

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем  
управления



/Бурковский А.В./

22.03.2024 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 6 м. / 4 года и 11 м.

**Форма обучения** очная / очно-заочная / заочная

**Год начала подготовки** 2024

Автор программы \_\_\_\_\_ В.А. Трубецкой

Заведующий кафедрой  
Электропривода,  
автоматики и управления в  
технических системах \_\_\_\_\_ В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ С.В. Дахин

Воронеж 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Теоретически и практически подготовить будущих специалистов по методам анализа и расчета электрических и магнитных цепей, научить студентов основам расчета и выбора элементов электропривода для систем теплогазоснабжения

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов электротехнической терминологии, знания законов получения, преобразования и управления потоком электроэнергии

## 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; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей
	уметь рассчитывать цепи постоянного тока, однофазные и трехфазные цепи переменного тока, асинхронные и синхронные машины, простейшие электронные усилители
	владеть методиками проектирования и расчета цепей постоянного и переменного тока, электрических машин, трансформаторов
ОПК-6	знать принцип работы измерительных приборов
	уметь пользоваться измерительными приборами при исследовании электрических и магнитных цепей
	владеть методами измерения электрических и неэлектрических величин типовыми приборами

#### 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

##### очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32	32
В том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	76	76
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	Электрические цепи и их основные элементы. Методы расчета цепей постоянного тока	4	6	8	18
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Электрические цепи переменного синусоидального тока. Электрические цепи с идеальными элементами: резистором, катушкой индуктивности, конденсатором	4	6	8	18
3	Трехфазные электрические цепи	Симметричная трехфазная система ЭДС. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки фаз «звездой» и «треугольником».	4	6	8	18
4	Нелинейные электрические и магнитные цепи	Общая характеристика нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов в цепи постоянного тока. Графо-аналитический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока. Линейные и нелинейные магнитные цепи постоянного тока. Назначение и классификация магнитных цепей. Примеры магнитных цепей. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.	2	6	10	18
5	Трансформаторы Электрические машины	Назначение и область применения. Устройство и принцип действия, характеристики. Схемы замещения трансформатора. Режимы работы трансформаторов. Основные элементы конструкции машин постоянного тока. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Устройство и принцип действия асинхронных двигателей. Получение вращающегося магнитного поля. Устройство и принцип действия синхронных машин.	2	6	10	18
6	Основы электропривода	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
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

#### очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Линейные электрические цепи постоянного тока	Электрические цепи и их основные элементы. Методы расчета цепей постоянного тока	4	4	12	20
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Электрические цепи переменного синусоидального тока. Электрические цепи с идеальными элементами: резистором, катушкой индуктивности, конденсатором	4	4	12	20
3	Трехфазные электрические цепи	Симметричная трехфазная система ЭДС. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки фаз «звездой» и «треугольником».	2	2	12	16
4	Нелинейные электрические и магнитные цепи	Общая характеристика нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов в цепи постоянного тока. Графо-аналитический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока. Линейные и нелинейные магнитные цепи постоянного тока. Назначение и классификация магнитных цепей. Примеры	2	2	12	16

