

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета В.А. Небольсин

«30» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

**«Электротехника»**

**Направление подготовки 16.03.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

**Профиль Физическая электроника**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2017**

Автор программы

Женя /Ген Ж.А./

/Заведующий кафедрой  
Электропривода, автома-  
тики и управления в техни-  
ческих системах

Бурковский В.Л. /Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

Калинин Ю.Е. /Калинин Ю.Е./

Воронеж 2017

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Формирования у студентов способности проводить вычисления и экспериментальные исследования электротехнической аппаратуры и электронных устройств с помощью измерительных приборов

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Познакомить с электротехнической терминологией и символикой, дать основные явления и законы электрических и магнитных цепей, методы их расчета, сформировать представление о принципах составления, моделирования и анализа электрических и магнитных цепей с помощью современных программных средств, привить практические навыки расчета электрических цепей, основных характеристик электротехнических устройств.

Сформировать представление об устройстве, принципе работы, характеристиках трансформаторов, электрических машин и электроизмерительных приборов, познакомить с правилами обеспечения безопасной работы на электроустановках.

Дать принципы измерения электрических и неэлектрических величин, привить практические навыки по выбору приборов для целей измерения, составления схем их включения, работы с электротехнической аппаратурой, умения планировать эксперимент, обрабатывать его результаты с использованием современных методов, оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований, сформировать основы научного мышления.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

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

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

ДПК-2 - готовностью учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-1 - способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-8 - способностью самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ДПК-2	Знать основные приемы, необходимые для решения профессиональных задач в области выбранного профиля
	Уметь применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения профессиональных дисциплин выбранного профиля, определять необходимость привлечения дополнительных знаний для решения профессиональных задач
	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной литературой, навыками решения базовых задач
ОПК-1	знать основные понятия и законы электрических цепей, электромагнитного поля, границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах
	уметь применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной при расчете электрических цепей, теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений при расчете установившихся и переходных процессов в электрических цепях, численных методов при расчете электрических цепей и электромагнитных полей
	владеть методами анализа цепей постоянных и переменных токов во временной и частотной областях, методами аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, а также комплексным методом расчета.
ОПК-8	знать методами исследования, способы построения, принципы действия устройств электротехники, физические процессы, протекающие в них
	уметь проводить сборку электрической цепи, измерения электрических величин, снятие основных характеристик, самостоятельно осваивать аппаратуру при проведении лабораторных работ
	владеть навыками работы с измерительными приборами и эксплуатации электротехнической аппаратурой

#### 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
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
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	Элементы электрической цепи и их классификация. Величины электрической цепи - электрический ток, напряжение, ЭДС. Параметры электрической цепи: электрическое сопротивление, электрическая проводимость, электрическая емкость, индуктивность, взаимная индуктивность. Схемы электрических цепей: принципиальная, монтажная, расчетная схема замещения. Топологические понятия теории электрических цепей: ветвь, узел, контур, двухполюсник, четырехполюсник. Источники и приемники электрической энергии постоянного тока, их характеристики и схемы замещения. Закон Ома для пассивного и активного участка электрической цепи. Применение законов Кирхгофа для анализа электрических цепей постоянного тока. Режимы работы источников постоянного тока. Анализ разветвленных электрических цепей постоянного тока с одним источником. Анализ разветвленной электрических цепей с несколькими источниками в установившемся режиме: метод Кирхгофа, метод междуузлового напряжения. Энергетический баланс. Потенциальная диаграмма. Эквивалентные преобразования пассивных участков электрических цепей: последовательное, параллельное и смешанное соединения приемников электрической энергии. Применение программы Mathcad для расчета цепей постоянного тока.	4	4	12	20
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	Понятие о гармонических токах и напряжениях. Частота, начальная фаза. Амплитудные, средние и действующие значения синусои-	4	4	16	24

