

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Электротехника и электроника»

**Направления подготовки**  
«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Очная

## Цель освоения дисциплины

Подготовка бакалавров по профилю «Теплоэнергетика и теплотехника», обладающих знанием законов электрических и магнитных цепей и навыками правильного использования этих законов при проектировании и эксплуатации сложных систем и устройств; формирование мировоззрения в части представлений о полевой форме материи, изучение свойств поля и законов электромагнитной теории поля.

## Место дисциплины в структуре ООПВО

Дисциплина «Электротехника и электроника» изучается студентами в шестом семестре.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения курса «Электротехника и электроника» составляют дисциплины математического и естественнонаучного модуля - «Высшая математика», «Физика», «Информатика».

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	З-ОПК-6 Знать: средства измерения электрических и неэлектрических величин У-ОПК-6 Уметь: выбирать средства измерения и проводить измерения электрических и неэлектрических величин В-ОПК-6 Владеть: навыками проведения измерений, обработки результатов измерений и оценки их погрешности
ОПК-3	Способен применять соответствующий физикоматематический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	З-ОПК-3 Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-3 Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов В-ОПК-3 Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать принципы функционирования и применения современных информационных технологий У-ОПК-1 Уметь применять информационные технологии для решения профессиональных задач В-ОПК-1 Владеть навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности

## Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессио-	- формирование глу-	Использование воспита-	1. Организация научно-

<p><b>нальное и трудовое воспитание</b></p>	<p>бокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(B14)</b></p>	<p>тельного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач.</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul>	<p>практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли.</p> <p>2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства.</p> <p>3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов</p>
<p><b>Профессиональное и трудовое воспитание</b></p>	<p>- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии <b>(B15)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том чис-</li> </ul>	<p>1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли.</p> <p>2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства.</p> <p>3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов</p>

		ле практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	
--	--	--	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1,2	Электрические цепи постоянного и однофазного синусоидального тока	108/16	16/8	8/8	8	49/27	УО	25
2	3,4	Трехфазные цепи четырехполюсники, несинусоидальные токи, переходные процессы	108/16	16/8	8/8	8	49/27	УО	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>216/32</b>	<b>32/16</b>	<b>16/16</b>	<b>16</b>	<b>98/54</b>	<b>Э</b>	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
УО	Устный опрос
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Лекция 1. Введение 1. Интегральные величины электромагнитного поля, применяемые в теории электрических цепей 2. Элементы схем замещения электрических цепей 3. Геометрические элементы схем замещения	2	1-11
Лекция 2. Основные законы линейных электрических цепей постоянного тока 1. Закон Ома 2. Первый закон Кирхгофа 3. Второй закон Кирхгофа 4. Закон Ома для активной цепи 5. Баланс мощностей	2	1-11

<p>Лекция 3. Методы расчета токов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод непосредственного использования законов Кирхгофа</li> <li>2. Метод узловых потенциалов</li> <li>3. Метод напряжения между двумя узлами</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 4. Методы расчета токов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод эквивалентных преобразований для расчета схем с трехполюсниками</li> <li>2. Метод наложения</li> <li>3. Метод эквивалентного генератора</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 5. Способы изображения и параметры синусоидальных электрических величин</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преимущества переменного тока</li> <li>2. Способы представления гармонических функций</li> <li>3. Действующие и средние значения гармонических величин</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 6. Приемники в схемах замещения цепей синусоидального тока</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Идеальный резистор или резистивный элемент</li> <li>2. Индуктивный элемент либо идеальная индуктивная катушка</li> <li>3. Идеальный конденсатор либо емкостный элемент</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 7. Анализ цепи с последовательным соединением приемников</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные законы цепей переменного тока</li> <li>2. Построение векторной диаграммы</li> <li>3. Треугольники сопротивлений и мощностей</li> <li>4. Резонанс напряжений</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 8. Анализ цепи с параллельным соединением приемников</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные законы</li> <li>2. Построение векторной диаграммы</li> <li>3. Треугольники проводимостей и мощностей</li> <li>4. Резонанс токов</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 9. Расчет цепей синусоидального тока</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цепь с одним источником энергии</li> <li>2. Цепь с несколькими источниками энергии</li> <li>3. Мощности в цепях синусоидального тока</li> <li>4. Понятие о коэффициенте мощности и способах его улучшения</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 10. Электрические цепи с взаимной индуктивностью</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения</li> <li>2. Анализ цепи с последовательным соединением индуктивно связанных катушек</li> <li>3. Расчет электрических цепей при наличии взаимной индуктивности</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 11. Трехфазные цепи</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достоинства трехфазных цепей</li> <li>2. Трехфазный генератор</li> <li>3. Классификация и способы включения в трехфазную цепь приемников</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 12. Расчет трехфазных цепей</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соединение фаз приемника треугольником</li> <li>2. Соединение звездой трехпроводной</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 13. Расчет трехфазных цепей</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соединение звездой четырехпроводной с нейтральным проводом без сопротивления</li> <li>2. Мощности трехфазных цепей</li> <li>3. Способы измерения активной мощности</li> </ol>	2	1-11
<p>Лекция 14. Электрические цепи при несинусоидальных периодических воздействиях</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Причины возникновения</li> <li>2. Способы изображения несинусоидальных периодических функций</li> </ol>	2	1-11