		магнитных цепей. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.				
5	Трансформаторы Электрические машины	Назначение и область применения. Устройство и принцип действия, характеристики. Схемы замещения трансформатора. Режимы работы трансформаторов. Основные элементы конструкции машин постоянного тока. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Устройство и принцип действия асинхронных двигателей. Получение вращающегося магнитного поля. Устройство и принцип действия синхронных машин.	2	2	14	18
6	Основы электропривода	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	2	14	18
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>76</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	Электрические цепи и их основные элементы. Методы расчета цепей постоянного тока	2	2	14	18
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Электрические цепи переменного синусоидального тока. Электрические цепи с идеальными элементами: резистором, катушкой индуктивности, конденсатором	2	2	16	20
3	Трехфазные электрические цепи	Симметричная трехфазная система ЭДС. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки фаз «звездой» и «треугольником».	-	2	16	18
4	Нелинейные электрические и магнитные цепи	Общая характеристика нелинейных цепей. Классификация нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов в цепи постоянного тока. Графо-аналитический метод расчета нелинейных цепей постоянного тока. Линейные и нелинейные магнитные цепи постоянного тока. Назначение и классификация магнитных цепей. Примеры магнитных цепей. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.	-	-	16	16
5	Трансформаторы Электрические машины	Назначение и область применения. Устройство и принцип действия, характеристики. Схемы замещения трансформатора. Режимы работы трансформаторов. Основные элементы конструкции машин постоянного тока. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Устройство и принцип действия асинхронных двигателей. Получение вращающегося магнитного поля. Устройство и принцип действия синхронных машин.	-	-	16	16
6	Основы электропривода	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
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>94</b>	<b>104</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование цепей постоянного тока.
2. Исследование цепей однофазного синусоидального тока.
3. Исследование трёхфазных электрических цепей.
4. Исследование однофазного трансформатора.
5. Исследование однофазного трансформатора.
6. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

## 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; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассчитывать цепи постоянного тока, однофазные и трехфазные цепи переменного тока, асинхронные и синхронные	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	машины, простейшие электронные усилители			
	владеть методиками проектирования и расчета цепей постоянного и переменного тока, электрических машин, трансформаторов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-6	знать принцип работы измерительных приборов	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться измерительными приборами при исследовании электрических и магнитных цепей	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами измерения электрических и неэлектрических величин типовыми приборами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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, 3 семестре для очно-заочной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

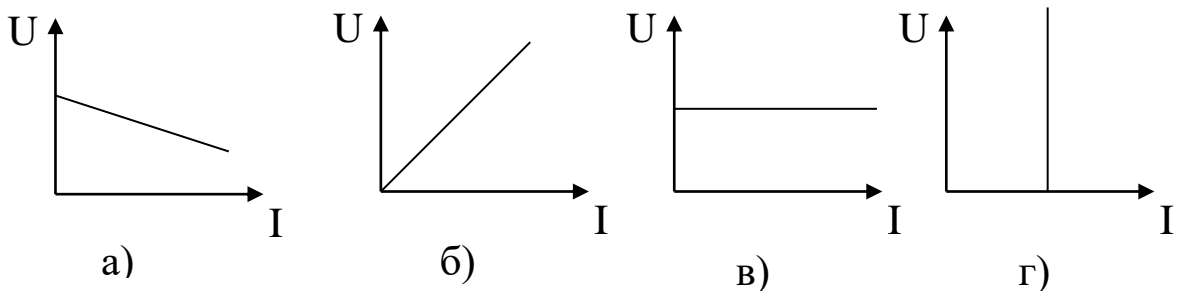
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	знать электротехническую терминологию и символику; основные величины, характеризующие электрические и магнитные цепи и поля и единицы их измерения; основные физические законы и теоретические положения электротехники; основные свойства и методы расчета электрических и магнитных цепей	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%
	уметь рассчитывать цепи постоянного тока, однофазные и трехфазные цепи переменного тока,	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

	асинхронные и синхронные машины, простейшие электронные усилители			
	владеть методиками проектирования и расчета цепей постоянного и переменного тока, электрических машин, трансформаторов	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
ОПК-6	знать принцип работы измерительных приборов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%
	уметь пользоваться измерительными приборами при исследовании электрических и магнитных цепей	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
	владеть методами измерения электрических и неэлектрических величин типовыми приборами	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

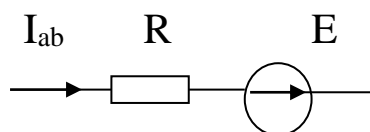
## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 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.

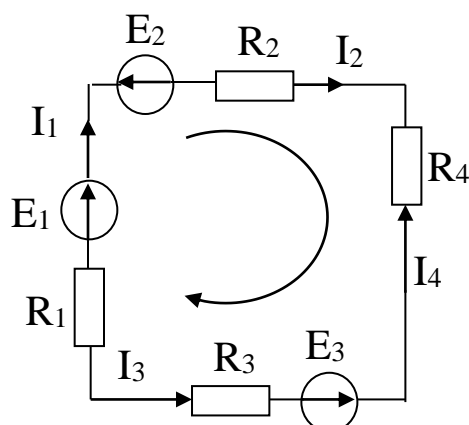
4. Количество уравнений в методе контурных токов равно количеству ... контуров.