		дальных электрических величин. Изображения их мгновенных значений с помощью волновых диаграмм, аналитических выражений. Замена синусоидальных электрических величин комплексными числами. Векторные диаграммы. Законы Кирхгофа для мгновенных значений. Сложение и вычитание синусоидальных электрических величин: по мгновенным значениям; с помощью векторных диаграмм, с помощью комплексных чисел. Идеальные резистивный, индуктивный, емкостной элементы в цепи переменного синусоидального тока. Энергетические процессы в цепях синусоидального тока. Мгновенная, активная, и реактивная мощности приемников. Комплексные уравнения электрического состояния цепи. Расчет комплексным методом неразветвленной электрической цепи синусоидального тока. Векторные диаграммы токов и напряжений. Треугольники напряжений, сопротивлений. Фазовые соотношения, резонанс напряжений. Полная мощность. Баланс мощностей. Параллельное соединение элементов в цепи синусоидального тока. Треугольник проводимостей и токов. Явление резонанса токов. Применение программы Mathcad для расчета цепей переменного тока.				
3	Трехфазные цепи	Достоинства трехфазных цепей. Получение симметричной системы ЭДС с помощью трехфазного генератора. Способы ее изображения. Соединение обмоток трехфазного генератора звездой и треугольником. Фазные и линейные напряжения. Шкала напряжений трехфазной цепи. Виды нагрузки трехфазной сети. Способы включения приемников энергии в трехфазную цепь. <u>Самостоятельное изучение.</u> Расчет симметричных и несимметричных трехфазных систем. Неполнофазные режимы трехфазной цепи. Мощность трехфазной цепи. Переключение нагрузки со звезды на треугольник и наоборот.	2	4	8	14
4	Анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами	Основные понятия и вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Статическое и динамическое сопротивление. Анализ электрической цепи постоянного тока с нелинейными элементами методом пересечения характеристик. Замена нелинейного элемента эквивалентным линейным резистором и ЭДС. Нелинейные элементы в электрической цепи переменного тока как генераторы высших гармоник тока и напряжения. <u>Самостоятельное изучение.</u> Применение метода активного двухполюсника для расчета электрических величин в цепях постоянного тока с нелинейными характеристиками.	1	-	4	5
5	Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях	Причины возникновения несинусоидальных токов и графики несинусоидальных токов. Выражение несинусоидальных токов и напряжений рядами Фурье, амплитудно-частотная и фазо-частотные спектры. Максимальные, действующие и средние значения несинусоидальных электрических величин. Мощность в цепи несинусоидального тока. Анализ линейных электрических цепей несинусоидального тока. <u>Самостоятельное изучение.</u> Показания измерительных приборов с различными системами измерительных механизмов в электрической цепи при несинусоидальных воздействиях.	1	-	3	4
6	Переходные процессы в линей-	Понятие о переходном процессе в электриче-	1	-	8	9

	ных электрических цепях	ской цепи. Причины возникновения и основные принципы анализа переходных процессов. Законы коммутации. Переходные процессы в цепях постоянного тока: разрядка конденсатора через резистор, отключение электрической цепи с индуктивной катушкой от источника электрической энергии. <u>Самостоятельное изучение.</u> Переходные процессы в цепях постоянного тока: зарядка конденсатора через резистор, подключение индуктивной катушки к источнику электрической энергии.				
7	Электромагнитные устройства и магнитные цепи	Типовые электромагнитные устройства и проявление основных законов электромагнетизма в них. Технические характеристики ферромагнитных материалов. Понятие магнитной цепи. Классификация магнитных цепей (однородная, неоднородная, неразветвленная, разветвленная, простая и сложная). Основные законы магнитных цепей. <u>Самостоятельное изучение.</u> Особенности работы магнитных цепей с переменной МДС. Потери в стали. Получение постоянного, пульсирующего и вращающегося магнитных полей.	1	-	3	4
8	Трансформаторы	Назначение и классификация трансформаторов. Устройство и принцип действия двухобмоточного трансформатора. Уравнения электрического состояния первичной и вторичной обмоток, коэффициент трансформации. Режимы работы трансформатора. Внешняя характеристика трансформатора. Рабочие характеристики трансформаторов. Энергетическая диаграмма. <u>Самостоятельное изучение.</u> Конструкция трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Трехфазные трансформаторы. Применение программы Mathcad для расчета внешней характеристики трансформатора.	1	4	4	9
9	Асинхронные машины	Электромеханические преобразователи, условия преобразования электрической энергии в механическую и обратное преобразование. Классификация электрических машин. Назначение и область применения асинхронных машин. Устройство асинхронной машины. Схемы подключения АД к сети. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: наведение ЭДС в обмотке ротора, силовое электромагнитное взаимодействие, скольжение, динамическое равновесие. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Механические и рабочие характеристики. <u>Самостоятельное изучение.</u> Паспортные данные асинхронного двигателя. Способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя: полюсное, частотное, реостатное. Пуск, торможение и реверс асинхронного двигателя. Применение программы Mathcad для расчета и построения механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя.	1	2	8	11
10	Синхронные машины	Назначение и область применения. Устройство трехфазной синхронной машины. Принцип действия синхронной машины в режиме генератора и в режиме двигателя. Электромагнитный момент и угловая характеристика машины. <u>Самостоятельное изучение.</u> Преимущества и недостатки синхронных машин.	1	-	2	3
11	Машины постоянного тока	Назначение и области применения машин	1	-	4	5

		постоянного тока. Устройство и принцип действия машины постоянного тока в генераторном и двигательном режимах. ЭДС якоря, электромагнитный момент. Причины искрения в щеточном контакте на коллекторе - коммутация, реакция якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока. Потери энергии и КПД. Рабочие характеристики. <u>Самостоятельное изучение.</u> Паспортные данные. Способы пуска двигателя постоянного тока: прямой, реостатный и при пониженном напряжении. Механические характеристики и способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока (реостатное, полное, якорное). Торможение двигателей постоянного тока: торможение с помощью механических тормозов и электрически.				
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование электрических цепей постоянного тока с помощью законов Ома и Кирхгофа.
2. Исследование приемников и режимов работы однофазных электрических цепей с последовательно соединенными приемниками при синусоидальных воздействиях. Резонанс напряжений.
3. Исследование трехфазных электрических цепей с симметричной и несимметричной нагрузкой при соединении фаз приемников звездой и треугольником.
4. Исследование режимов работы однофазного трансформатора.
5. Исследование режимов работы трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутой роторной обмоткой и получение его основных характеристик .

