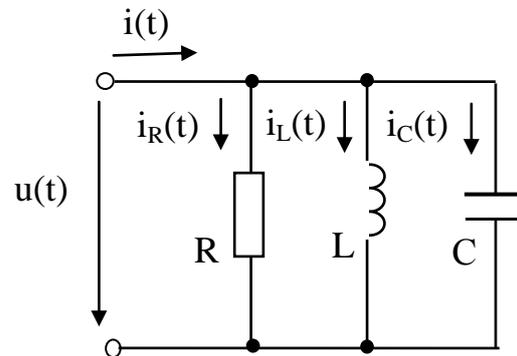
6. Определить токи в ветвях цепи

Данные для расчета:

$u(t)=2\sin 314t; R=100 \text{ Ом}; L=0,5 \text{ Гн}; C=500 \text{ мкФ}.$

Варианты ответа:

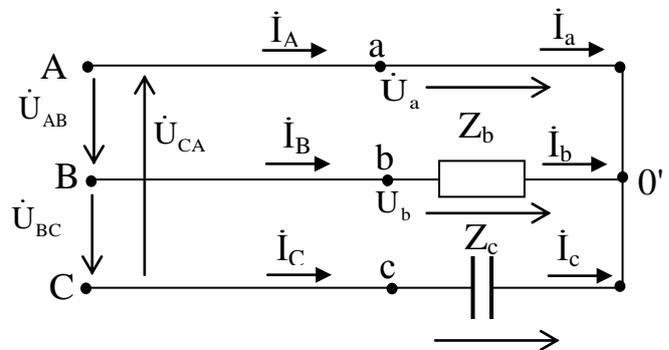
- а)  $2,02- j1,88 \text{ В};$
- б)  $-2,02+ j1,88 \text{ В В};$
- в)  $1,02- j2,88 \text{ В};$
- г)  $-1,02+ j2,88 \text{ В}.$



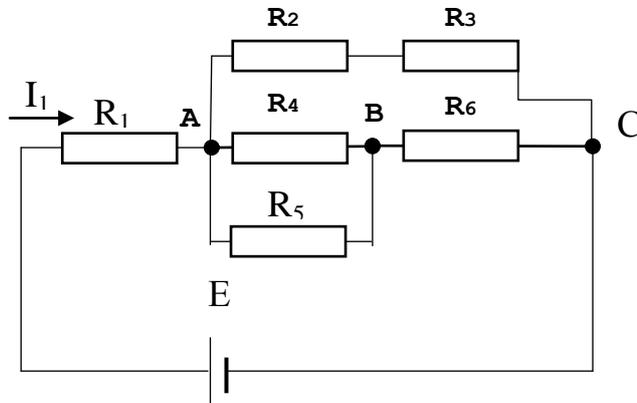
7. Найти потенциал точки 0', если  $U_{\phi}=220 \text{ В}, Z_b=Z_c=100 \text{ Ом}.$

Варианты ответа:

- а) 220 В;
- б) 120 В;
- в) 210 В;
- г) 125 В.



8. В цепи со смешанным соединением сопротивлений  $I_1 = 5 \text{ A}$ ,  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = R_5 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 1 \text{ Ом}$ ,  $U_6 = U_{BC} = 20 \text{ В}$ .  
Найти ЭДС  $E$  цепи.



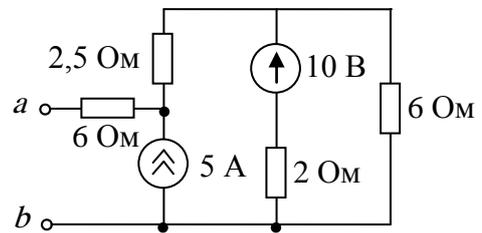
Варианты ответа:

- а) 112,5 В;
- б) 120 В;
- в) 120,5 В;
- г) 112 В.

9. Определить сопротивление цепи между зажимами  $a$  и  $b$ .

Варианты ответа:

- а) 4 Ом;
- б) 8 Ом;
- в) 10 Ом;
- г) 5 Ом.