- 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:

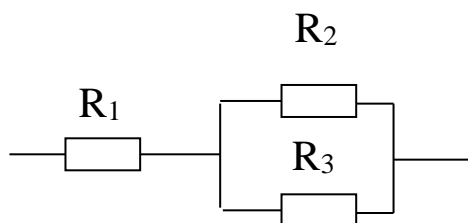


- а)  $E_1+E_2+E_3=I_1R_1+ I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$ ;
- б)  $-E_1+E_2+E_3=-I_1R_1- I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$ ;
- в)  $E_1-E_2-E_3=I_1R_1+ I_2R_2- I_3R_3- I_4R_4$ ;
- г)  $E_1+E_2+E_3=-I_1R_1- I_2R_2+ I_3R_3- I_4R_4$ ;
- д)  $-E_1-E_2-E_3=I_1R_1+ I_2R_2+ I_3R_3+ I_4R_4$

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)  $R_{\text{ЭКВ}} = R_2+ (R_1R_3)/( R_1+R_3)$ ;
- д)  $R_{\text{ЭКВ}} = R_3+ (R_2R_1)/( R_1+R_2)$ .

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)  $I = \frac{I_m}{\sqrt{3}}$ .

11. Полное сопротивление участка с последовательным соединением элементов R, L, C:

а)  $Z = R + \omega L + \frac{1}{\omega C}$ , б)  $Z = R + \omega L - \frac{1}{\omega C}$ ,

в)  $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L + \frac{1}{\omega C})^2}$ , г)  $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$

12. Мощности в цепи синусоидального тока связаны между собой соотношением:

а)  $S = P + Q$ , б)  $S^2 = P^2 + Q^2$ ,

в)  $S + P + Q = 0$ , г)  $S = P - Q$ .

13. Мгновенное значение напряжения на индуктивности можно рассчитать по формуле:

а)  $u_L = i / X_L$ ; б)  $u_L = L \cdot \int i dt$ , в)  $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$ , г)  $u_L = L \cdot \frac{d\hat{O}}{dt}$ .

14. Соединение, при котором концы фаз соединяются в нулевой точке, называется ...

- а) треугольником;
- б) звездой;
- в) смешанным соединением.

15. Соединение, при котором фазы образуют замкнутый контур, называется ...

- а) треугольником;
- б) звездой;

в) смешанным соединением.

16. Напряжение смещения нейтрали возникает:

- а) в схеме «звезда без нулевого провода» при симметричной нагрузке;
- б) в схеме «треугольник» при несимметричной нагрузке;
- в) в схеме «звезда с нулевым проводом» при симметричной нагрузке;
- г) в схеме «звезда без нулевого провода» при несимметричной нагрузке.

17. В симметричном режиме активная мощность трехфазной цепи определяется выражением:

а)  $P = 3U_{\text{л}}I_{\text{л}}\cos\varphi$ ,      б)  $P = \sqrt{3}U_{\text{л}}I_{\text{л}}\cos\varphi$ ,

в)  $P = \sqrt{3}U_{\text{ф}}I_{\text{ф}}\cos\varphi$ ,      г)  $P = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}}I_{\text{л}}\cos\varphi$ .

18. В симметричном режиме реактивная мощность трехфазной цепи определяется выражением:

а)  $Q = 3U_{\text{л}}I_{\text{л}}\sin\varphi$ ,      б)  $Q = \sqrt{3}U_{\text{л}}I_{\text{л}}\sin\varphi$ ,

в)  $Q = \sqrt{3}U_{\text{ф}}I_{\text{ф}}\sin\varphi$ ,      г)  $Q = \frac{I_{\text{л}}}{\sqrt{3}}U_{\text{л}}\cos\varphi$ .