3. Действующие значения несинусоидальных периодических токов и напряжений 4. Коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные функции 5. Мощности в цепях несинусоидального тока 6. Расчет однофазных цепей при несинусоидальных периодических воздействиях		
Лекция 15. Четырехполюсники при синусоидальных воздействиях 1. Четырехполюсники и их основные уравнения 2. Определение коэффициентов уравнений связи четырехполюсника	2	1-11
Лекция 16. Характеристические параметры четырехполюсника 1. Режим четырехполюсника под нагрузкой 2. Характеристические сопротивления 3. Постоянная передачи четырехполюсника 4. Уравнения четырехполюсника в гиперболических функциях	2	1-11

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Тема 1. Расчет цепей постоянного тока Метод эквивалентных преобразований. Метод напряжения между двумя узлами. Метод узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора.	4	1-12
Тема 2. Однофазные цепи синусоидального тока Расчет действующих значений токов и напряжений. Анализ резонансных режимов. Анализ цепей с взаимной индуктивностью.	4	1-12
Тема 3. Расчет трехфазных цепей Расчет трехфазной цепи при соединении фаз приемника треугольником. Расчет трехфазной цепи при соединении звездой четырехпроводной с нейтральным проводом. Расчет трехфазной цепи при соединении звездой трехпроводной.	4	1-12
Тема 4. Переходные процессы Классический метод расчета переходных процессов. Определение длительности переходного процесса.	4	1-12

### Перечень лабораторных работ

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Тема 1. Ознакомление с комплектом типового лабораторного оборудования	4	1-12
Тема 2. Измерение сопротивлений, токов, напряжений и мощности в цепи постоянного тока	4	1-12
Тема 3. Цепь постоянного тока с последовательным, параллельным	4	1-12

и смешанным соединением резисторов		
Тема 4. Трехфазные цепи	4	1-12

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Сигнальные графы. Преобразования сигнальных графов. Формула Мезона.	10	1-11
Составление уравнений по первому и второму законам Кирхгофа в дифференциальной и комплексной формах при наличии магнитной связи между катушками. Резонанс в магнитно-связанных колебательных контурах.	11	1-11
Многополосники. Передаточные функции активных КС- фильтров в нормированном виде.	11	1-11
Магнитное поле катушки с синусоидальным током, получение кругового вращающегося магнитного поля. Изучение принципа работы асинхронного двигателя.	11	1-11
Резонансные явления при несинусоидальных токах, расчет линейных цепей при воздействии модулированных колебаний.	11	1-11
Метод пространства состояний, системные функции и понятие о видах чувствительности, обобщенные функции и их применение к расчету переходных процессов.	11	1-11
Основные сведения по теории сигналов	11	1-11
Переходные процессы в электрических цепях, содержащих линии с распределенными параметрами	11	1-11
Стабилизаторы тока и напряжения, усилитель постоянного напряжения.	11	1-11
Контроль	54	

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

### **Образовательные технологии**

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в соответствии с рабочим учебным планом составляет 18 часов лекционных и практических занятий.

Интерактивная лекция представляет собой выступление лектора с демонстрацией слайдов (презентация) по следующим темам в соответствии с календарным планом 3 семестра и 4 семестра.

Презентация - один из эффективных способов донесения информации при проведении лекционных занятий. Слайд презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать информацию, которую несет презентация и его ключевые содержательные пункты.