## 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
ДПК-2	Знать основные приемы, необходимые для решения профессиональных	Своевременное выполнение лабораторных работ. Активная работа лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	задач в области выбранного профиля			
	Уметь применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения профессиональных дисциплин выбранного профиля, определять необходимость привлечения дополнительных знаний для решения профессиональных задач	Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ, представление результатов экспериментальных исследований в виде технического отчета	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной литературой, навыками решения базовых задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ и их оформление, выполнение самостоятельной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-1	знать основные понятия и законы электрических цепей, электромагнитного поля, границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	Своевременное выполнение лабораторных работ. Активная работа лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной при расчете электрических цепей, теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений при расчете установившихся и переходных процессов в электрических цепях, численных методов при расчете электрических цепей и электромагнитных полей	Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ, представление результатов экспериментальных исследований в виде технического отчета	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами анализа цепей постоянных и переменных токов во временной и частотной областях,	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ и их оформление, выполнение самостоятельной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах



	методами аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, а так же комплексным методом расчета.			
ОПК-8	знать методами исследования, способы построения, принципы действия устройств электротехники, физические процессы, протекающие в них	Своевременное выполнение лабораторных работ. Активная работа лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить сборку электрической цепи, измерения электрических величин, снятие основных характеристик, самостоятельно осваивать аппаратуру при проведении лабораторных работ	Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ, представление результатов экспериментальных исследований в виде технического отчета	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы с измерительными приборами и эксплуатации электротехнической аппаратурой	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ и их оформление, выполнение самостоятельной работы	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 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ДПК-2	Знать основные приемы, необходимые для решения профессиональных задач в области выбранного профиля	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения профессиональных дисциплин выбранного профиля, определять необходимость привлечения дополнительных знаний для решения профессиональных задач	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной литературой, навыками решения базовых задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать основные понятия и законы электрических цепей, электромагнитного поля, границы их применимости, методы расчета и анализа электрических цепей в установившихся и переходных режимах	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной при расчете электрических цепей, теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений при расчете установившихся и переходных процессов в электрических цепях, численных методов при расчете электрических цепей и электромагнитных полей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами анализа цепей постоянных и переменных токов во временной и частотной областях, методами аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, а также комплексным методом расчета.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-8	знать методами исследования, способы построения, принципы действия устройств электро-	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	техники, физические процессы, протекающие в них			
	уметь проводить сборку электрической цепи, измерения электрических величин, снятие основных характеристик, самостоятельно осваивать аппаратуру при проведении лабораторных работ	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками работы с измерительными приборами и эксплуатации электротехнической аппаратурой	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)

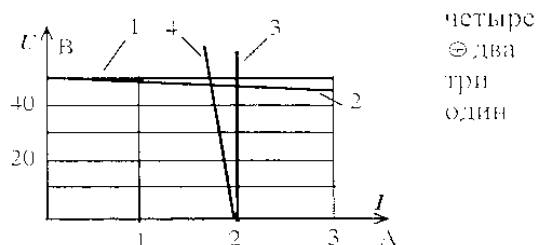
### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Вопрос 1. Какое сопротивление должны иметь: а) амперметр; б) вольтметр.

1. а) малое; б) большое;
2. а) большое; б) малое;
3. оба большое;
4. оба малое.

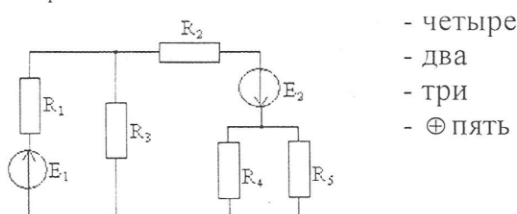
Вопрос 2.

Реальному источнику ЭДС соответствует внешняя характеристика под номером ...

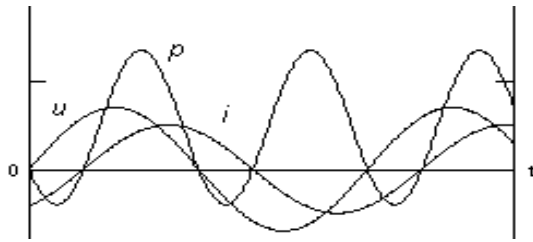


Вопрос 3.

Общее количество независимых уравнений по законам Кирхгофа, необходимое для расчета токов в ветвях заданной цепи, составит...



Вопрос 4. Для некоторого двухполюсника приведены графики мгновенных значений напряжения, тока и мощности. Определить характер нагрузки.



Укажите правильный ответ:

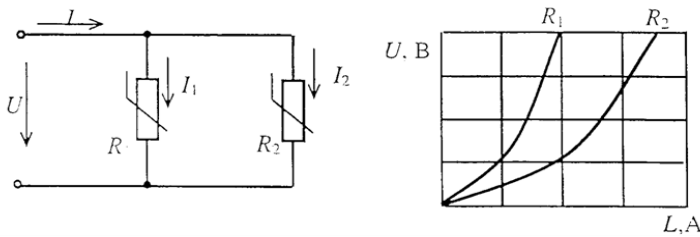
1. Активно-емкостный.
2. Активно-индуктивный.
3. Чисто индуктивный.
4. Чисто активный.
5. Чисто емкостный.