19. В симметричном режиме полная мощность трехфазной цепи определяется выражением:

а)  $S = 3U_{\text{л}}I_{\text{л}}$ ,      б)  $S = \sqrt{3}U_{\text{л}}I_{\text{л}}$ ,

в)  $S = \sqrt{3}U_{\text{ф}}I_{\text{ф}}$ ,      г)  $S = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}}I_{\text{л}}$ .

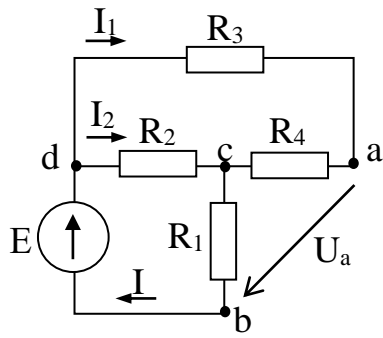
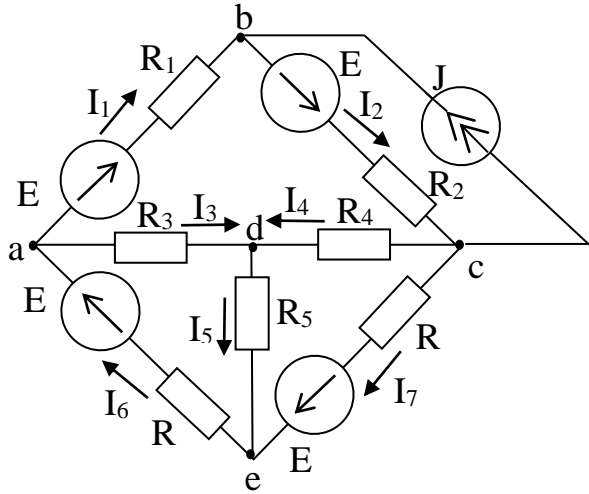
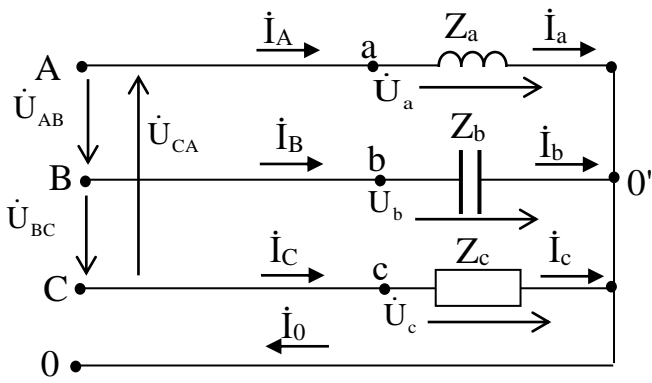
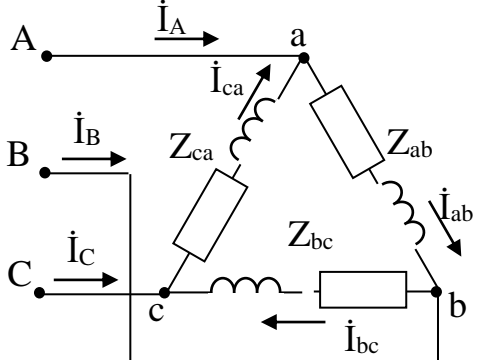
20. Чему равно внутреннее сопротивление идеального вольтметра и как он включается в электрическую цепь?

- а) 0, параллельно;
- б)  $\infty$ , параллельно;
- в) 0, последовательно;
- г)  $\infty$ , последовательно.

21. Чему равно сопротивление идеального амперметра и как он включается в электрическую цепь?

