

Автономное образовательное учреждение  
высшего образования Ленинградской области  
«Государственный институт экономики, финансов, права и технологий»

Утверждаю  
Проректор по образовательной  
деятельности и цифровой  
трансформации  
Е.В. Карпичев  
«26» декабря 2024 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

Направление подготовки:  
**44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**  
(уровень бакалавриата)

Направленность (профиль) образовательной программы  
«Технология и организация производства»

Форма обучения  
очная

Гатчина  
2024

Рабочая программа по дисциплине «Основы электротехники» разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) направленность (профиль) образовательной программы «Технология и организация производства»

Уровень: бакалавриат

Организация-разработчик: АОУ ВО ЛО «Государственный институт экономики, финансов, права и технологий»

Разработчик: преподаватель Шакута И.И.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры педагогики, социальной работы и гуманитарных дисциплин «30» октября 2024 г. Протокол №2.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  / Талалай Г.С.

# СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка (цели и задачи) освоения дисциплины (модуля) ....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	7
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	9
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) .....	22
7. Фонд оценочных и методических материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	22
8. Перечень основной, дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	36
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	36
10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	39
11. Перечень информационных технологий, профессиональных баз данных, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	39
12. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	40

## **1. Пояснительная записка (цели и задачи) освоения дисциплины (модуля)**

Курс «*Основы электротехники*» занимает важное место при подготовке бакалавров по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Это связано с тем, что дисциплина «Основы электротехники» включена в структуру образовательной программы и относится к обязательным дисциплинам и входит в предметно-методический модуль (профиль: Технология и организация производства). Она осваивается на 2 курсе, в 3 семестре. Изучение дисциплины «Основы электротехники» — основа для прохождения студентами педагогической практики и подготовки к государственной итоговой аттестации. Параллельно с дисциплиной «*Основы электротехники*» обучающиеся изучают такие дисциплины учебного плана, как Инженерная графика, Основы робототехники. Также дисциплина является теоретической базой для дисциплин предметно-методических модулей: «Технология и организация производства», и «Организация производства».

Целью освоения дисциплины «*Основы электротехники*» является: подготовка бакалавров, обладающих знаниями методов расчёта электрических цепей и электромагнитных полей, умением применять эти знания для решения практических задач по электротехнике. Рабочая программа учебной дисциплины направлена на воспитание и приобретение обучающимися теоретических знаний, необходимых для успешного освоения иных учебных дисциплин, составляющих профессиональный цикл основной образовательной программы.

В дисциплине «Основы электротехники» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» рассматриваются задачи по разным разделам: Общие сведения об электротехнике; Линейные цепи постоянного тока; Однофазные цепи синусоидального тока; Индуктивно связанные цепи и четырёхполюсники; Трёхфазные цепи; Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами; Переходные процессы в электрических цепях; Нелинейные цепи постоянного тока; Цепи с распределёнными параметрами.

*Задачами освоения дисциплины являются:*

- формирование знаний об основах электротехники, электроники, процессах и явлениях, протекающих в электрических цепях;
- приобретение умений работы с электрическими цепями, электроизмерительными приборами;
- стимулирование формирования общекультурных компетенций бакалавра через развитие культуры мышления в аспекте применения на практике знаний основ электротехники и электроники;
- обеспечение условий для активизации познавательной деятельности студентов и формирование у них опыта использования основ электротехники и электроники в ходе решения практических задач.

*При изучении данной дисциплины в области Основы электротехники обучающийся должен знать:*

- электротехническую терминологию и символику;
- основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электротехнических и магнитных цепей;
- методы анализа цепей постоянного и переменного токов;
- о роли дисциплины при освоении смежных дисциплин по выбранной специальности и в сфере профессиональной деятельности.

*При изучении данной дисциплины в области Основы электротехники обучающийся должен уметь:*

- применять на практике методы анализа электромагнитных полей, электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах с использованием на ЭВМ стандартных и специализированных программных средств;
- экспериментально определять напряжения, токи, мощности на участках электрической цепи;
- пользоваться литературой и новыми информационными и образовательными Технология и организация производства для углубления знаний по анализу электромагнитных полей, электрических и магнитных цепей;
- применять полученные знания на практике.

*При изучении данной дисциплины в области Основы электротехники обучающийся должен владеть:*

- методами расчёта электрических цепей;
- методами проведения измерений основных электротехнических величин приборами непосредственной оценки;
- методами оценки погрешностей при проведении эксперимента;
- методами оформления результатов эксперимента.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующей компетенции (следующих компетенций):

<b>Компетенция (и)</b>	<b>Индикатор (ы)</b>
ПК-2 Способен использовать в профессиональной деятельности знания основных положений и концепций в области технологии, а также смежных метапредметных дисциплин.	ПК-2.1 Знает особенности основных положений и концепций в области технологии, а также смежных метапредметных дисциплин.
	ПК-2.2 Умеет толковать основные положения и концепции в области технологии, а также смежных метапредметных дисциплин.

	ПК-2.3 Владеет навыками передачи общего содержания положений и концепций в области технологии, а также смежных метапредметных дисциплин.
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Основы электротехники» является дисциплиной обязательной части для подготовки студентов по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Шифр компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики учебного плана, в которых осваивается компетенция	Дисциплины (модули), практики учебного плана, в которых компетенция осваивается параллельно с изучаемой дисциплиной	Последующие дисциплины (модули), практики учебного плана, в которых осваивается компетенция
ПК-2	Черчение, Физика, Материаловедение, Теоретическая механика	Практикум по обработке пищевых продуктов, Инженерная графика, Основы робототехники, Компьютерная графика	Практикум по обработке текстильных материалов, Практикум по обработке конструкционных материалов, Теория и методика обучения робототехнике, Основы технического творчества, Основы технического предпринимательства, Основы мехатроники, Теория и методика обучения технологии, Технологии современного производства, Предметно-методический модуль (профиль: Организация производства), Методы производственного обучения, Образовательная робототехника, Основы арт-дизайна кулинарной и кондитерской продукции, Основы программирования, Основы автоматики и электроники, Scratch-программирование, Технологии лазерной обработки материалов, Прототипирование и макетирование, Программирование на языке C++, Программирование на языке Python, Художественная обработка материалов,

			<p>Декоративная отделка материалов,</p> <p>Современные технологии художественной обработки материалов,</p> <p>Современные технологии декоративной отделки материалов,</p> <p>Производственная практика (педагогическая практика),</p> <p>Производственная практика (преддипломная практика),</p> <p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена,</p> <p>Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.</p>
--	--	--	---

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины «*Основы электротехники*» составляет 3 зачетных единицы или 108 академических часа.

Курс / семестр		2 курс / 3 семестр	Всего, часов
Общая трудоемкость (всего ак. часов / з.ед)		108 / 3	108 / 3
Контактная работа	Лекции	16	16
	Практические занятия	16	16
	Лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа		40	40
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	36	36

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

№	Наименование раз- дела дисциплины (тема)	Трудоемкость					Содержание
		Всего	Контактная работа <sup>1</sup>			СРС	
			Л	ПЗ	ЛЗ		
3 семестр							
1.	Тема 1. Электриче- ские цепи постоян- ного тока.	18	4	4	-	10	<i>Лекция:</i> <b>Электрические цепи постоянного тока.</b> Электротехнические устройства постоянного тока, области применения, основные законы линейных цепей (законы Ома и Кирхгофа), энергия и мощность в цепи постоянного тока, баланс мощностей, режимы работы цепи. <i>Практическое занятие:</i> <b>Расчёт простых и сложных цепей постоянного тока</b> с использованием законов Ома и Кирхгофа. <b>Исследование неразветвлённой и разветвлённой цепей постоянного тока</b> — изучение законов выделения мощности в цепях и согласования источников тока с нагрузкой. <b>Последовательное и параллельное соединение сопротивлений</b> — изучение законов протекания тока через последовательно и параллельно соединённые проводники, определение формул расчёта сопротивлений таких участков. <b>Измерение работы и мощности в цепи постоянного тока</b> — изучение методов измерения работы и мощности в цепях постоянного тока. <b>Исследование нелинейных электрических цепей</b> — изучение нелинейных элементов электрических цепей на примере лампы накаливания, получение их вольтамперных характеристик и ознакомление с методами расчёта. <i>Самостоятельная работа:</i> – элементы, структура и классификация электрических цепей;