При выполнении практических заданий по всем темам курса предполагается использование метода проектов, заключающегося в выполнении индивидуальных заданий. При обсуждении итогов выполнения заданий на практических занятиях предполагается использовать метод дискуссии

### **Фонд оценочных средств**

При текущем контроле успеваемости используются следующие виды оценочных средств:

ЛР - лабораторная работа: техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом. По результатам выполнения лабораторной работы проводится оценка те-

кущей успеваемости, которая суммируется к результатам аттестации разделов.

РГР – расчетно-графическая работа: средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Оценка решенных контрольных заданий суммируется к результатам аттестации разделов.

На этапе аттестации разделов используются:

УО — устный опрос: список вопросов по дисциплине, позволяющий определить уровень знаний и умений обучающегося.

Аттестация при зачете и экзамене проводится по вопросам. На экзамене вопросы формируют экзаменационные билеты.

Текущий контроль успеваемости и аттестация разделов проводится на текущих лабораторных и практических занятиях в соответствии с календарным планом.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Электрические цепи постоянного и однофазного синусоидального тока	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	Устный опрос (устно)
3	Трехфазные цепи четырехполюсники, несинусоидальные токи, переходные процессы	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	Устный опрос (устно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	3-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1	Вопросы к экзамену (письменно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

#### ***Перечень вопросов входного контроля***

1. Что такое напряженность электрического поля?
2. Что такое потенциал электростатического поля?
3. Дать определение силы тока, напряжения.
4. Какой ток называется постоянным, переменным?
5. Запишите теорему Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме.
6. Классификация материалов по способности проводить электрический ток.
7. Что такое поляризация диэлектриков?
8. Дать определение ЭДС.
9. Что такое электрическая емкость?
10. Сформулировать закон Ома для пассивного и активного участков цепи.
11. Какое соединение проводников называется последовательным?
12. Какое соединение проводников называется параллельным?
13. Как измерить силу тока?
14. Как измерить напряжение?
15. Дать определение мощности электрического тока.
16. Дайте определение полезной мощности и мощности потерь.
17. Почему уменьшение потерь мощности в линиях электропередачи достигается за счет повышения напряжения в передающей электростанции?
18. Дать определение вектора магнитной индукции, модуля вектора магнитной индукции, магнитно-



го потока.

19. Сформулировать правило буравчика, правило правой руки, правило левой руки.
20. Как сформулировать закон Ампера, правило Ленца?
21. Дать определение электромагнитной индукции, самоиндукции.
22. Классификация материалов по магнитным свойствам.
23. Сформулируйте закон полного тока.
24. Что такое индуктивность?
25. Что такое трансформатор?
26. Как определить полное сопротивление колебательного контура?
27. Что такое резонанс?
28. Привести пример вычисления определителя  $3 \times 3$ .
29. Привести пример умножения комплексных чисел.
30. Привести пример деления комплексных чисел.
31. Формы представления комплексных чисел.
32. Из каких составляющих состоит решение линейного дифференциального уравнения первого порядка?
33. Что такое разложение периодической функции в ряд Фурье?
34. Записать  $\operatorname{rot} A =$
35. Записать  $\operatorname{div} A =$

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме устного опроса.

Примерный перечень вопросов:

#### Раздел 1

1. Какая цепь называется линейной?
2. Как заменить источник тока эквивалентным источником ЭДС?
3. Сформулируйте 1 и 2 законы Кирхгофа. Пример применения.
4. Закон Ома для активного участка цепи. Пример применения.
5. Приведите пример составления уравнений по законам Кирхгофа для цепи переменного тока в дифференциальной и символической формах.
6. Как применить законы Кирхгофа для анализа резистивных цепей.
7. В чем суть метода узловых потенциалов?
8. Как применить метод контурных токов для анализа цепей?
9. Как рассчитать цепь методом двух узлов?
10. В чем заключается метод наложения?
11. Сформулируйте теорему Гельмгольца-Тевенена (теорему об эквивалентном генераторе).
12. Докажите, что в линейной электрической цепи токи двух любых ветвей связаны между собой линейной зависимостью.
13. Как определяются входные и взаимные проводимости ветвей?
14. Сформулируйте принцип взаимности.
15. Что такое потенциальная диаграмма?
16. В чем суть баланса мощности?
17. Как обеспечить согласованный режим работы активного двухполюсника и нагрузки?
18. Дать определение цепи переменного синусоидального тока.
19. Записать выражение для индуктивного и емкостного сопротивлений в комплексной форме.
20. Как рассчитать полное комплексное сопротивление цепи. Как определяются проводимости в цепях переменного тока?
21. Как определяется величина тока в цепи с последовательным соединением с сопротивлением  $R$ , реальной катушки индуктивности с индуктивностью  $L$  и активным сопротивлением  $r_k$ , конденсатора с емкостью  $C$ ?
22. Сформулируйте условие резонанса при последовательном соединении  $R, L, C$ . Как изменяется ток при изменении частоты.
23. От каких параметров зависит угол сдвига фаз  $\varphi$  между током и напряжением?
24. Что такое добротность контура, характеристическое сопротивление контура?
25. Какова физическая интерпретация понятия «полосы пропускания»?