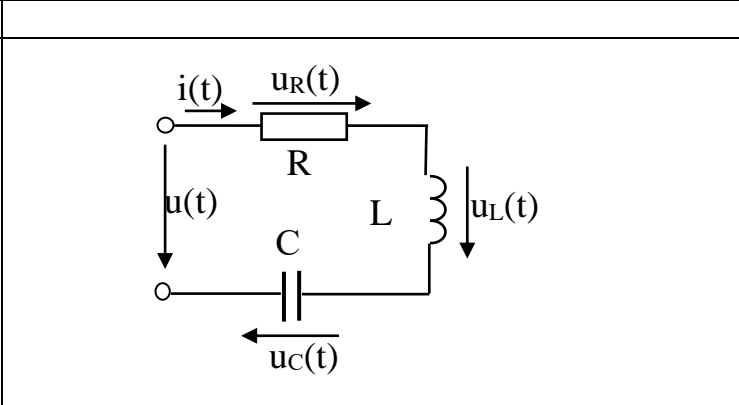
- а) 0, параллельно;
- б)  $\infty$ , параллельно;
- в) 0, последовательно;
- г)  $\infty$ , последовательно.

### 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>.</p>	
<p>2. Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для определения токов в ветвях схемы рисунке и записать ее в матричной форме.</p>	
<p>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 <math>U_{л}=220 \text{ В}</math>, сопротивления фаз нагрузки: <math>Z_a = jX_L = j100 \text{ Ом}</math>, <math>Z_b = -jX_C = -j100 \text{ Ом}</math>, <math>Z_c = R = 100 \text{ Ом}</math>. Построить топографическую диаграмму, совмещенную с векторной диаграммой токов.</p>	
<p>4. Рассчитать линейные и фазные токи и напряжения приемников. Построить топографические диаграммы, совмещенные с векторными диаграммами токов. Данные для расчета: <math>U_{л}=220 \text{ В}</math>; <math>R=X=100 \text{ Ом}</math>.</p>	

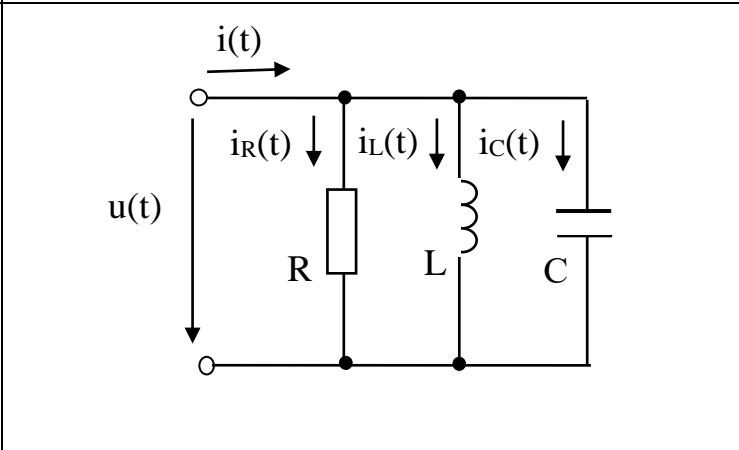
5. Определить напряжение на зажимах цепи.

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



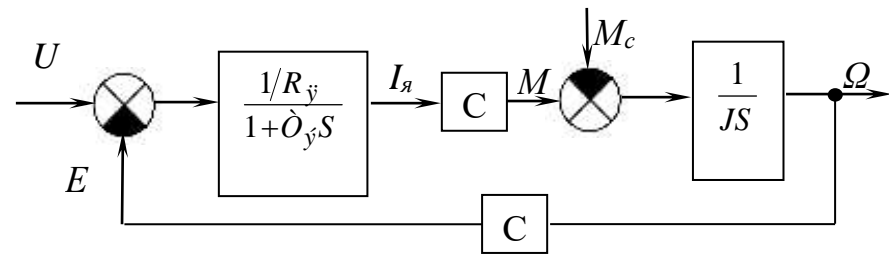
6. Определить токи в ветвях цепи

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



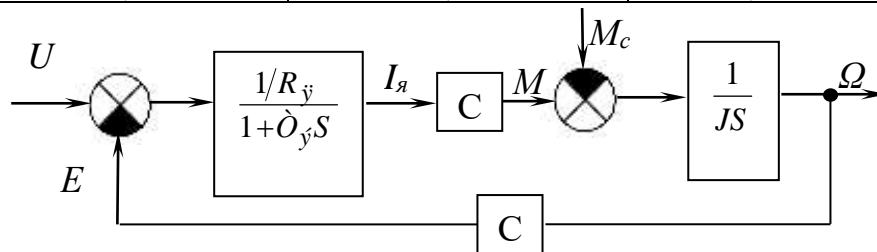
7. Определить установившуюся скорость двигателя при заданных параметрах:

Параметры двигателя				Режимы работы двигателя	
момент инерции $J_{\dot{a}}$ , Н·м·с <sup>2</sup>	электромагнитная постоянная времени $\dot{O}_{\dot{y}}$ , с	сопротивление якоря $R_{\dot{y}}$ , Ом	коэффициент противоэдс $C$ , В·с/рад	включения сброса (наброса) нагрузки	торможение
$5 \cdot 10^{-5}$	0,02	0,05	0,2	пуск, сброс нагрузки	противовключение



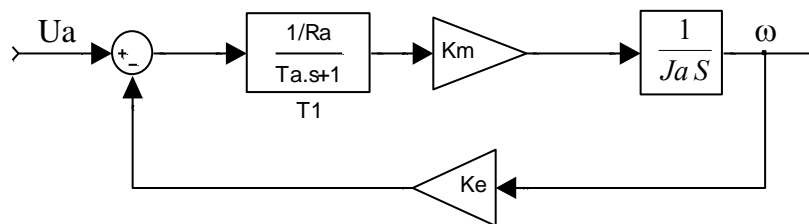
8. Определить установившееся значение электромагнитного момента двигателя

Параметры двигателя				Момент нагрузки $M_c, \text{Н}$
момент инерции и $J\ddot{a}, \text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$	электромагнитная постоянная времени $\dot{O}_{y\dot{y}}, \text{с}$	сопротивление якоря $R_{y\dot{y}}, \text{Ом}$	коэффициент противоэдс $C, \text{В}\cdot\text{с}/\text{рад}$	
$4\cdot 10^{-5}$	0,01	0,08	0,25	2

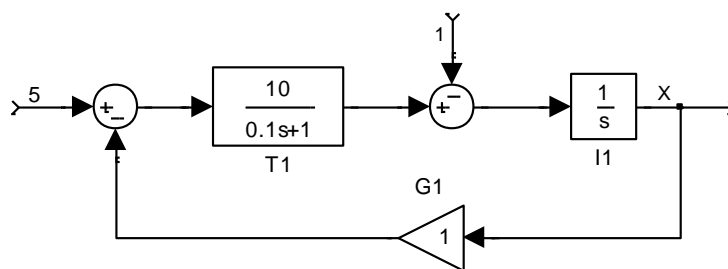


9. Для приведенной структуры ДПТ при увеличении момента инерции  $J_a$  установившееся значение скорости  $\omega$ :

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) останется неизменным



10. В установившемся режиме найти выходную величину блока П1 (X) для приведенной структуры:



### 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 n, 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 системы теплоснабжения предприятия	1460	380	АЭП ПЧПЗПТ	f, U	У4	1
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 <sub>в</sub>	У2	1
04	Воздушный нагнетатель подачи воздуха в топку котла	1500	380	ЭППТ ТПНТМС	U <sub>d</sub>	ХЛ4	1
05	Насос подпитки системы теплоснабжения предприятия	2880	380	НАЭП	повтор. включ.	У4	1
06	Насос системы охлаждения теплоносителя ТЭЦ	960	380	НАЭП	задвигками	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 <sub>в</sub>	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	задвигками	ХЛ4	1
11	Вентилятор вытяжной вентиляции электросварочного цеха	2860	380	АЭП ПЧПЗПТ	f, U	У2	3
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	переключение м 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	Р, кВт	0	1,6	0,9	0,6	0	0	1,6	0,9	0,5	0			
14	М, Нм	0	994	994	994	497	435	352	352	512	512	384		
15	I, А	0	330	330	330	51,8	0	0	330	330	330	51,8	0	
16	I, А	0	143	143	24,3	16,9	0	0	143	143	26,5	18,2	0	
17	Р, кВт	0	346	346	346	220	0	0						