<sup>1</sup> Л. – лекция. ПЗ – практическое занятие. ЛЗ – лабораторное занятие. СРС – самостоятельная работа студента

						<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные законы линейных цепей постоянного тока (законы Ома и Кирхгофа);</li> <li>– энергия и мощность в цепи постоянного тока, баланс мощностей;</li> <li>– режимы работы цепи;</li> <li>– основные свойства и методы расчёта линейных цепей, например, метод эквивалентных преобразований;</li> <li>– общие методы работы разветвлённых цепей: метод непосредственного применения законов Кирхгофа, контурных токов, узловых потенциалов, метод двух узлов;</li> <li>– принцип суперпозиции и метод наложения;</li> <li>– активный двухполюсник и метод эквивалентного генератора;</li> <li>– нелинейные цепи постоянного тока, графоаналитические методы расчёта нелинейных цепей (методы эквивалентных преобразований, пересечения характеристик, линеаризации).</li> </ul> <p><b>Теоретические задания</b></p> <p><b>Изучение определений.</b> Например, определение постоянного тока, напряжения, сопротивления, электрической ветви.</p> <p><b>Рассмотрение законов.</b> Например, первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма токов в ветвях, сходящихся в данном узле, равна нулю. Второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма падений напряжения вдоль замкнутого контура равна алгебраической сумме ЭДС этого же контура.</p> <p><b>Изучение методов расчёта.</b> Например, метод непосредственного применения законов Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых напряжений.</p> <p><b>Задачи</b></p> <p><b>Расчёт разветвлённой цепи постоянного тока.</b></p> <p>Задание может включать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составить систему уравнений для определения токов в ветвях методом законов Кирхгофа;</li> <li>– преобразовать схему до двух контуров, рассчитать токи во всех ветвях схемы методом контурных токов или методом межузлового напряжения;</li> <li>– составить баланс мощностей;</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	---

						<ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитать ток одной ветви без источника методом эквивалентного генератора;</li> <li>– определить показание вольтметра в любой ветви;</li> <li>– построить потенциальную диаграмму.</li> </ul> <p><b>Определение эквивалентного сопротивления</b> для заданной электрической цепи.</p> <p><b>Расчёт токов в ветвях</b> для цепи, где известны параметры элементов (например, <math>E = 100 \text{ В}</math>, <math>R_1 = 6 \text{ Ом}</math>, <math>R_2 = 5 \text{ Ом}</math>, <math>R_3 = 16 \text{ Ом}</math>, <math>R_4 = 5 \text{ Ом}</math>, <math>R_5 = 20 \text{ Ом}</math>).</p> <p><b>Тесты</b></p> <p><b>Задания на выбор правильного ответа.</b> Например, вопросы:</p> <p>От чего зависит электрическое сопротивление проводника: от длины проводника, от площади поперечного сечения, от удельного сопротивления, от всех перечисленных параметров?</p> <p>Какое из приведённых выражений позволяет определить напряжение на зажимах источника электрической энергии при разомкнутой цепи: <math>U = E - IR</math>, <math>U = E - Ir</math>, <math>U = Ir</math>, <math>U = E</math>?</p> <p>Как называется режим, при котором сопротивление внешней цепи практически равно нулю: холостой ход, короткое замыкание, рабочий режим?</p> <p><b>Задания на установление соответствия.</b></p> <p>Например, вопрос: «Электрическая ветвь — это... а) участок цепи, в которой течёт один и тот же ток б) точка, где сходится не менее 3 ветвей в) замкнутый участок электрической цепи».</p>
2.	Тема 2. Однофазные электрические цепи синусоидального тока.	18	4	4	-	10 <p><i>Лекция: Однофазные электрические цепи синусоидального тока.</i> Переменные (синусоидальные) токи, их установка и роль в современной технике, понятие о генераторах переменного тока, основные параметры синусоидально изменяющихся электрических величин.</p> <p><i>Практическое занятие:</i></p> <p><b>Расчёт и анализ цепей синусоидального тока</b> — например, при последовательном соединении активных и реактивных элементов.</p> <p><b>Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением активного и реактивного элементов.</b></p>

						<p><b>Исследование резонанса напряжений в неразветвлённой цепи синусоидального тока</b> — цель — выяснить условия возникновения резонанса и способы его получения.</p> <p><b>Исследование параллельного соединения элементов R, L и C в цепи синусоидального тока</b> — цель — экспериментальное исследование режимов цепи при параллельном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.</p> <p><b>Методика расчета</b>  На занятиях могут рассматривать, например:</p> <p><b>Свойства синусоидальных функций времени:</b> амплитуда, частота, период, начальная фаза.</p> <p><b>Принцип представления синусоидальных функций с помощью комплексных чисел.</b> Важно уметь выполнять математические операции с комплексными числами в алгебраической и показательной формах.</p> <p><b>Формулы взаимосвязи тока и напряжения в индуктивных и ёмкостных элементах,</b> сопротивления индуктивных и ёмкостных элементов переменному току, активной, реактивной и полной мощности, резонансной частоты.</p> <p><b>Использование комплексного метода</b> для расчёта синусоидальных величин (токов, напряжений, ЭДС) — синусоидальные токи, напряжения, ЭДС изображаются комплексными числами, что позволяет рассчитывать цепи синусоидального тока с использованием алгебраических уравнений аналогично цепям постоянного тока.</p> <p><b>Примеры задач</b>  На занятиях могут быть задания, например:</p> <p><b>В неразветвлённой цепи,</b> включённой под напряжение <math>U</math>, определить силу тока, напряжение на каждом участке, активную, реактивную и полную мощность цепи.</p> <p>Параллельно соединённые резистор сопротивлением <math>R = 24 \text{ Ом}</math>, катушка с индуктивностью <math>L = 19,9 \text{ мГн}</math> и конденсатор ёмкостью <math>C = 15 \text{ мкФ}</math> подключены к источнику с амплитудным значением напряжения <math>U_m = 70 \text{ В}</math> и</p>
--	--	--	--	--	--	--

							<p>частотой <math>f = 400</math> Гц. Определить действующее значение токов во всех ветвях, полную, активную и реактивную мощности всей цепи, коэффициент мощности, активную и реактивную составляющие тока. Построить векторную диаграмму.</p> <p><b>Конденсатор ёмкостью <math>C</math> и катушка с параметрами <math>R = 10</math> Ом и <math>L = 0,032</math> Гн</b> включены последовательно к источнику синусоидального напряжения, действующее значение которого <math>U = 100</math> В, при частоте 50 Гц. Определить ёмкость конденсатора, при которой в цепи возникнет резонанс напряжений, и величину тока <math>I</math>.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i></p> <p><b>Основные параметры синусоидально изменяющихся электрических величин</b> (мгновенное и амплитудное значение, периодическая, угловая и циклическая частоты, начальная фаза, фазовый сдвиг, действующее и среднее значения).</p> <p><b>Способы математического определения синусоидальных величин</b> (представления в аналитической форме, временными графиками, вращающимися векторами, комплексными числами).</p> <p><b>Структуры однофазной цепи</b> и её элементы.</p> <p><b>Резистивный, индуктивный и ёмкостный элементы</b> в цепях синусоидального тока, переменные и векторные диаграммы токов и напряжений.</p> <p><b>Цепь синусоидального тока при последовательном соединении элементов.</b></p> <p><b>Комплексное, целое, активное и реактивное сопротивления</b> цепи, треугольник сопротивлений.</p> <p><b>Фазовые соотношения</b> между токами и напряжениями.</p> <p>Расчётно-графическое задание «Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока». Цель — закрепить и проверить навыки расчёта линейных электрических цепей.</p>
3.	Тема 3. Трёхфазные цепи.	18	4	4	-	10	<p><i>Лекция: Трёхфазные цепи.</i> Классификация приёмников и способы включения в трёхфазную цепь, четырёхпроводные и трёхпроводные трёхфазные цепи, симметричные и несимметричные трёхфазные цепи при соединении</p>