26. Как составляются уравнения при наличии магнитосвязанных катушек в дифференциальной и символической формах?
27. Сформулируйте условие резонанса токов. Как изменяется ток при изменении частоты.
28. Дайте определение частотной характеристики цепи.
29. Постройте частотную характеристику цепи, состоящей из последовательно соединенных  $L$  и  $C$ .
30. Постройте частотную характеристику цепи для параллельного соединения  $L$  и  $C$ .
31. Как рассчитывается и измеряется мощность в цепи переменного тока?
32. Как компенсировать реактивную мощность?

## Раздел 2

1. Запишите шесть форм записи уравнений четырехполюсника, покажите для них положительные направления отсчета токов и напряжений и поясните, в каких случаях каждая форма имеет преимущества перед остальными?
2. Какие четырехполюсники называют взаимными, невзаимными, симметричными и несимметричными?
3. Как опытным путем определить коэффициенты  $A$ -,  $Z$ -,  $Y$ -,  $H$ -,  $G$ -,  $B$ -форм записи?
4. Физический смысл  $H$  параметров четырехполюсника.
5. Каким образом, зная коэффициенты одной формы записи, определить коэффициенты другой формы записи?
6. Прокомментируйте схемы замещения пассивных четырехполюсников.
8. Что понимают под  $Z^{c1}$  и  $Z^{c2}$  несимметричного четырехполюсника и как их определить через коэффициенты  $A, B, C, D$  и через входные сопротивления?
9. Запишите уравнения для симметричного четырехполюсника через гиперболические функции.
10. Запишите уравнения для несимметричного четырехполюсника через гиперболические функции.
11. Что понимают под постоянной передачи симметричного четырехполюсника?
12. В каких единицах измеряют затухание? Как эти единицы связаны между собой?
13. Дайте характеристику операционному усилителю как элементу электрической цепи.
14. Каким расчетным схемным эквивалентным может быть замещен операционный усилитель?
15. Охарактеризуйте свойства управляемых источников напряжения и тока.
16. Дайте определения фильтров. Классификация фильтров.
17. Дайте определение полосы прозрачности и полосы затухания. Как расчетным путем найти границы прозрачности для фильтров НЧ и ВЧ.
18. Используя частотные свойства конденсатора и катушки индуктивности, объяснить работу ФНЧ Т-типа.
19. Используя частотные свойства конденсатора и катушки индуктивности объяснить работу ФВЧ П-типа.
20. Показать зависимость коэффициента затухания и коэффициента фазы от частоты для ФНЧ.
21. Показать зависимость коэффициента затухания и коэффициента фазы от частоты для ФВЧ.
22. Начертите графики изменения  $Z_c$ ,  $a$  и  $b$  в функции частоты  $\omega$  для всех известных типов фильтров.
23. Как по схеме  $k$ - фильтра определить, к какому типу он принадлежит?
24. В чем преимущества  $m$ -фильтров перед  $k$ - фильтрами?
25. Чем принципиально отличается RC-фильтр от  $m$ - и  $k$ - фильтров?
26. Что понимают под активными RC-фильтрами и каковы их достоинства?
27. Дайте определение трехфазной симметричной системы ЭДС. Какими достоинствами объясняется широкое распространение систем в энергетике?
28. Что понимают под линейным и нулевым проводами, линейными и фазовыми напряжениями и токами?
29. Соотношения между фазными и линейными величинами при соединении приемников по схеме звезда.
30. Соотношения между фазными и линейными величинами при соединении приемников по схеме треугольник.
31. Что понимают под активной и полной мощностями трехфазной системы?
32. Способы включения ваттметров для измерения активной мощности в четырехпроводных и трехпроводных трехфазных электрических цепях.