Таблица 3

№ вар.	Интервалы времени t, с											
	t <sub>1</sub> /t <sub>12</sub>	t <sub>2</sub> /t <sub>23</sub>	t <sub>3</sub> /t <sub>34</sub>	t <sub>4</sub> /t <sub>45</sub>	t <sub>5</sub> /t <sub>56</sub>	t <sub>6</sub> /t <sub>67</sub>	t <sub>7</sub> /t <sub>78</sub>	t <sub>8</sub> /t <sub>89</sub>	t <sub>9</sub> /t <sub>910</sub>	t <sub>10</sub> /t <sub>1011</sub>	t <sub>11</sub> /t <sub>1112</sub>	t <sub>12</sub> /t <sub>13</sub>
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/-	368/4 65
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

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. 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.
12. Цепи с элементами R, L, C. Последовательное и параллельное соединение элементов R, L, C.
13. Мощность в цепи переменного тока. Понятие о комплексной мощности. Коэффициент мощности и способы его увеличения. Баланс мощности в цепи переменного тока.
14. Симметричная трехфазная система ЭДС. Принцип получения и изображение в виде временных диаграмм и на комплексной плоскости.
15. 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»).
16. Расчет трехфазных цепей при соединении нагрузки «звездой» и «треугольником»: симметричная и несимметричная нагрузка.
17. Расчет мощности в трехфазных цепях.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. Аналогия между электрическими и магнитными цепями. Закон полного тока.
  22. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.
  23. Стабилизация напряжения и тока.
  24. 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**

*Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу.*

*1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент не ответил хотя бы на один вопрос.*

*2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент ответил на все вопросы и решил задачу.*

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Линейные электрические цепи постоянного тока	ОПК-3 , ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	ОПК-3 , ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Трехфазные электрические цепи	ОПК-3 , ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования

			к курсовому проекту....
4	Нелинейные электрические и магнитные цепи	ОПК-3 , ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Трансформаторы Электрические машины	ОПК-3 , ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Основы электропривода	ОПК-3 , ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **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**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания
1	Касаткин А.С.	Касаткин А.С. Электротехника / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. М.: Высш. шк., 2000. 315 с.	2000, печ
2	Т.В. Попова В.А. Трубецкой	Электроприводы электромеханических систем в теплоэнергетике: курсовое проектирование: учебное пособие/ Т.В. Попова, В.А. Трубецкой. Воронеж; ФГБОУ ВПО ВГТУ, 2013, 129 с.	2013, печ
3	Т.В. Попова Д.А. Тонн	Попова Т.В. Электрические цепи, электромеханические и электронные устройства: лабораторный практикум: учебное пособие/ Т.В.	2012, печ.

		Попова, Д.А. Тонн. Воронеж; ФГБОУ ВПО ВГТУ, 2012, 179 с.	
4	Герасимов В.Г.	Электротехника / под ред. В.Г. Герасимова. М.: Высш. шк., 1985. 443 с.	1985, печ.
5	Герасимов В.Г.	Основы промышленной электроники / под ред. В.Г. Герасимова. М.: Высш. шк., 1986. 335 с.	1986, печ.
6	Герасимов В.Г.	Сборник задач по электротехнике и электронике/ под ред. В.Г. Герасимова. М.: Высш. шк., 1987. 236 с.	1987, печ.
7	Герасимов В.Г.	Электротехнический справочник. В 4т. / под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – М.: Изд. МЭИ, 1998.	1998, печ.
8	Копылов И.П.	Справочник по электрическим машинам / под ред. И.П. Копылова, Б.К. Клюкова. В 2т. – М.: Энергоатомиздат, 1989.	1989, печ.
9	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.	2005 печ.
10	Т.В. Попова, Т.Л. Сазонова, О.А. Киселева	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.	2009, печ.

**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:**

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

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены [в](#) электронной образовательной среде.

## **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, 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.
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 усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <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	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.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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