						<p>нагрузки в звезду и треугольник, назначение нейтрального провода, аварийные режимы в трёхфазных цепях, мощность в трёхфазных цепях.</p> <p><i>Практическое занятие: <b>Расчёт трёхфазных цепей при соединении потребителей звездой.</b></i> Цель — усвоить основные понятия и величины, характеризующие трёхфазную электрическую цепь, методику расчёта при соединении приёмников звездой.</p> <p><b>Расчёт трёхфазных цепей при соединении треугольником.</b> Цель — усвоить методику расчёта трёхфазной цепи при соединении треугольником в симметричном и несимметричном режимах.</p> <p><b>Расчёт разветвлённых трёхфазных цепей.</b></p> <p><b>Расчёт трёхфазных цепей при несинусоидальных периодических ЭДС</b> (при наличии высших гармоник).</p> <p><b>Экспериментальное исследование нормальных и аварийных режимов работы трёхфазной цепи.</b> Например, проверка основных соотношений в трёхфазной системе при соединении приёмников звездой и треугольником для симметричной и несимметричной нагрузок фаз, а также в аварийном режиме.</p> <p><b>Методика проведения</b></p> <p>Практические занятия по теме «Трёхфазные цепи» включают:</p> <p><b>Решение задач.</b> Студенты могут рассчитывать токи в ветвях и напряжения на элементах цепи, определять активную и реактивную мощности источников ЭДС и сравнивать их с суммой активных и реактивных мощностей пассивных элементов цепи.</p> <p><b>Построение векторных диаграмм</b> токов и топографических диаграмм напряжений. Например, для симметричной и несимметричной частей приёмника.</p> <p><b>Работу в микрогруппах.</b> Студенты могут определять показания приборов в трёхфазной цепи, например, в фазе А включён амперметр, и нужно выяснить, как изменятся его показания, если произойдёт обрыв нейтрального провода и фазного провода С.</p> <p><b>Примеры задач</b></p> <p>Некоторые задачи для практических занятий по теме «Трёхфазные цепи»:</p>
--	--	--	--	--	--	---

						<p><b>Задача о освещении здания.</b> Освещение питается от четырёхпроводной трёхфазной сети с линейным напряжением <math>U_{\text{Л}} = 380 \text{ В}</math>. Первый этаж питается от фазы «А» и потребляет мощность <math>1760 \text{ Вт}</math>, второй — от фазы «В» и потребляет мощность <math>2200 \text{ Вт}</math>, третий — от фазы «С», его мощность <math>2640 \text{ Вт}</math>. Нужно составить электрическую схему цепи, рассчитать токи, потребляемые каждой фазой, и ток в нейтральном проводе, вычислить активную мощность всей нагрузки, построить векторную диаграмму.</p> <p><b>Задача о несимметричном потребителе.</b> Несимметричный потребитель с сопротивлениями фаз <math>Z_A = 20 \text{ Ом}</math>, <math>Z_B = 10 \text{ Ом}</math>, <math>Z_C = 20 \text{ Ом}</math> соединён звездой без нейтрального провода. Линейное напряжение <math>U_{\text{Л}} = 200 \text{ В}</math>. Нужно определить токи в фазах потребителя, построить векторную диаграмму.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i></p> <p><b>Изучение понятий, характеризующих трёхфазную электрическую цепь.</b> Например, рассмотрение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– что понимают под фазой в трёхфазной цепи;</li> <li>– как записать мгновенные и комплексные выражения ЭДС трёхфазного генератора;</li> <li>– как графически изображается трёхфазная система ЭДС;</li> <li>– что представляют собой симметричная трёхфазная система ЭДС и симметричная нагрузка;</li> <li>– какие соотношения между линейными и фазными напряжениями и между линейными и фазными токами при соединении звездой;</li> <li>– каково назначение нейтрального провода.</li> </ul> <p><b>Изучение режимов работы трёхфазной цепи.</b> Например, рассмотрение симметричного и несимметричного режимов в зависимости от значения нагрузки на фазах.</p> <p><b>Расчёт</b></p> <p><b>Расчёт трёхфазных цепей при соединении звездой.</b> Цель — усвоить основные понятия и величины, характеризующие трёхфазную электри-</p>
--	--	--	--	--	--	--

							<p>скую цепь, методику расчёта при соединении приёмников звездой. Например, задание: определить действующее значение токов в фазах потребителя, соединённого звездой, если линейное напряжение <math>U_{\text{л}} = 173,2 \text{ В}</math>, сопротивления фаз <math>Z_A = Z_B = Z_C = 10 \text{ Ом}</math>.</p> <p><b>Расчёт трёхфазных цепей при соединении треугольником.</b> Цель — усвоить методику расчёта трёхфазной цепи при соединении треугольником в симметричном и несимметричном режимах. Например, задание: в трёхфазной цепи определить значения токов в проводах линии, фазах генератора и нагрузки, напряжений на фазах нагрузки, если на входе цепи <math>U_{\text{л}} = 220 \text{ В}</math>, <math>Z = 2 + j4 \text{ Ом}</math>, <math>Z_1 = 30 + j60 \text{ Ом}</math>.</p> <p><b>Графическое построение</b></p> <p><b>Построение векторных диаграмм</b> для трёхфазных цепей при разных способах соединения фаз. Например:</p> <p><b>Звезда с нейтральным проводом</b> — на векторной диаграмме строят векторы, изображающие все напряжения и токи в трёхфазной цепи.</p> <p><b>Звезда без нейтрального провода</b> — для построения векторов фазных напряжений приёмника используют топографическую векторную диаграмму напряжений источника, а векторы фазных токов строят с учётом изменившихся фазных напряжений приёмника.</p> <p><b>Треугольник</b> — для этой цепи удобно строить нетопографическую векторную диаграмму напряжений, при этом векторы напряжений <math>U_{ab}</math>, <math>U_{bc}</math>, <math>U_{ca}</math> исходят из начала координат, угол между векторами — <math>120^\circ</math>, что соответствует симметричному трёхфазному источнику.</p>
4.	Тема 4. Электромагнитные устройства.	18	4	4	-	10	<p><i>Лекция: Электромагнитные устройства.</i> Общие понятия об электромагнитных устройствах, назначение магнитопровода, ферромагнитные материалы и их характеристики, магнитные цепи при постоянной МДС, реальные и идеальные магнитные цепи, основные законы магнитных цепей, аналогия методов анализа электрических и магнитных цепей, прямая и обратная задачи расчёта магнитных цепей, схемы замещения магнитной цепи, расчёт неразветвлённой и разветвлённой цепей.</p> <p><i>Практическое занятие:</i></p> <p><b>Электричество</b></p>

						<p><b>Электрические цепи постоянного тока.</b> Расчёт цепей постоянного тока с использованием законов Кирхгофа и Ома, расчёт при последовательном, параллельном и смешанном соединении участков цепи. Некоторые темы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– расчёт разветвлённой цепи постоянного тока с одним источником ЭДС;</li> <li>– определение эквивалентного сопротивления разветвлённой цепи;</li> <li>– расчёт неразветвлённой цепи постоянного тока, содержащей активные и реактивные сопротивления.</li> </ul> <p><b>Нелинейные цепи постоянного тока.</b> Графоаналитические методы расчёта нелинейных цепей (методы эквивалентных преобразований, пересечения характеристик, линеаризации).</p> <p><b>Магнетизм</b></p> <p><b>Магнитные цепи.</b> Расчёт параметров магнитных цепей, например, однородной неразветвлённой магнитной цепи, неоднородной магнитной цепи, разветвлённых магнитных цепей.</p> <p><b>Электромагнитная индукция.</b> Явления самоиндукции и взаимной индукции, расчёт неразветвлённых цепей при наличии взаимной индукции.</p> <p><b>Исследование катушки с ферромагнитным сердечником.</b></p> <p><b>Расчёт потерь в сердечниках из ферромагнитного материала.</b></p> <p><b>Переменный ток</b></p> <p><b>Электрические цепи однофазного синусоидального тока.</b> Синусоидальные ЭДС, напряжения, токи, источники синусоидальных ЭДС, токов. Некоторые темы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– изображение синусоидальных ЭДС, напряжений, токов с помощью вращающихся векторов, векторные диаграммы;</li> <li>– установившийся синусоидальный ток в резисторе, индуктивности, конденсаторе;</li> <li>– мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока, активная, реактивная и полная мощности;</li> <li>– условия передачи максимальной мощности от источника к приёмнику.</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	---