33. Назначение нейтрального провода.
34. Как изменятся напряжения и токи потребителя электроэнергии в четырехпроводной трехфазной симметричной системе при отключении нейтрального провода?
35. Охарактеризуйте условия получения трехфазного кругового вращающегося поля.
36. Что свойственно прямой, нулевой и обратной последовательностям фаз?
37. Как разложить несимметричную трехфазную систему на три симметричных
38. В каких случаях следует ожидать возникновения несинусоидальных токов и напряжений в электрических цепях?
39. Изложите основные положения, на которых основывается методика расчета линейных цепей при периодических несинусоидальных воздействиях.
40. В каком случае возникают колебания, называемые биениями?

#### **Критерии оценки:**

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.
2. Количество правильных ответов.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена в 3.

#### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

1. Электрическая цепь. Источники ЭДС и тока. Приемники электрической энергии.
2. Эквивалентные преобразования в резистивных цепях.
3. 1 и 2 законы Кирхгофа. Пример применения.
4. Закон Ома для активного участка цепи. Пример применения.
5. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа.
6. Метод свертывания.
7. Метод контурных токов.
8. Метод узловых потенциалов и метод узлового напряжения.
9. Понятие о входных и взаимных проводимостях ветвей. Входное сопротивление.
10. Принцип наложения и метод наложения.
11. Теорема взаимности.
12. Линейные соотношения в электрических цепях.
13. Теорема Тевенена-Гельмгольца. Метод эквивалентного генератора.
14. Баланс мощности. Потенциальная диаграмма.
15. Передача энергии от активного двухполюсника к нагрузке. Режимы работы электрической цепи.
16. Цепи однофазного синусоидального тока. Определения мгновенного, амплитудного, действующего, среднего значений. Фаза, начальная фаза, сдвиг фаз, коэффициенты амплитуды и формы.
17. Мощности в цепях переменного тока. Мгновенная, активная, реактивная, полная мощности. Коэффициент мощности. Расчет и измерение мощности.
18. Включение  $R$  в цепь переменного тока.
19. Включение  $L$  в цепь переменного тока.
20. Включение  $C$  в цепь переменного тока.
21. Понятие о комплексных сопротивлениях и проводимостях. Треугольники сопротивлений и проводимостей.
22. Законы Кирхгофа и Ома в цепях переменного тока.
23. Составления уравнений по законам Кирхгофа для цепи переменного тока в дифференциальной и символической формах.
24. Методы расчета цепей переменного тока. Потенциальная диаграмма.
25. Резонанс токов. Компенсация сдвига фаз.
26. Резонанс напряжений. Характеристическое сопротивление, добротность, полоса пропускания, расстройка контура.
27. Частотные характеристики цепи.
28. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
29. Составление уравнений по законам Кирхгофа при наличии магнитосвязанных катушек в дифференциальной и символической формах?
30. Последовательное согласное и последовательное встречное включение катушек.
31. Трансформаторы. Вносимые сопротивления.