Вопрос 5. Какое утверждение *не справедливо* для симметричной трехфазной цепи, нагрузка которой соединена звездой с нулевым проводом ?

1. Мощность, потребляемая трехфазным приемником, равна  $\sqrt{3}U_{\text{л}}I_{\text{л}}\cos\varphi$ .
2. При обрыве фазы В напряжение на фазах А и С не изменится.
3. Линейное напряжение приемника не равно фазному.
4. При обрыве фазы В токи фаз А и С станут меньше.
5. При закорачивании фазы нагрузки С сработает защита.
6. Все ответы правильные.

Вопрос 6.

При параллельном соединении нелинейных сопротивлений, заданных характеристиками  $R_1$  и  $R_2$ , характеристика эквивалентного сопротивления  $R_3$  пройдет ...



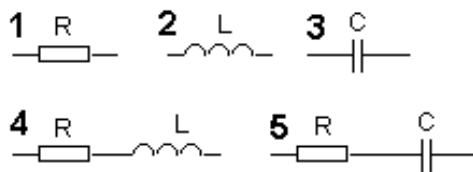
- пройдет между ними
- пройдет выше характеристики  $R_1$
- ⊕ пройдет ниже характеристики  $R_2$
- совпадет с кривой  $R_2$

Вопрос 7. Известны напряжение и ток и двухполюсника:

$$u(t) = 100 + 100\sin(\omega t - 45^\circ), \text{В};$$

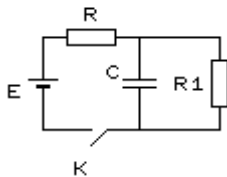
$$i(t) = 1\sin(\omega t + 45^\circ), \text{А}.$$

Укажите эквивалентную схему двухполюсника:

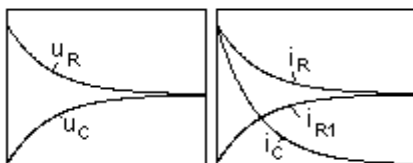


6 Правильной схемы нет.

Вопрос 8. По какому закону будут изменяться токи и напряжения в схеме при замыкании ключа, если  $R_1 = R$ ?

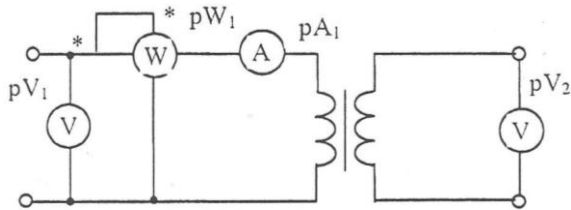


Указать неправильный график.



Все графики правильные.

Вопрос 9. Трансформатор работает в режиме...



Номинальной нагрузки  
Короткого замыкания  
⊕ Холостого хода  
Согласованной нагрузки

Вопрос 10. Как изменяется частота вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при обрыве обмотки возбуждения в режиме холостого хода?

1. Частота вращения резко уменьшается и двигатель останавливается.
2. Частота вращения резко возрастает.
3. Для ответа на вопрос не хватает данных.

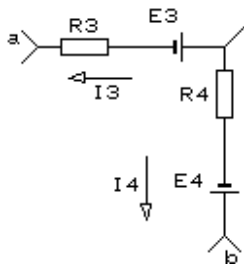
Вопрос 11. Как называется основная характеристика асинхронного двигателя?

1. Внешняя характеристика.
2. Механическая характеристика.
3. Регулировочная характеристика.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных за-

дач

Задание 1. Найти  $U_{ab}$ , если:  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ;  $R_4 = 6 \text{ Ом}$ ;  $E_3 = 120 \text{ В}$ ;  $E_4 = 80 \text{ В}$ ;  $I_3 = -20 \text{ А}$ ;  $I_4 = 5 \text{ А}$ .



Укажите правильный ответ:

1. 200 В;
2. -90 В;
3. -150 В;
4. 310 В;
5. Правильного ответа нет.

Задание 2. В цепи с последовательно соединёнными резистором  $R$  и емкостью  $C$ . Определить реактивное сопротивление  $X_c$ , если вольтметр показывает входное напряжение  $U=200 \text{ В}$ , ваттметр  $P = 640 \text{ Вт}$ , амперметр  $I=4 \text{ А}$ .

1. 20 Ом.
2. 50 Ом.
3. 40 Ом.
4. 30 Ом.

Задание 3. Мгновенное значение тока в нагрузке задано следующим выражением  $i = 0,06 \sin(11304t - 45^\circ)$ . Определить частоту и период сигнала.

1.  $f = 3600 \text{ Гц}$ ;  $T = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ с}$ .
2.  $f = 1800 \text{ Гц}$ ;  $T = 5,56 \cdot 10^{-4} \text{ с}$ .
3.  $f = 900 \text{ Гц}$ ;  $T = 11,1 \cdot 10^{-4} \text{ с}$ .

Задание 4. Мгновенные значения токов и напряжений в нагрузке заданы выражениями:  $i=2\sin(376,8t+30^\circ) \text{ А}$ ,  $u = 300\sin(376,8t+120^\circ) \text{ В}$ .

Определить полную мощность.