						<p><b>Комплексный метод расчёта электрических цепей при установившихся синусоидальных токах.</b> Последовательное соединение элементов <math>R</math>, <math>L</math>, <math>C</math>, закон Ома в комплексной форме, комплексное сопротивление.</p> <p><b>Резонанс и частотные характеристики.</b> Резонанс в неразветвлённой цепи, частотные характеристики с последовательным соединением <math>R</math>, <math>L</math>, <math>C</math>, резонанс при параллельном соединении <math>R</math>, <math>L</math>, <math>C</math>.</p> <p><b>Электроника</b></p> <p><b>Полупроводниковые приборы.</b> Исследование входных и выходных характеристик биполярного транзистора.</p> <p><b>Электронные выпрямители и стабилизаторы.</b> Расчёт схемы одно- и двухполупериодных выпрямителей, определение величины коэффициента сглаживания и коэффициента выпрямления схемы при различных конфигурациях схем выпрямления.</p> <p><b>Электронные генераторы и измерительные приборы.</b> Исследование формы выходного сигнала электронных генераторов, принципы и схемы получения импульсных сигналов различных конфигураций.</p> <p><b>Расчёт сечений проводов и кабелей</b> по допустимой нагрузке и потере напряжений.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i></p> <p><b>Электрические цепи постоянного тока.</b> Например, исследование линейных цепей с резисторами, последовательного соединения катушки индуктивности и резистора, конденсатора и резистора.</p> <p><b>Однофазные электрические цепи синусоидального тока.</b> Можно рассмотреть условия возникновения резонанса напряжений в неразветвлённой цепи синусоидального тока и способы его получения.</p> <p><b>Трёхфазные цепи. Магнитные цепи.</b> Например, изучение схем соединения элементов трёхфазного устройства в звезду и треугольник, маркировки, направлений ЭДС, токов и напряжений, фазных и линейных токов и напряжений, соотношений между ними.</p> <p><b>Расчёт параметров катушек с ферромагнитным сердечником.</b> Можно рассмотреть, например, параметры последовательной схемы замещения ка-</p>
--	--	--	--	--	--	---

						<p>тушки с сердечником из стали, подключённой к сети синусоидального напряжения, или полные и удельные потери в стали магнитной цепи для динамической петли гистерезиса.</p> <p><b>Исследование режима работы трёхфазного приёмника.</b> Например, анализ режима работы трёхфазного приёмника с активной нагрузкой, соединённой в звезду, при обрыве фазы приёмника, или режима работы трёхфазного приёмника с нагрузкой, соединённой в треугольник, при обрыве одной фазы приёмника.</p> <p><b>Задачи</b></p> <p>Для самостоятельных работ можно использовать задачи, связанные с расчётом параметров электрических цепей, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Определить эквивалентное сопротивление</b> цепи, если три резистора с сопротивлением <math>R = 10 \text{ Ом}</math> соединены последовательно.</li> <li>• <b>Рассчитать токи в ветвях</b> электрической схемы, если <math>E_1 = 62 \text{ В}</math>, <math>E_3 = 80 \text{ В}</math>, <math>R_1 = 2 \text{ Ом}</math>, <math>R_2 = 0,5 \text{ Ом}</math>, <math>R_3 = 4 \text{ Ом}</math>.</li> <li>• <b>Определить ток в сопротивлении <math>R_5</math></b> схемы, если <math>E_1 = 50 \text{ В}</math>, <math>E_2 = 100 \text{ В}</math>, <math>E_4 = 100 \text{ В}</math>, <math>R_1 = R_6 = 10 \text{ Ом}</math>, <math>R_2 = R_3 = 20 \text{ Ом}</math>, <math>R_5 = 3,3 \text{ Ом}</math>.</li> <li>• <b>Определить параметры последовательной схемы замещения</b> катушки с сердечником из стали, подключённой к сети синусоидального напряжения, если <math>I = 0,1 \text{ А}</math>, <math>U = 100 \text{ В}</math>, <math>P = 5 \text{ Вт}</math>.</li> </ul> <p><b>Доклады, рефераты:</b></p> <p>Для самостоятельных работ можно рассмотреть, например:</p> <p><b>Исследование резистивного, индуктивного и ёмкостного элементов электрической цепи.</b> Цель — определить схемы замещения резистора, катушки индуктивности, конденсатора и их параметры.</p> <p><b>Исследование режимов работы трёхфазной цепи</b> при соединении приёмника энергии звездой с нейтральным проводом — и без него. Можно построить векторную диаграмму токов и напряжений несимметричного режима работы без нейтрального провода, проверить для неё графически соотношение токов и напряжений и сделать вывод о влиянии нейтрального провода на фазные напряжения при несимметричном и симметричном режиме работы.</p>
--	--	--	--	--	--	--

							<p><b>Исследование режимов работы трёхфазной цепи</b> при соединении приёмника электрической энергии треугольником. Можно исследовать влияние характера нагрузки на распределение токов в ветвях треугольника.</p> <p><b>Расчёт однородной неразветвлённой магнитной цепи</b>, неоднородной магнитной цепи или разветвлённых магнитных цепей.</p> <p><b>Исследование двухобмоточного трансформатора</b> в режиме холостого хода или короткого замыкания.</p>
<b>Экзамен</b>		<b>36</b>					-
<b>Итого</b>		<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	-

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ак. часы	Форма контроля
1.	Проработка теоретического материала по конспектам лекций, рекомендованной литературе, дополнительным источникам информации	25	Консультация преподавателя, устное собеседование
2.	Подготовка к практическим занятиям: поиск необходимой информации, обработка информации, написание доклада, подготовка к выступлению (дискуссии)	26	Выступление с докладом, презентация, ответы на дискуссионные вопросы
3.	Подготовка к экзамену	33,7	Устное собеседование, тестирование

Для самостоятельной работы по дисциплине (модулю) обучающиеся используют следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Учебное пособие В.Ю. Неймана «Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 2. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока». В пособии на примерах решения типовых задач рассматриваются методы расчёта линейных цепей однофазного синусоидального тока, предлагаются аналогичные задачи для самостоятельного решения с ответами.
2. Фонд оценочных и методических материалов по дисциплине «Основы электротехники».

## 7. Фонд оценочных и методических материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Темы конспекта

1. Электрические цепи постоянного тока. Электротехнические устройства постоянного тока, области применения, основные законы линейных цепей (законы Ома и Кирхгофа).

2. Однофазные электрические цепи синусоидального тока. Переменные (синусоидальные) токи, их установка и роль в современной технике, понятие о генераторах переменного тока.
3. Трёхфазные электрические цепи переменного тока. Теория трёхфазных цепей переменного тока, соединение нагрузки звездой с нейтральным проводом, несимметричные режимы в трёхпроводной и четырёхпроводной цепях, мощность трёхфазной цепи.
4. Электрические машины переменного тока. Трансформаторы, асинхронные электродвигатели.
5. Электрические машины постоянного тока. Электродвигатель постоянного тока, генератор постоянного тока независимого возбуждения, генератор постоянного тока параллельного возбуждения.
6. Электрические аппараты. Электрические аппараты, сборка схемы реверсивного магнитного пускателя.
7. Полупроводниковые приборы. Полупроводники, полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы, тиристоры.
8. Электронные усилители и генераторы. Электронные усилители, электронные генераторы, исследование усилителя на биполярном транзисторе, исследование электронного генератора гармонических сигналов.
9. Источники питания электронных устройств. Источники питания радиоэлектронной аппаратуры.

### **Требования к конспекту**

Написание конспекта представляет собой деятельность студента по созданию обзора информации, содержащейся в объекте конспектирования, в более краткой форме. В конспекте должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы, аргументы, этапы доказательства и выводы.