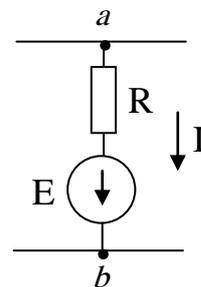


10. Определить значение тока в цепи:

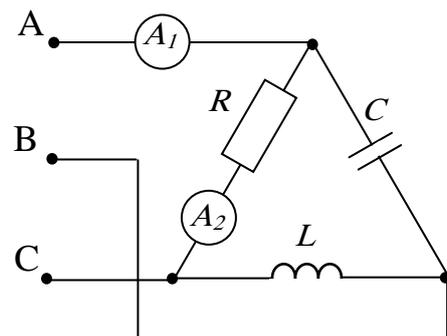
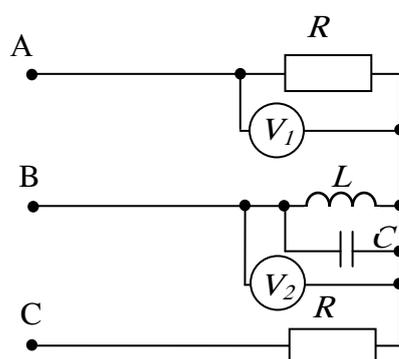
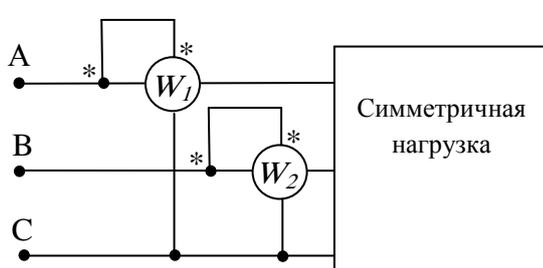
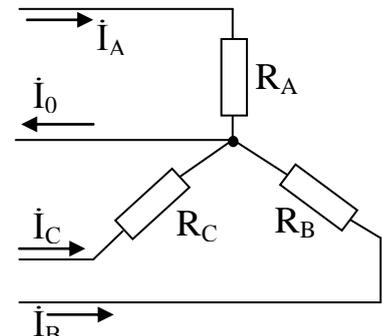
$E = 10 \text{ В}$ ;  $R = 10 \text{ Ом}$ .

Варианты ответа:

- а) 2 А;
- б) 5 А;
- в) -1 А;
- г) -2 А.



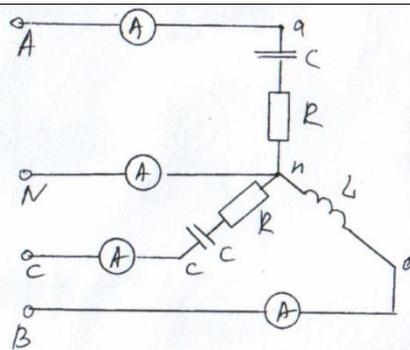
### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

<p>1. Дано <math>U_\phi = U_{\text{л}} = 220 \text{ В}</math>, <math>R = \omega L = 1/\omega C = 11 \text{ Ом}</math>.          Определить показания приборов.          Варианты ответов:          а) 10,36 А; 20 А          б) 34,6 А; 20 А          в) 20А; 20 А</p>	
<p>3. Определить показания вольтметров, если <math>U_{\text{л}} = 380 \text{ В}</math>, <math>R = \omega L = 1/\omega C = 76 \text{ Ом}</math>.</p> <p>Варианты ответов:          а) 190 В; 330 В          б) 220 В; 220 В          в) 220 В; 380 В</p>	
<p>4. Трехфазный генератор работает на симметричную нагрузку, соединенную звездой. Полное сопротивление фазы <math>Z = 100 \text{ Ом}</math> при индуктивном <math>\cos\varphi = 0,8</math>, <math>U_{\text{л}} = 380 \text{ В}</math>. Определить мощность цепи.          Варианты ответов:          а) 1158,5 Вт          б) 1452 Вт</p>	
<p>5. Дано: <math>U_\phi = 220 \text{ В}</math>, <math>R_A = R_B = R_C = 50 \text{ Ом}</math>.          Найти ток в нулевом проводе.          Варианты ответов:          а) 0 А          б) 1 А          в) 0,5 А</p>	

6. Несимметрична трехфазная нагрузка, соединенная «звездой», включена на симметричное линейное напряжение  $U_{\text{л}}=380$  В. Определить показания амперметра в фазе В при  $X_L=220$  Ом.

Варианты ответов:

- а) 1 А
- б) 1,5 А
- в) 0,5 А



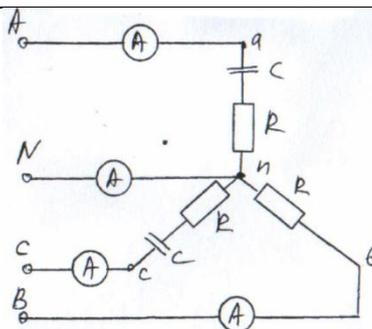
7. Несимметрична трехфазная нагрузка, соединенная «звездой», включена на симметричное линейное напряжение  $U_{\text{л}}=380$  В. Определить показания амперметра в фазе А.