1.  $S = 600 \text{ В}\cdot\text{А}$ .
2.  $S = 300 \text{ В}\cdot\text{А}$ .

3.  $S = 500 \text{ В} \cdot \text{А}$ .

4.  $S = 400 \text{ В} \cdot \text{А}$ .

Задание 5. В трехфазной цепи линейное напряжение равно 220 В, линейный ток 2 А, активная мощность 380 Вт.

Найти коэффициент мощности.

1. 0, 8.

2. 0, 6.

3. 0, 5.

4. 0, 4.

Задание 6. В симметричной трехфазной цепи линейное напряжение  $U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$ , линейный ток  $I_{\text{л}} = 5 \text{ А}$ , коэффициент мощности  $\cos\varphi = 0,8$ .

Определить активную мощность.

1.  $P = 1110 \text{ Вт}$ .

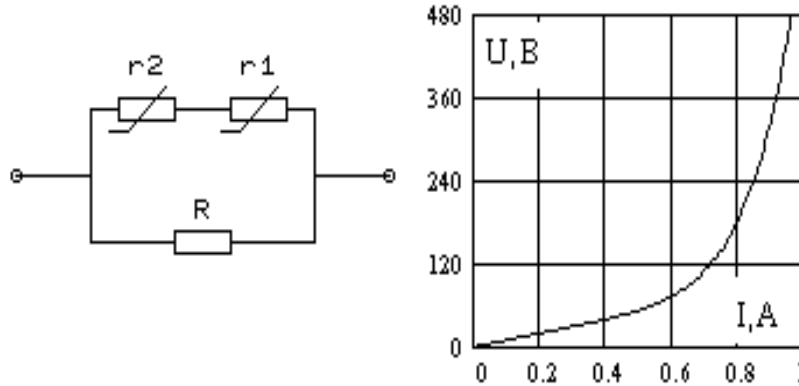
2.  $P = 1140 \text{ Вт}$ .

3.  $P = 1524 \text{ Вт}$ .

4.  $P = 880 \text{ Вт}$ .

Задание 7. Два нелинейных элемента  $r_1$  и  $r_2$  имеют одинаковые вольт-амперные характеристики (см. рисунок). Определить ток  $I$  в неразветвленной части цепи, если:

$R = 150 \text{ Ом}$  и  $I_R = 0,8 \text{ А}$ .



1. 1.3 А

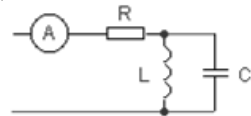
2. 0.5 А

3. 0.7 А

4. 0.85 А

5. Правильного ответа нет.

Задание 8. Определите показание амперметра, если  $C = 100 \text{ мкФ}$ ,  $L = 1 \text{ Гн}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $u(t) = 20 + 14,1 \sin 100t, \text{ В}$ .



Укажите правильный ответ:

1. 1 А

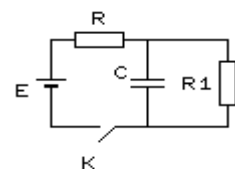
2. 0 А

3. 2,24 А

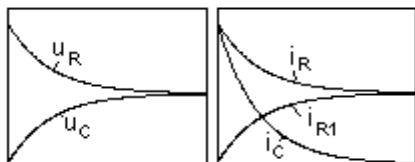
4. 2 А

5. 3 А.

Вопрос 9. По какому закону будут изменяться токи и напряжения в схеме при замыкании ключа, если  $R_1 = R$ ?



Указать неправильный график.



1.  $u_R$ ; 2.  $u_C$ ; 3.  $i_R$ ; 4.  $i_{R1}$ ; 5.  $i_C$ ; 6. Все графики правильные.

Задание 10.

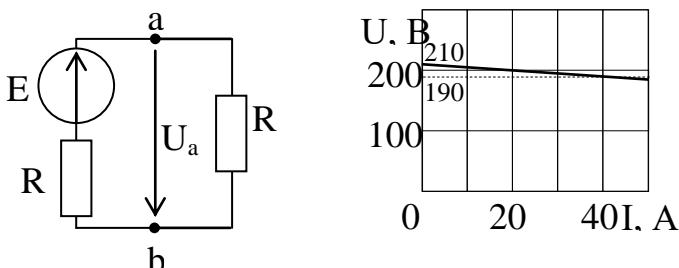
У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе  $U_1 = 6000 \text{ В}$ , на выходе  $U_2 = 100 \text{ В}$ .

Определить коэффициент трансформации трансформатора.

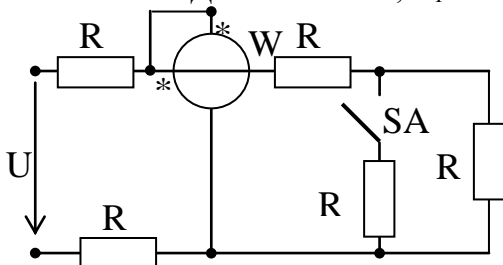
1.  $K = 60$ .
2.  $K = 0,017$ .
3. Для решения задачи недостаточно данных.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание 1. Определите напряжение на зажимах источника энергии и его внутреннее сопротивление. Дана ВАХ источника, полезная мощность  $P=4 \text{ кВт}$ ; сопротивление нагрузки  $R=10 \text{ Ом}$ .