### **Примерная тематика докладов, рефератов доклады:**

#### **1. Основные понятия и законы электротехники:**

Введение в электротехнику: основные термины и определения.

Законы Ома и Кирхгофа: их применение в электрических схемах.

#### **2. Электрические цепи и их элементы:**

Резистивные, индуктивные и ёмкостные элементы: характеристики и применение. Последовательное и параллельное соединение элементов.

#### **3. Методы анализа электрических цепей:**

Метод узловых потенциалов.

Метод контурных токов.

Применение программного обеспечения для анализа цепей.

#### **4. Производство и распределение электрической энергии:**

Генераторы и электродвигатели: принципы работы и применение.

Системы передачи и распределения электрической энергии.

## **5. Электромагнетизм и его применение:**

Магнитные цепи и электромагнитная индукция.

Электромагнитные устройства: реле, трансформаторы и электродвигатели.

## **6. Основы электроники и полупроводниковые приборы:**

Диоды, транзисторы и микросхемы: принципы работы и применение.

Основы цифровой электроники.

## **7. Безопасность при работе с электрооборудованием:**

Основные правила техники безопасности.

Защита от короткого замыкания и перегрузки.

## **8. Альтернативные источники энергии:**

Солнечные батареи, ветровые генераторы и другие источники.

Перспективы использования альтернативных источников в энергетике.

## **9. Энергосберегающие технологии:**

Методы и устройства для повышения энергоэффективности.

Современные энергосберегающие технологии в промышленности и быту.

## **10. История развития электротехники:**

Основные вехи и достижения в развитии электротехники.

Вклад выдающихся учёных в развитие отрасли.

## **11. Исследование резистивного, индуктивного и ёмкостного элементов электрической цепи.**

## **12. Исследование режимов работы трёхфазной цепи при соединении приёмника энергии звездой с нейтральным проводом — и без него.**

## **13. Исследование режимов работы трёхфазной цепи при соединении приёмника электрической энергии треугольником.**

## **14. Исследование двухобмоточного трансформатора в режиме холостого хода или короткого замыкания.**

### **Требования к докладу**

Доклад – средство, позволяющее проводить самостоятельный поиск материалов по заданной теме, реферировать и анализировать их, и доносить полученную информацию до окружающих. Доклад готовится по одной из проблем, находящихся в пределах обсуждаемой темы. Студент должен показать, что известно по этому поводу в науке, какие вопросы еще не освещены. Одним из условий, обеспечивающих успех практических занятий, является совокупность определенных конкретных требований к докладам студентов. Эти требования должны быть достаточно четкими и в то же время не настолько регламентированными, чтобы сковывать творческую мысль, насаждать схематизм. Перечень требований к выступлению студента:

- связь выступления с предшествующей темой или вопросом;
- раскрытие сущности проблемы;
- методологическое значение для научной, профессиональной и практической деятельности.

Важнейшие требования к выступлениям студентов – самостоятельность в подборе фактического материала и аналитическом отношении к нему, умение

рассматривать примеры и факты во взаимосвязи и взаимообусловленности, отбирать наиболее существенные из них. Приводимые студентом примеры и факты должны быть существенными, по возможности перекликаться с программой подготовки. Примеры из области наук, близких к программе подготовки студента, из сферы познания. Выступление студента должно соответствовать требованиям логики. Четкое вычленение излагаемой проблемы, ее точная формулировка, неукоснительная последовательность аргументации именно данной проблемы, без неоправданных отступлений от нее в процессе обоснования, безусловная доказательность, непротиворечивость и полнота аргументации, правильное и содержательное использование понятий и терминов.

## Требования к реферату

### Структура реферата

Обязательные разделы (в строгой последовательности):

1. **Титульный лист** — первая страница с ключевыми данными:
  - полное название учебного заведения;
  - факультет, направление подготовки, курс;
  - вид работы («Реферат», выделяется жирным);
  - тема работы;
  - Ф. И. О. студента;
  - группа/курс;
  - Ф. И. О. научного руководителя/преподавателя;
  - город и год написания (в нижней части страницы).
2. **Содержание (оглавление)** — размещается после титульного листа:
  - заголовок «Содержание» по центру, прописными буквами;
  - перечисление всех разделов и подразделов с указанием страниц;
  - автоматическое форматирование нумерации;
  - выравнивание по ширине.
3. **Введение** (объемом до 1 страницы):
  - актуальность темы (обоснование выбора и значимости);
  - цель работы (чётко сформулированная задача);
  - задачи (конкретные действия для достижения цели);
  - структура работы (краткий перечень разделов).
4. **Основная часть** (2–4 раздела):
  - каждый раздел посвящён отдельному аспекту темы и имеет собственное название;
  - ссылки на авторитетные источники (учебники, научные статьи и т.д.);
  - допустимо использование схем, таблиц, графиков;
  - краткие выводы в конце каждого раздела;
  - нумерация разделов — арабскими цифрами (1, 2, 3...), подразделов — с внутренней нумерацией (1.1, 1.2 и т.д.).
5. **Заключение** (1–2 страницы):
  - выводы по каждой поставленной задаче;

- общий итог работы;
- анализ достижения цели;
- оценка значимости темы и личного вклада;
- рекомендации для дальнейшего изучения (при необходимости).

6. **Список литературы** (оформляется по ГОСТу):

- учебники, научные статьи, энциклопедии, справочники, официальные сайты, статистические сборники, документы;
- заголовок «Список литературы» — жирным шрифтом, по центру;
- источники нумеруются по алфавиту или по мере появления в тексте;
- отступ слева — 1,25 см, выравнивание — по левому краю;
- между записями — пустая строка.

7. **Приложения** (если есть) — дополнительные материалы:

- таблицы, схемы, иллюстрации, фотоматериалы;
- на все приложения в основной части должны быть ссылки;
- номер приложения размещают в правом верхнем углу над заголовком после слова «Приложение».

**Технические требования к оформлению**

- **Формат страницы:** А4.
- **Шрифт:** Times New Roman, размер 14.
- **Межстрочный интервал:** 1,5.
- **Поля:**

левое — 3 см;

правое — 1 см;

верхнее и нижнее — по 2 см.

- **Абзацный отступ:** 1,25 см.
- **Выравнивание текста:** по ширине.
- **Нумерация страниц:** снизу, по центру (титульный лист не нумеруется, но считается первой страницей).
- **Формат файла:** .docx или .pdf.

**Объём:** 10–20 страниц (зависит от уровня подготовки и глубины темы).

**Дополнительные рекомендации:**

1. Используйте шаблоны из методических рекомендаций кафедры или сайта университета – они учитывают актуальные требования.
2. Проверяйте **идентичность заголовков** в содержании и в тексте работы.
3. Следите за **грамотностью** и стилем изложения: текст должен быть лаконичным, чётким, без избыточных описаний и разговорных оборотов.
4. При использовании **иллюстративного материала** (таблиц, графиков) обязательно подписывайте их и делайте ссылки в тексте.
5. Перед сдачей проверьте:
  - сквозную нумерацию страниц;
  - наличие всех обязательных разделов;
  - корректность ссылок на источники и приложения;
  - соответствие оформления ГОСТ и требованиям учебного заведения.

**Вопросы для самостоятельного изучения:**

### 3 семестр

#### Примерные вопросы для опроса:

1. Области применения электротехнических устройств, определение линейных и нелинейных электрических цепей, разветвлённые и неразветвлённые цепи.
2. Источники электрической энергии.
3. Напряжение на участке цепи, закон Ома.
4. Законы Кирхгофа.
5. Эквивалентные преобразования пассивных участков цепи, параллельное и последовательное соединение.
6. Энергия и мощность в электрической цепи, баланс мощностей.
7. Режимы работы электрической цепи.
8. Преобразование звезды в треугольник и преобразование треугольника в звезду.
9. Метод контурных токов.
10. Замена нескольких параллельных ветвей, содержащих источники ЭДС одной эквивалентной.
11. Метод двух узлов.
12. Принцип и метод наложения.
13. Метод эквивалентного активного двухполюсника.
14. Нелинейные электрические цепи, методы расчёта нелинейных электрических цепей.
15. Переменный ток, основные понятия, среднее значение.
16. Представление синусоидальной величины с помощью вращающихся радиус-векторов.
17. Краткие сведения о комплексных числах.
18. Комплексное изображение синусоидальных функций времени.
19. Электрическая цепь с R-элементом.