32. Четырехполосники А, Z, Y, H, G, В форм. Уравнения, способы соединения четырехполосников.
33. Переход от одной формы уравнений четырехполосника к другой.
34. Схемы замещения четырехполосников. Определение коэффициентов через параметры схемы замещения.
35. Характеристические параметры четырехполосника.
36. Уравнения симметричного четырехполосника, записанные через гиперболические функции.
37. Операционные усилители как активные четырехполосники. Схема замещения операционного усилителя.
38. Расчет инвертирующего ОУ, неинвертирующего ОУ, повторителя напряжения.
39. Фильтры. Определения. Классификация фильтров.
40. Понятие о К и М фильтрах. Основы теории К фильтров.
41. Активные фильтры.
42. Расчет ФНЧ и ФВЧ.
43. Нелинейные цепи постоянного тока.
44. Расчет нелинейной цепи при последовательном соединении нелинейных элементов.
45. Расчет нелинейной цепи при параллельном соединении нелинейных элементов.
46. Расчет нелинейной цепи при смешанном соединении нелинейных элементов.
47. Трехфазные цепи. Определения в трехфазных цепях. Какими достоинствами объясняется широкое распространение трехфазных цепей в энергетике?
48. Соотношения между фазными и линейными величинами при соединении приемников по схеме звезда и треугольник.
49. Назначение нейтрального провода. Как изменятся напряжения и токи потребителя электроэнергии в четырехпроводной трехфазной симметричной системе при отключении нейтрального провода?
50. Расчет трехфазной цепи. Общий случай.
51. Расчет трехфазной четырехпроводной цепи при соединении приемников звездой.
52. Расчет трехфазной трехпроводной цепи при соединении приемников звездой.
53. Расчет трехфазной цепи при соединении приемников треугольником.
54. Расчет и измерение мощности в трехфазных цепях.
55. Разложение несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз.
56. Метод симметричных составляющих.
57. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях. Изображение несинусоидальных токов и напряжений с помощью рядов Фурье.
58. Расчет токов и напряжений при несинусоидальных источниках питания.
59. Действующие значения несинусоидального тока и несинусоидального напряжения. Величины, которые измеряют амперметры и вольтметры при несинусоидальных токах. Активная мощность несинусоидального тока.
60. Биения.
61. Модуляция.
62. Амплитудно - импульсная модуляция. Неравенство Котельникова.
63. Особенности работы трехфазных систем, вызываемых гармониками, кратными трем.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на экзамене)	Требования к знаниям
100-90	«отлично»	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
89-70	«хорошо»	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	«удовлетворит	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно

	ельно»	полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.
--	--------	--

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учебное пособие / Г.И. Атабеков. – 9-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 592 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/119286/#1>
2. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника: Учеб. для бакалавров / О. П. Новожилов. - М.: Изд-во Юрайт, 2012. - 653 с. URL: <https://urait.ru/bcode/425261>
3. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник для вузов / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/156932/#1>
4. Электроника : учебное пособие / составители П. Н. Покоев, В. А. Куликов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2020. — 112 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/158606/#1>

### Дополнительная литература:

5. Аполлонский С.М. Теоретические основы электротехники. Практикум: учебное пособие / С.М. Аполлонский. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 320 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/93583/#1>
6. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учеб. для бакалавров / Л.А. Бессонов. - 11-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2012 - 701 с. URL: <https://urait.ru/bcode/378231>
7. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учеб. для бакалавров / Л.А. Бессонов. - 11-е изд. - М.: Юрайт, 2012. - 317 с. URL: <https://urait.ru/bcode/375844>
8. Гаврилов Л.П. Расчет и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК. Учебное пособие для студентов машиностроительных вузов / Л.П. Гаврилов, Д.А. Соснин. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. - 448 с. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/335482/reading>
9. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/130188/#309>
10. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов [и др.] ; под ред. И. П. Копылова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Юрайт, 2011. - 767 с. URL: <https://urait.ru/bcode/424396>

### Учебно-методические пособия:

11. Электрические цепи постоянного тока [Текст] : метод. указ. и зад. к вып. контр. раб. по курсам: "Теоретические основы электротехники", "Электротехника", "Электротехника и электроника", "Электротехника и промышленная электроника", "Электротехника, электроника и электропривод" для студ. техн. спец. и напр. всех форм обуч./сост.: Большакова В. Ю. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. - 28 с.

## Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Для проведения лекционных занятий используется аудитория №413.

процессор - AMD Athlon (tm) 64x2, 3800+2.03GHz

оперативная память – 4,00Gb..

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Комплекс мультимедийный в составе компьютер с колонками, проектор и экран.

Практические и лабораторные занятия проводятся в лаборатории «Электротехника и основы электроники» (ауд.421)

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторное оборудование:

- 1.Стенд ЭОЭ5-С-К «Электротехника и основы электроники: электрические и магнитные цепи,

основы электроники, электрические машины и привод»

- 2.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 1
- 3.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 2
- 4.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 3
- 5.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 4
- 6.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 5
- 7.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 6
- 8.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 7
- 9.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 8
- 10.Лабораторный стенд ЛЭС-4 № 9.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### **2. Указания для выполнения лабораторных работ**

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

#### **3. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

4. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

### **2. Указания для проведения лабораторных занятий.**

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### **3. Указания для проведения практических занятий**

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты вовремя практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчетов выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

#### 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил доцент Щеголев С.С.

Рецензент: доцент Губатенко М.С.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.