Задание 2. Определите показание ваттметра в цепи при включенном и отключенном выключателе SA. Дано:  $U=120 \text{ В}$ ;  $R_1=5 \text{ Ом}$ ;  $R_2=10 \text{ Ом}$ ;  $R_3=60 \text{ Ом}$ ;  $R_4=30 \text{ Ом}$ ;  $R_5=15 \text{ Ом}$ .



Задание 3. К зажимам катушки индуктивности подведено напряжение  $u=169,2\sin(314t+45^\circ)$ , В. Индуктивность катушки  $25,48 \text{ мГн}$ , ее активное сопротивление  $6 \text{ Ом}$ . Определите мгновенное значение тока.

Задание 4. Определите активную, реактивную и полную мощности цепи, если в цепи переменного тока мгновенные значения напряжения и тока определяются выражениями:  $u = 535,8 \sin(628t - 25^\circ)$ , В;  $i = 2,82 \sin(628t + 5^\circ)$ , А.

Задание 5. В трехфазную электрическую сеть с линейным напряжением  $380 \text{ В}$  включен трехфазный приемник. Дано: мощность фаз приемника:  $S_a=5,2 \text{ кВА}$ ;  $Q_b=4,5 \text{ кВАр}$ ;  $P_c=2,6 \text{ кВт}$ ;  $\varphi_a=\varphi_b=\varphi_c=-60^\circ$ . Изобразите схему замещения цепи. Определите все мощности трехфазного приемника, фазные токи и сопротивления фаз. Постройте векторную диаграмму.

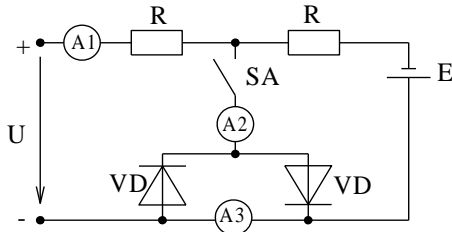
Задание 6. Нелинейный элемент, характеристика которого задана табл. 5.2 и линейное сопротивление  $0,6 \text{ МОм}$  соединены параллельно и включены на постоянное напряжение  $380 \text{ В}$ . Определить токи во всех ветвях цепи.

U, В	0	100	200	300	400	500
------	---	-----	-----	-----	-----	-----

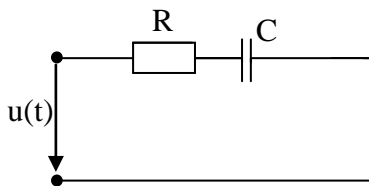
I, mA	0	0,04	0,10	0,18	0,38	1,3
-------	---	------	------	------	------	-----

Задание 7. Определите показания амперметров в цепи при отключенном и включенном выключателе SA. Диоды идеальные.  $R_{A1}=R_{A2}=0$

Дано:  $U=60$  В;  $E=20$  В;  $R=10$  Ом.

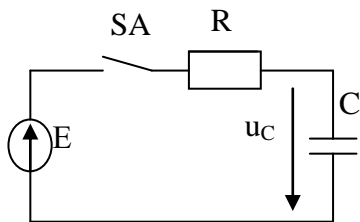


Задание 8. К электрической цепи подведено несинусоидальное напряжение, содержащее первую, третью и пятую гармоники. Определите емкостное сопротивление цепи для первой, третьей и пятой гармоник. Дано:  $f_1 = 50$  Гц;  $C = 21,3$  мкФ.

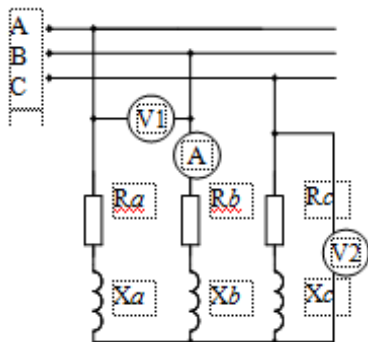


Задание 9. Определите действующее значение несинусоидального напряжения  $u(t) = 10 + 28,2 \sin \omega t + 14,1 \sin(3\omega t + 30^\circ) + 7,05 \sin 5\omega t$ .

Задание 10. Электрическая цепь с последовательным соединением резистора и конденсатора подключается выключателем SA к источнику постоянного тока с ЭДС E. Определите напряжение  $u_C$  в моменты времени  $t_0 = 0$ ;  $t_1 = \tau$ ;  $t_2 = 2\tau$ ;  $t_3 = 3\tau$ ;  $t_4 = 4\tau$  ( $\tau$  – постоянная времени цепи  $\tau = RC$ ). Постройте график переходного процесса  $u_C(t)$ .



Задание 11. Трехфазный трансформатор включен в электрическую сеть с соединением фаз звездой. Эквивалентная схема замещения приведена на рис. Дано: реактивная мощность трехфазного приемника 2,7 кВАр;  $\cos \varphi = 0,8$ ; активное сопротивление фазы  $R_\phi = 8,6$  Ом. Определите показания амперметра и вольтметров и напряжение трехфазной электросети.