#### Критерии для опроса

Опрос – фронтальная форма контроля, представляющая собой ответы на вопросы преподавателя в устной форме.

*Оценка «отлично»* выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется при помощи научного категориально-понятийного аппарата, изложен последовательно, логично, доказательно, демонстрирует авторскую позицию студента.

*Оценка «хорошо»* выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен

последовательно, логично и доказательно, однако допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

*Оценка «удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен научным языком. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.

*Оценка «неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности между различными объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

### **Критерии для практической работы**

Практическая работа - работа студента, направленная на решение задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

*Продвинутый уровень («отлично»)*. Обучающийся глубоко и прочно освоил материал выполненной практической работы, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с полученными практическими данными, свободно справляется с типовыми вопросами по теме практической работы, причем не затрудняется с ответом при возможном видоизменении заданий.

*Углубленный уровень («хорошо»)*. Обучающийся твердо знает материал выполненной практической работы, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на типовые вопросы, правильно применяет теоретические положения при постановке задания по практической работе, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий, при обосновании полученных данных возникают незначительные затруднения в использовании изученного материала.

*Базовый уровень («удовлетворительно»)*. Обучающийся имеет фрагментарные знания по материалам практической работы, но не усвоил основные детали деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении представленного материала.

*Нулевой уровень («неудовлетворительно»)*. Обучающийся не владеет материалом по теме практической работы.

**Примерные вопросы к экзамену (темы дисциплины включенные в экзаменационные билеты):**

**Электрические цепи постоянного тока.** Например, законы линейных цепей постоянного тока (законы Ома и Кирхгофа), энергия и мощность в цепи постоянного тока, режимы работы цепи.

1. Что представляет собой электрическая цепь, из каких элементов она состоит?
2. Что характеризуют понятием «электродвижущая сила», чему численно равна ЭДС?
3. Что понимают под напряжением на некотором участке цепи, что представляет собой электрический ток?
4. Какой электрический ток называют постоянным (переменным), чему равна величина (сила) электрического тока?
5. Что характеризуют понятиями «сопротивление  $R$ », «индуктивность  $L$ », «ёмкость  $C$ »?
6. Какие элементы электрической цепи называют идеальными, чем они отличаются от реальных элементов?
7. Какие элементы электрических цепей называют линейными, объяснить, почему?
8. По каким причинам характеристики резисторов, индуктивных катушек и конденсаторов оказываются нелинейными?
9. Что представляет собой схема замещения электрической цепи, чем она отличается от обычной схемы той же цепи, привести пример?
10. Сформулировать признаки последовательного и параллельного соединений элементов.
11. Что представляют собой условные положительные направления ЭДС, напряжений и токов, каким образом и для чего их задают?
12. Что представляет собой двухполюсник, какие бывают двухполюсники, как определяют параметры активного (пассивного) двухполюсника в цепи постоянного тока?
13. Какой режим работы цепи называют номинальным, какие величины обычно определяют номинальный режим?
14. В каком случае режим работы цепи называют согласованным, в каких цепях этот режим выгоден, а в каких — нет, объяснить, почему?
15. Привести выражение закона Ома для участка цепи с ЭДС, объяснить, от чего зависит режим работы источника в подобной ветви.
16. Привести две формулировки I закона Кирхгофа, объяснить, при каком условии уравнения, составленные по I закону Кирхгофа, будут независимыми.
17. Привести две формулировки II закона Кирхгофа, объяснить, в каких случаях применяется каждая из формулировок.
18. Объяснить, когда источники ЭДС и тока работают как источники энергии, а когда — как приёмники энергии.

19. Показать, как в линии передачи постоянного тока напряжение на приёмнике зависит от величины его сопротивления.

### **Однофазные цепи синусоидального тока.**

1. Какими величинами характеризуется синусоидально изменяющийся ток (напряжение, ЭДС)?
2. Как определить действующее значение синусоидального тока (напряжения, ЭДС)? Зависит ли действующее значение от начальной фазы или частоты синусоидального тока?
3. Дайте определение понятия «сдвиг фаз» синусоидальных величин.
4. Запишите связь между мгновенным значением напряжения и тока на линейном резисторе. Какой закон устанавливает эту связь?
5. Запишите связь между мгновенным значением напряжения и тока на индуктивном элементе (линейной катушке) при действии переменных ЭДС. Какой закон устанавливает эту связь?
6. Дайте определение конденсатора как элемента электрической цепи переменного тока. В чём различие понятий «ёмкостной элемент» и «ёмкость»?
7. Изложите основы комплексного метода расчёта. Дайте определение комплексной амплитуды, комплекса действующего значения тока, напряжения, ЭДС. Как перейти от мгновенного значения синусоидальной величины к соответствующим комплексным величинам?
8. Дайте понятие мгновенной, полной, активной и реактивной мощности. Что такое треугольник мощностей?
9. В каком случае говорят, что цепь настроена в резонанс? Какое условие должно выполняться в таком случае?

### **Некоторые задачи, которые могут быть включены в экзамен:**

1. Мгновенные значения тока и напряжения на входе двухполюсника равны:  $u = 120\sin 314t + 50^\circ$  В,  $i = 60\sin 314t - 35^\circ$  А. Построить кривые изменения напряжения и тока во времени, определить сдвиг фаз между напряжением и током, период, частоту, амплитудные и действующие значения величин.
2. Конденсатор ёмкостью  $C$  и катушка с параметрами  $R = 10$  Ом и  $L = 0,032$  Гн включены последовательно к источнику синусоидального напряжения, действующее значение которого  $U = 100$  В, при частоте 50 Гц. Определить ёмкость конденсатора, при которой в цепи возникнет резонанс напряжений, и величину тока  $I$ .
3. Определить действующее и мгновенное значения тока в последовательной цепи для двух значений частоты питающего источника:  $f = 50$  Гц и  $f = 100$  Гц, если  $u = 127$  В,  $r_1 = 20$  Ом,  $r_2 = 30$  Ом,  $L = 0,12$  Гн,  $C = 130$  мкФ.

### **Трёхфазные цепи.**

1. В чём заключаются основные преимущества трёхфазных систем перед однофазными системами?
2. В чём выражается свойство уравновешенности трёхфазных систем?

3. Какие существуют схемы соединения в трёхфазных цепях?
4. Какие схемы соединения обеспечивают автономность работы фаз нагрузки?
5. Указать соотношения между фазными и линейными величинами в трёхфазных цепях по схеме «треугольник» для симметричной и несимметричной нагрузок.
6. Что будет, если поменять местами начало и конец одной из фаз генератора при соединении в «треугольник», и почему?
7. Нарисовать схемы для измерения активной мощности в трёхфазных цепях при соединении нагрузки «треугольником» для симметричного и несимметричного режимов работы.
8. Как рассчитать активную и реактивную мощности трёхфазной электрической цепи по схеме «треугольник»?
9. Как рассчитать трёхфазную цепь по схеме «треугольник» в заданном аварийном режиме?
10. Нарисовать векторную диаграмму фазных напряжений симметричного потребителя по схеме «треугольник» при обрыве заданной фазы.
11. С какой целью используются компенсаторы реактивной мощности?
12. Изменится ли режим работы приёмника при включении в схему поперечного компенсатора реактивной мощности?
13. Как изменится ток, потребляемый трёхфазной цепью от генератора, при включении компенсатора?
14. Нарисовать качественную векторную диаграмму фазных и линейных токов в симметричной трёхфазной цепи по схеме «звезда» с резистивно-индуктивной нагрузкой при наличии компенсатора реактивной мощности.