Параметры элементов схемы следующие:

$$R=100 \text{ Ом}, C=80 \text{ мкФ}.$$

Варианты ответов:

- а) 1,56 А
- б) 1,2 А
- в) 0,5 А



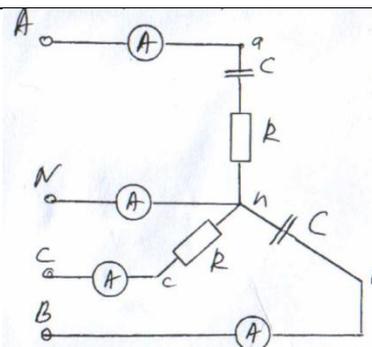
8. Несимметрична трехфазная нагрузка, соединенная «звездой», включена на симметричное линейное напряжение  $U_{\text{л}}=380$  В. Определить комплексное значение тока в фазе В.

Параметры элементов схемы следующие:

$$R=100 \text{ Ом}, C=80 \text{ мкФ}.$$

Варианты ответов:

- а)  $4,75 - j1,57$  А
- б)  $-4,75 + j1,57$  А
- в)  $1,57 + 4,75$  А



9. Определить скорость идеального холостого хода для двигателя со следующими параметрами:

Тип двигателя	$N_{\text{д}}$ , Вт	$\omega_{\text{д ном}}$ , рад/с	$J_{\text{д}}$ , кг·м <sup>2</sup> $\times 10^{-6}$	$I_{\text{д ном}}$ , А	$R_{\text{я}}$ , Ом
ДПР-32 Н1-01	1.9	942	0.2	0.14	37
$U_{\text{д ном}} = 27\text{В}$					

Варианты ответов:

- а) 1097 рад/с
- б) 1000 рад/с
- в) 900 об/мин

10. Определить ток короткого замыкания для двигателя со следующими параметрами:

Тип двигателя	$N_D$ , Вт	$\omega_{D\text{ ном}}$ , рад/с	$J_D$ , кг·м <sup>2</sup> $\times 10^{-6}$	$I_{D\text{ ном}}$ , А	$R_{\Sigma}$ , Ом
ДПР-42 Н1-01	4.7	942	0.57	0.29	13
$U_{D\text{ ном}} = 27\text{В}$					

Варианты ответов:

- а) 2,07 А
- б) 1,05 А
- в) 2, 5 А

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

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.

### 7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

*(Например: 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-3. , ОПК-6.	Тест, защита лабораторных работ
2	Трехфазные электрические цепи	ОПК-3. , ОПК-6.	Тест, защита лабораторных работ
3	Нелинейные электрические и магнитные цепи	ОПК-3. , ОПК-6.	Тест, защита лабораторных работ
4	Трансформаторы. Электрические машины	ОПК-3. , ОПК-6.	Тест, защита лабораторных работ
5	Основы электропривода	ОПК-3. , ОПК-6.	Тест, защита лабораторных работ
6	Электрические аппараты и схемы управления. Основы электроснабжения	ОПК-3. , ОПК-6.	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 / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. М.: Высш. шк., 2000. 315 с.

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

3. Задания и методические указания к выполнению расчетно-графических работ № 1-3 по курсу «Электротехника и электроника» для студентов специальности 140104 «Промышленная теплоэнергетика» очной формы обучения./ Кафедра электротехники; Сост.: Т.В. Попова, Т.Л. Сазонова, О.А. Киселева.- Воронеж: ГОУВПО ВГТУ, 2009.-30 с.

4. Попова Т.В. Электрические цепи, электромеханические и электронные устройства: лабораторный практикум: учебное пособие/ Т.В. Попова, Д.А. Тонн. Воронеж; ФГБОУ ВПО ВГТУ, 2012, 179 с.

5. 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**

1. LibreOffice;
2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;

7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

### **Отечественное ПО**

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».
2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».
3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

### **Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

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

Образовательный портал ВГТУ

### **Информационная справочная система**

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

1. Электротехника. Сайт об электротехнике  
Адрес ресурса: <https://electrono.ru>
2. Электротехнический портал  
<http://электротехнический-портал.рф/>
3. Силовая электроника для любителей и профессионалов  
Адрес ресурса: <http://www.multikonelectronics.com/>
4. Netelectro  
Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.  
Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления  
Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>
5. 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/>
6. Электромеханика  
Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>
7. Electrical 4U  
Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы»,

«Электротехника», «Справочник»

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

8. All about circuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

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

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертежи.ru

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

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektrospets.ru/index.php>

13. Библиотека WWER

Адрес ресурса: <http://lib.wwer.ru>

14. Единая система конструкторской документации.

Адрес ресурса: [https://](https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii)

[standartgost.ru/0/2871-edinaya\\_sistema\\_konstruktorskoy\\_dokumentatsii](https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii)

## **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 лабораторные работы.

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

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,

	<p>обобщения; помечать 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.</p>
Лабораторная работа	<p>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.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--