Задание 12. В трехфазную электрическую сеть с линейным напряжением 380 В включен трехфазный асинхронный двигатель. Потребляемая из сети активная мощность 25 кВт при  $\cos \varphi = 0,92$ .

Изобразите схему замещения цепи. Определите реактивную и полную мощности, потребляемые двигателем, фазные токи и сопротивления фаз.



#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация электроизмерительных приборов.
2. Измерение токов, напряжений, мощностей и энергии.
3. Измерение параметров электрической цепи.
4. Линейные электрические цепи постоянного тока. Основные определения.
5. Параметры электрической цепи.
6. Элементы электрической цепи и их классификация.
7. Схемы электрических цепей.
8. Топологические понятия теории электрических цепей.
9. Источники постоянного напряжения и постоянного тока.
10. Передача мощности от источника к нагрузке.
11. Режимы работы активных двухполусников.
12. Баланс мощностей.
13. Закон Ома для пассивных и активных участков электрической цепи.
14. Законы Кирхгофа. Полная система уравнений электрических цепей
15. Эквивалентные преобразования пассивных участков электрических цепей: последовательное, параллельное и смешанное соединения приемников электрической энергии, преобразование звезды и треугольника.
16. Расчет простых электрических цепей постоянного тока.
17. Методы расчета сложных электрических цепей в установившихся режимах: метод междуузлового напряжения, метод наложения.
18. Потенциальная диаграмма.
19. Получение синусоидальной ЭДС.
20. Понятие о гармонических токах и напряжениях: частота, начальная фаза. Амплитудные, средние и действующие значения синусоидальных электрических величин.
21. Изображения синусоидальных электрических величин с помощью временных диаграмм, тригонометрических функций времени, вращающихся векторов на комплексной плоскости, а также их комплексные изображения.
22. Законы Кирхгофа для мгновенных значений.
23. Сложение и вычитание синусоидальных электрических величин: по мгновенным значениям, методом векторных диаграмм, символическим методом
24. Идеальные резистивный, индуктивный, емкостной элементы в цепи переменного синусоидального тока.
25. Энергетические процессы в цепях синусоидального тока. Мгновенная, активная, и реактивная мощности приемников.
26. Установившиеся режимы в неразветвленных и разветвленных электрических цепях.
27. Расчет неразветвленной и разветвленной электрических цепей синусоидального тока символическим методом.
28. Треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей, токов и проводимостей. Соотношения между сопротивлениями и проводимостями.
29. Векторные диаграммы токов и напряжений.
30. Определение параметров реальных приемников электрической энергии в цепях синусоидального тока и их представление с помощью расчетных схем замещения.
31. Резонансные явления в электрических цепях переменного тока. Резонансные кривые.
32. Полная мощность.
33. Баланс мощностей.
34. Коэффициент мощности синусоидальных приемников и способы его повышения.
35. Четырехполусники: основные уравнения и коэффициенты.
36. Получение трехфазной синусоидальной ЭДС.

37. Трехфазные электрические цепи.
38. Трехфазная симметричная система ЭДС. Способы изображения симметричной системы ЭДС.
39. Соединение обмоток трехфазного генератора звездой и треугольником. Фазные и линейные напряжения. Шкала напряжений.
40. Способы включения приемников энергии в трехфазную сеть и их классификация.
41. Роль нейтрального провода при соединении приемников энергии звездой.
42. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных систем.
43. Неполнофазные режимы трехфазной цепи.
44. Мощность трехфазной цепи.
45. Получение вращающегося магнитного поля трехфазной системы
46. Причины возникновения несинусоидальных токов.
47. Графики несинусоидальных токов. Случаи симметрии.
48. Выражение несинусоидальных токов и напряжений рядами Фурье.
49. Максимальные, действующие и средние значения несинусоидальных электрических величин.
50. Показания измерительных приборов с различными системами измерительных механизмов в электрической цепи при несинусоидальных воздействиях.
51. Коэффициенты, характеризующие форму кривых.
52. Анализ линейных электрических цепей несинусоидального тока. Мощность в цепи несинусоидального тока
53. Понятие о переходном процессе в электрической цепи.
54. Причины возникновения и сущность переходного процесса.
55. Законы коммутации.
56. Переходные процессы в цепях постоянного тока: зарядка и разрядка конденсатора через резистор, подключение и отключение индуктивной катушки от источника электрической энергии
57. Переходные процессы в цепях синусоидального тока: с индуктивностью, с емкостью.
58. Основные определения и характеристики нелинейных элементов электрической цепи.
59. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Метод пересечения.
60. Статическое и динамическое сопротивление. Замена нелинейного элемента эквивалентным линейным резистором и ЭДС.
61. Нелинейные элементы в электрической цепи переменного тока как генераторы высших гармоник тока и напряжения
62. Магнитные цепи с постоянной МДС.
63. Законы электромагнетизма для электромагнитных устройств.
64. Ферромагнетики, их характеристики.
65. Законы Ома и Кирхгофа для расчета магнитных цепей.
66. Аналогия между электрическими и магнитными цепями.
67. Схема замещения магнитной цепи.
68. Магнитные цепи с переменной МДС. Основные понятия. Катушка с ферромагнитным сердечником в цепи переменного тока. Потери в стали.
69. Назначение, устройство и принцип действия трансформаторов.
70. Режимы работы трансформатора. Рабочие характеристики трансформаторов.
71. Уравнения электрического состояния первичной и вторичной обмоток, коэффициент трансформации.
72. Энергетические диаграммы и коэффициент передачи полной мощности.
73. Внешняя характеристика трансформатора.
74. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.