#### **Линейные цепи с периодическими несинусоидальными напряжениями и токами.**

1. Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов в электрических цепях. Например, несинусоидальность источника питания, наличие в цепи нелинейного элемента, элементы с периодически изменяющимися параметрами.
2. Разложение периодических несинусоидальных функций в ряд Фурье. В общем случае ряд содержит постоянную составляющую, основную (первую) гармонику и высшие гармоники, частота которых в целое число раз больше частоты первой гармоники.
3. Характеристики несинусоидальных величин: действующее значение, коэффициент формы, коэффициент амплитуды, коэффициент искажения.
4. Резонансные явления в цепях несинусоидального тока. Например, резонанс на  $K$ -й гармонике — режим работы, при котором ток  $K$ -й гармоники на входе цепи совпадает по фазе с  $K$ -й гармоникой действующей на входе ЭДС.

### **Примеры задач**

1. Определить действующие значения несинусоидальных токов в цепи.
2. Рассчитать активную, реактивную и полную мощности в цепи несинусоидального тока.
3. Записать мгновенные значения несинусоидальных напряжений или токов как сумму мгновенных значений всех составляющих, найденных при рассмотрении постоянной составляющей и каждой гармоники в отдельности.
4. Продемонстрировать отличия в результатах измерений напряжений и токов приборами электромагнитной, магнитоэлектрической и индукционной систем для электрической цепи несинусоидального тока.

### **Переходные процессы в электрических цепях.**

1. Когда в электрических цепях могут возникнуть переходные процессы?
2. Сформулируйте законы коммутации, как они применяются для расчёта переходных процессов?
3. Объясните, как произвести расчёт переходного процесса классическим методом?
4. Что такое независимые начальные условия и как они рассчитываются?
5. Что такое зависимые начальные условия и как их можно найти?
6. Как можно найти принуждённую составляющую искомой реакции?
7. Как составить характеристическое уравнение?
8. Какой вид может иметь свободная составляющая реакции в цепях второго порядка?
9. Объясните, как рассчитать переходный процесс операторным методом?
10. Как составить операторную схему замещения цепи и по ней найти изображение по Лапласу искомой реакции?
11. Как проверить полученное изображение по Лапласу искомой реакции?
12. Как сделать переход от изображения по Лапласу к функции времени для искомой реакции?
13. От чего и как зависит длительность переходного процесса в цепи первого порядка?
14. Чему равна постоянная времени последовательной RL- и RC-цепи, если  $R = 1 \text{ Ом}$ ,  $L = 0,1 \text{ Гн}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$ ?
15. Как проводится расчёт переходного тока в последовательной RC-цепи при подключении в ней источника постоянного напряжения операторным методом?
16. Что такое переходная характеристика цепи и как её рассчитать?
17. Как можно рассчитать переходный ток на входе цепи, подключаемой к источнику с произвольным законом изменения его напряжения от времени?

### **Нелинейные цепи постоянного тока.**

1. Какие электрические цепи называют нелинейными?
2. Как определить статическое и дифференциальное сопротивления нелинейного элемента?

3. Справедливы ли законы Кирхгофа для нелинейных электрических цепей?
4. Как осуществляется замена пассивного двухполюсника, содержащего линейные и нелинейные резисторы, эквивалентным нелинейным элементом?
5. Опишите сущность метода пересечения характеристик.
6. Какие ограничения имеет расчёт нелинейных цепей методом линеаризации?
7. Применим ли метод эквивалентного двухполюсника для нелинейных цепей?
8. Что означает режим холостого хода для нелинейной цепи? Как рассчитать напряжение холостого хода нелинейной цепи?
9. Что означает режим короткого замыкания для нелинейной цепи? Как рассчитать ток короткого замыкания нелинейной цепи?
10. Какие методы используют для анализа нелинейных резистивных цепей постоянного тока?
11. Какая последовательность расчёта графическим методом нелинейной цепи с последовательным соединением резисторов?
12. Какая последовательность расчёта графическим методом нелинейной цепи с параллельным соединением резисторов?
13. Какой алгоритм анализа цепи со смешанным соединением нелинейных резисторов?

#### **Цепи с распределёнными параметрами.**

1. Определение цепей с распределёнными параметрами. Такие цепи, в которых энергии электрического и магнитного полей, а также необратимые преобразования энергии (потери в виде тепла) распределены равномерно или неравномерно вдоль цепи (её длины). К цепям с распределёнными параметрами относят ЛЭП, линии телефонной связи, антенны приёмно-передающих устройств, обмотки электрических машин и трансформаторов.
2. Характеристики цепей с распределёнными параметрами. Каждый бесконечно малый элемент длины характеризуется сопротивлением, индуктивностью, а между проводами — ёмкостью и проводимостью. Если параметры цепи распределены вдоль линии равномерно, то такая длинная линия называется однородной.
3. Уравнения однородной линии. Напряжение и ток линии зависят не только от времени, но и от пространственной координаты  $x$  (от точки линии).
4. Синусоидальные напряжения и токи в линии. Если линия подключена к источнику синусоидального напряжения с частотой  $f$ , то напряжение и ток установившегося режима изменяются по синусоидальному закону с той же частотой.

5. Представление напряжений и токов в виде прямой и обратной составляющих. Это математический приём, который облегчает анализ таких цепей.

### **Примеры задач**

1. Задача на расчёт распределения действующих и мгновенных значений тока и напряжения вдоль линии. Например, задание на определение падающих и отражённых волн, коэффициента отражения, энергетических характеристик.
2. Задача на расчёт переходных процессов в цепях с распределёнными параметрами. Указание на расчёт падающих или прямых волн напряжения и тока, а также на расчёт переходного процесса в нагрузке.
3. Задача на расчёт стоячих волн в линии. Указание на особенности свойств линий без искажений и потерь, возможности образования стоячих волн в линии.

### **Рекомендации по подготовке к экзамену**

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся АОУ ВО ЛО «ГИЭФПТ». При подготовке к экзамену студент обязан повторить пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на экзамен и содержащихся в данной программе. Для этой цели используется конспект лекций и литература, рекомендованная преподавателем. При необходимости студент может обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю. К экзамену допускается студент, выполнивший все задания. Экзамен проводится в форме устного собеседования по заранее утвержденным на кафедре билетам.

### **Требования к экзамену**

Выбор формы и порядок проведения экзамена осуществляется кафедрой.

Оценка знаний студента в процессе экзамена осуществляется исходя из следующих критериев:

- умение сформулировать определения понятий, данных в вопросе, с использованием специальной лексики, показать связи между данными понятиями;
- способность дать развернутый ответ на поставленный вопрос с соблюдением логики изложения материала;
- проанализировать и сопоставить различные точки зрения на поставленную проблему;
- умение аргументировать собственную точку зрения, иллюстрировать высказываемые суждения и умозаключения практическими примерами.

### **Шкала оценивания экзамена**

Критерии оценки экзамена следующие:

**«Отлично»** — если обучающийся выполнил задания, сформулированные преподавателем, демонстрирует глубокие знания по теме (разделу) дисциплины.

плины, грамотно и логично излагает материал, даёт последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы. Задача решена. Освоен уровень всех составляющих компетенций: ПК-2., ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3., ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

**«Хорошо»** — если обучающийся выполнил задания, сформулированные преподавателем, демонстрирует прочные знания по теме (разделу) дисциплины, грамотно и логично излагает материал, даёт последовательный и полный ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы. Задача решена. Освоен уровень всех составляющих компетенций: ПК-2., ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3., ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

**«Удовлетворительно»** — если обучающийся частично выполнил задания, сформулированные преподавателем, демонстрирует знания основного материала по теме (разделу) дисциплины, даёт неполный, недостаточно аргументированный ответ, не делает правильные обобщения и выводы, ответил на дополнительные вопросы. Задача решена не полностью, но продемонстрирована правильная последовательность в решении. Освоен уровень всех составляющих компетенций: ПК-2., ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3., ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

**«Неудовлетворительно»** — если обучающийся частично выполнил или не выполнил задания, сформулированные преподавателем, демонстрирует разрозненные знания по теме (разделу) дисциплины, допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя, не делает обобщения и выводы, не ответил на дополнительные вопросы. Задача не решена. Не освоен базовый уровень всех составляющих компетенций: ПК-2., ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3., ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

Комплект заданий и этапов формирования компетенции представлен в Фонде оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, оформленный отдельным документом, представлен в приложении к РПД.

Работа с печатными изданиями для обучающегося может быть связана с трудностями в области доступа к современной научной печатной литературе. В связи с развитием научно-технического прогресса в такой ситуации надлежит воспользоваться материалами, находящимися в открытом доступе сети Internet. Также необходимо учитывать, что по состоянию на сегодняшний день многие справочные правовые системы содержат не только текст нормативных актов, но и научные статьи по различным вопросам (например, СПС «Консультант Плюс»). Одновременно следует обратить свое внимание на публичные библиотеки, предоставляющие возможность доступа к электронным версиям печатных источников. В силу кратковременности изучения и значительного объема данной учебной дисциплины кафедра настоятельно рекомендует систематически, а не эпизодически работать над изучением курса.

## **8. Перечень основной, дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

### **а) основная литература:**

1. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника: учебник / М. В. Гальперин. - 2-е изд. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. - 480 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-660-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1057214>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

Рыбков, И. С. Электротехника: учебное пособие / И.С. Рыбков. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2022. - 160 с. – (Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00144-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093284>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

### **б) дополнительная литература:**

1. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника: учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин, П.Д. Саркисова; под редакцией П.Д. Саркисова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 479 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-010416-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1853549>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. Маркелов, С. Н. Электротехника и электроника: учебное пособие / С. Н. Маркелов, Б. Я. Сазанов. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 267 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014451-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/982772>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

### **в) ресурсы сети «Интернет»:**

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». <https://biblioclub.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань». <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Znanium». <https://znanium.com/>
4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». <https://www.elibrary.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт». <https://biblio-online.ru/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная подготовка обучающихся проводится для углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, для выработки навыков самостоятельного применения новых, дополнительных знаний и подготовки к предстоящим учебным занятиям, зачету.

Важным условием успешного изучения дисциплины является посещение лекций. Под посещением подразумевается не форма пассивного присут-

ствия, а активная работа по изучению нового материала. Подготовка к лекционным занятиям включает в себя анализ предлагаемых для изучения вопросов, изучение нормативных источников и учебной и научной литературы по рассматриваемым вопросам лекции. В процессе лекции обучающийся может задавать уточняющие вопросы, осуществить взаимосвязь нового материала с уже изученным, подготовить базу для эффективного использования полученных знаний, облегчить подготовку к практическому занятию. Эффективным способом фиксации лекционного материала является конспектирование, представляющее собой не только фиксацию важнейших моментов лекции, но и указание примеров для понимания того или иного теоретического материала.

При подготовке к практическому занятию необходимо использовать конспектированные материалы лекций, учебную и научную литературу. Подготовка ответов по выносимым на обсуждение вопросам практического занятия включает в себя не только прочтение материала, но и его анализ и критическую оценку. Обучающемуся следует выявить малоизученные аспекты рассматриваемых вопросов, проявить инициативу при подготовке к практическому занятию.

При подготовке к практическим занятиями рекомендуется систематизировать знания, изображая их в табличном, графическом или схематичном виде. Это позволит установить взаимосвязь изучаемых явлений, упростит задачу запоминания материала, облегчит процесс практического применения полученных знаний.

Задачей практических занятий является выработка умения использовать теоретические знания, проявить наличие практических навыков. При подготовке к практическому занятию следует заблаговременно обеспечить наличие необходимо для данного занятия материала, самостоятельно повторить ранее изученные темы.

Для успешного освоения дисциплины важным является умение работать с терминами и их определениями. Для работы с терминологией эффективным является использование как учебной и научной литературы, так и словарей.

Работа с терминами может осуществляться в форме составления собственных тематических словариков для удобства и скорости поиска необходимого термина. С этой целью необходимо каждый новый встречающийся термин записывать и во время подготовки к семинарским и практическим занятиям указывать соответствующее определение. В случае возникновения сложности выбора определения из имеющегося объема в рамках научного знания необходимо задавать вопросы преподавателю в рамках лекционных и практических занятий.

Интерактивные формы проведения занятий по дисциплине «Основы электротехники» включают в себя следующие виды занятий:

- *интерактивные лекции*, предполагают использование метода проблемного изложения. При таком подходе лекция становится похожей на диалог, преподавание имитирует исследовательский процесс (выдвигаются первоначально несколько ключевых постулатов по теме лекции, изложение выстраивается по

принципу самостоятельного анализа и обобщения студентами учебного материала). Эта методика позволяет заинтересовать студента, вовлечь его в процесс обучения. Противоречия научного познания раскрываются посредством постановки проблемы. Учебная проблема и проблемная ситуация являются основными структурными компонентами проблемного обучения. Перед началом изучения определенной темы курса ставится перед студентами проблемный вопрос или дается проблемное задание. Стимулируя разрешение проблемы, преподаватель снимает противоречия между имеющимся ее пониманием и требуемыми от студента знаниями. Эффективность такого метода в том, что отдельные проблемы могут подниматься самими студентами. Главный успех данного метода в том, что преподаватель добивается от аудитории «самостоятельного решения» поставленной проблемы;

– *анализ задания*, когда используется метод индукции, т.е. при объяснении нового материала и формировании понятий, мысль студента движется от единичного к общему, от частных суждений к обобщениям. Подбирая задания, которые служат исходным материалом для выявления тех или иных закономерностей или вывода правил, преподаватель в интерактивной форме побуждает студентов к анализу предложенного материала. В ходе обсуждения студенты должны сделать необходимые обобщения и выводы.

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Основы электротехники» представлены в ФОММ.

При подготовке к промежуточному или итоговому тестированию необходимо изучить теоретический и практический материал. Открытые тестовые задания (без вариантов ответов) выявляют умение решать типовые задания. Закрытые тестовые задания (с перечнем возможных вариантов ответов, среди которых хотя бы один ответ является неверным) обеспечивают структурность мышления, вынужденного выбрать из предложенных вариантов ответ все правильные варианты. Тестовые задания на установление соответствия подразумевают необходимость проявления не только знания учебного материала, но и умения применять правила формальной логики.

Эффективным способом для подготовки к тестированию является работа обучающегося по решению тестовых заданий, предоставленных для самостоятельной работы. Также при подготовке к такой форме контроля знаний, как решение тестовых заданий, следует самостоятельно попытаться проработать рассматриваемые в дисциплине вопросы в форме составления тестовых заданий.

При подготовке к экзамену следует иметь в виду, что он является итоговой формой контроля по изучению данной учебной дисциплины. Экзамен подразумевает максимальную концентрацию знаний и умений, предполагающих полное изучение материала дисциплины.

Экзамен может проходить как в форме собеседования, так и в форме тестирования. Билеты к экзамену разрабатываются преподавателем, ведущим дисциплину и ежегодно утверждаются кафедрой до начала учебного года.

Решение преподавателя об итоговой аттестации (экзамене) принимается по результатам всего собеседования на основе полноты и достоверности изложенного ответа и проявленных умений практического применения теоретических знаний.

Рекомендуется, наряду с печатными изданиями, использовать электронные библиотечные системы, а также ресурсы сети Интернет.

## **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины «Основы электротехники» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Институт обеспечивает:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения, а также пребывание в указанных помещениях. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

## **11. Перечень информационных технологий, профессиональных баз данных, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- 1) Операционная система (Microsoft Windows Проприетарная);

- 2) Пакет офисных программ Microsoft Office (MS Word, MS Excel, MS Power Point, MS Access, MS Publisher и др. Проприетарная);
- 3) Программное обеспечение для просмотра электронных документов в стандарте PDF (Foxit Reader GNU Lesser General Public License);
- 4) Web-браузер (Mozilla Firefox GNU Lesser General Public License);
- 5) Автоматизированная информационная библиотечная система Marc21SQL;
- 6) Справочно-правовая система «Консультант Плюс»;
- 7) Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com>
- 8) Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библио метрическая) база данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>
- 9) Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## 12. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование
<b>Специализированные аудитории:</b>
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / компьютерный класс / помещение для самостоятельной работы*
<b>Технические средства обучения:</b>
компьютеры с программным обеспечением, указанным в п.11
<b>Специализированные аудитории:</b>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации*
<b>Технические средства обучения:</b>
экран настенный
мультимедийный проектор
компьютер с программным обеспечением, указанным в п.11

\* Аудитории конкретизируются в справке МТО