75. Реальный, идеальный и приведенный трансформаторы.
76. Трехфазные трансформаторы.
77. Измерительные трансформаторы.
78. Автотрансформаторы.
79. Классификация и область применения электрических машин.
80. Условия преобразования электрической энергии в механическую и обратное преобразование.
81. Трехфазные асинхронные машины: устройство и принцип действия асинхронного двигателя с коротко замкнутым ротором. Схемы подключения двигателей к сети.
82. Ток и ЭДС короткозамкнутой обмотки ротора.
83. Основные уравнения асинхронного двигателя.
84. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
85. Механические и рабочие характеристики АД.
86. Способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.
87. Паспортные данные асинхронного двигателя
88. Пуск и реверс асинхронного двигателя.
89. Устройство и принцип действия синхронной машины.
90. Холостой ход синхронного генератора. Электромагнитный момент и угловая характеристика машины.
91. Потери и КПД синхронной машины.
92. Преимущества и недостатки синхронных машин.
93. Основные положения работы электрических машин постоянного тока. Устройство и принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Реакция якоря. Коммутация. Возбуждение машин постоянного тока.
94. Электродвигатели постоянного тока параллельного и независимого возбуждения: механические характеристики.
95. Способы регулирования частоты вращения якоря.
96. Потери и КПД в машинах постоянного тока

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

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	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита РГР
2	Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита РГР
3	Трехфазные цепи	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест, защита лабораторных работ
4	Анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест, защита лабораторных работ
5	Периодические несинусоидальные токи в электрических цепях	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест
6	Переходные процессы в линейных электрических цепях	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест
7	Электромагнитные устройства и магнитные цепи	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест
8	Трансформаторы	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест, защита лабораторных работ
9	Асинхронные машины	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест, защита лабораторных работ
10	Синхронные машины	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест
11	Машины постоянного тока	ДПК-2, ОПК-1, ОПК-8	Тест

### **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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. - М.: Юрайт., 2012. – 701

с.

2. Сборник задач по теоретическим основам электротехники / под ред. Л.А. Бессонова.- М.: Высш. шк., 2000.

3. Зевеке Г.В. Основы теории цепей / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - М.: Энергоатомиздат, 2002.

4. Герасимов В.Г. и др. Электротехника и электроника. Электрические и магнитные цепи том 1(книга 1). Учебник для вузов./ Герасимов В.Г., Кузнецов Э.В., Николаева О.В. -М.: Энергоатомиздат, 1996.

5. Герасимов В.Г. и др. Электротехника и электроника. Электромагнитные устройства и электрические машины том 2 (книга 2). Учебник для вузов./ Герасимов В.Г., Киселёв В.И., Копылов А.И., Кузнецов. Э.В. -М.: Энергоатомиздат, 1997. Переиздание: Торгово-издательский дом Арис, 2010.

6. Герасимов В.Г. и др. Электротехника и электроника. Электрические измерения и основы электроники том 3 (книга 3). Учебник для вузов./ Гаев Г.П., Герасимов В.Г., Князьков О.М. и др. -М.: Энергоатомиздат, 1998.

7. Герасимов В.Г. и др.Сборник задач по электротехнике и основам промышленной электроники: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Г. Герасимова. - М.: Высш. шк. 1987.

8. Немцов М. В. Электротехника: Учебник для студ. учреждений высш. образования: В 2 кн. КН. 1, 2 – М.: Издательский центр «Академия», 2014.

9. Ген Ж.А. Исследование процессов преобразования электрической энергии: Лабораторный практикум: Учеб. пособие / Ж.. А. Ген, Л. В. Никифорова. - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012. 169 с.

10. Ген Ж.А. Расчетно-графические задания № 1-3 и методические указания к их выполнению по дисциплине «Электротехника и электроника» для студентов направления подготовки бакалавров 223200 «Техническая физика», профилей «Физика и техника низких температур», «Физическая электроника» очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Ж.А. Ген, Л.В. Никифорова. Воронеж, 2012. 35 с. № 129-2012.

**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:**

Вычислительная среда MathCad

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оборудованная для лекционных занятий.

Учебная лаборатория № 144 «Электротехники и электроники (часть 1)», где расположены 6 универсальных лабораторных стендов.

Измерительные приборы: амперметры, вольтметры, фазометры.

Источники питания: источники постоянных ЭДС, ЛАТры, трехфазные источники.

Учебная лаборатория № 143 «Электротехники и электроники (часть 2)», где расположены 6 универсальных лабораторных стендов.

Измерительные приборы: амперметры, вольтметры, фазометры, осциллографы.

Источники питания: ЛАТры, Автотрансформаторы, трехфазные источники.

#### **Натурные лекционные демонстрации:**

- Физическая модель однофазного трансформатора
- Физическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
- Физическая модель коллекторного двигателя постоянного тока

### **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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

	<ul style="list-style-type: none"> <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>