МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Озерский технологический институт** –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ОТИ НИЯУ МИФИ)**

*КАФЕДРА Электрификации промышленных предприятий*

Актуализировано УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой ЭПП Директор ОТИ НИЯУ МИФИ

Ивойлов В.Н. И.А. Иванов

« » 20 г. « » 20 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Электротехника

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки | 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств |
|  |  |
| Профиль подготовки | Технология машиностроения |
|  |  |
| Наименование образовательной программы |  |
|  |  |
| Квалификация выпускника | бакалавр |
|  |  |
| Форма обучения | Очная |

г. Озерск

2021 год

1. **Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Электротехника» является получение представления о расчетах электрических и магнитных цепей, принципах работы и расчете характеристик трансформаторов и электрических машин для последующего применения этих знаний в эксплуатации, проектировании и создании измерительных приборов.

1. **Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

«Входящими» знаниями, необходимыми для успешного изучения дисциплины «Электротехника» являются:

знания тем высшей математики: матрицы, комплексные числа, дифференциальные уравнения 1-го порядка, неопределенные и определенные интегралы,

знания тем школьной физики: электродинамика и электромагнитное поле,

знания из информатики: пакеты MathCad или Excel,

знания тем логики: понятия, операции над понятиями, деление и классификация.

Знания дисциплины «Электротехника» являются «входящими» для усвоения дисциплины Электронные схемы

1. **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Электротехника»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ОПК-1** | Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | З-ОПК-1 Знать современные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий  У-ОПК-1 Уметь провести сравнительный анализ и выбрать современные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий  В-ОПК-1 Владеть методами поиска, сбора, анализа информации о современных методах рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф, и применения их в профессиональной деятельности |
| **ПК-7** | Способен участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств | З-ПК-7 Знать кинематическую структуру и компоновку станков и другого технологического оборудования, системы управления ими; средства для контроля, испытаний, диагностики и адаптивного управления оборудованием машиностроительных производств; нормативную базу по эксплуатации средств и систем машиностроительных производств, электрооборудования  У-ПК-7 Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтопригодности технических элементов и систем; разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации средств и систем машиностроительных производств  В-ПК-7 Владеть навыками оформления результатов испытаний вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств и принятия соответствующих решений; навыками разработки и оформления документации по эксплуатации |

**3.2 Теоретические (формируемые полностью и измеряемые)**

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основные задачи анализа электрических цепей.

Уметь: решать основные задачи анализа электрических цепей.

Владеть:

* методами решения основных задач анализа электрических цепей:

Расчет линейных электрических цепей: по законам Кирхгофа, по контурным токам, по узловым потенциалам, символическим (комплексным) методом.

* методами решения основных задач анализа магнитных цепей:

Алгоритмы решения прямой и обратной задач расчета магнитной цепи при постоянном потоке.

* пониманием работы некоторых электротехнических устройств:

Конструкция, принцип работы, основные уравнения, описывающие работу трансформатора, машин постоянного и переменного тока.

Демонстрировать способность и готовность к самостоятельному обучению и освоению информации по данному направлению.

**4. Структура и содержание дисциплины «Электротехника»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел дисциплины Электротехника и промышленная электроника | Семестр | Неделя семестра | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Формы текущего контроля успеваемости | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел |
|  | Весь курс | 3 | 1-17 | 16 | 18 | 16 | экзамен |  | 100 |
| 1 | Электрические линейные цепи постоянного тока | 3 | 1-4 | 4 | 4 | 4 | 1 КР, 1 ЛР, 1 Т |  | 8 |
| 2 | Электрические линейные цепи переменного тока | 3 | 5-8 | 2 | 4 | 8 | 1 КР, 2 ЛР, 2 Т |  | 7 |
| 3 | Электрические трехфазные линейные цепи переменного тока | 3 | 9,10 | 2 | 4 | 0 | 1 СР |  | 7 |
| Промежуточная аттестация | | 3 | 9-10 | Накопительная: выполнено >70% заданий текущего контроля | | | | | 22 |
| 4 | Магнитные цепи с постоянным магнитным потоком и нелинейные цепи постоянного тока | 3 | 11 | 2 | 2 | 0 | 1 СР |  | 7 |
| 5 | Трансформаторы | 3 | 13 | 2 | 2 | 4 | 1 СР, 1 ЛР, 1 Т |  | 7 |
| 6 | Электрические машины постоянного тока | 3 | 14 | 2 | 0 | 0 | 1 СР |  | 7 |
| 7 | Электрические машины переменного тока | 3 | 15 | 2 | 2 | 0 | 1 СР, 1 Т |  | 7 |
| ИТОГО | | 3 | 17 |  |  |  | 2КР, 4СР, 4Т, 4ЛР |  | 50 |
| Экзамен | | 3 | 17 | Итоговое тестирование | | | | | 50 |

**План лекций**

Лекция 1

Задача и структура дисциплины. Электрическая цепь постоянного тока и ее элементы. Электрическая мощность и энергия. Топологические элементы цепи. Закон Ома для участка цепи с ЭДС. Законы Кирхгофа. Баланс мощностей. Методы преобразования при расчете электрических цепей. Расчет разветвленных цепей по законам Кирхгофа.

Лекция 2

Расчет разветвленных цепей методом контурных токов, методом узловых потенциалов. Метод эквивалентного генератора.

Лекция 3

Метод последовательного преобразования схемы с одним источником. Метод наложения. Метод пропорциональных величин. Передача максимальной мощности от источника к потребителю.

Лекция 4

Основные понятия и определения в цепи синусоидального тока. Действующие значения синусоидального тока и напряжения. Особенности электромагнитных процессов в цепи синусоидального тока. Идеализированные элементы цепи. Комплексные изображения синусоидальных функций времени. Синусоидальный ток в резистивном, емкостном и индуктивном элементах. Векторные диаграммы. Закон Ома для действующих и комплексных действующих значений напряжений и токов. Законы Кирхгофа для цепи синусоидального тока. Мощности в цепи синусоидального тока.

Лекция 5

Законы Ома и Кирхгофа для последовательного соединения элементов в цепи синусоидального тока. Векторные диаграммы. Методы расчета цепей синусоидального тока. Законы Ома и Кирхгофа для параллельного соединения элементов в цепи синусоидального тока. Векторные диаграммы.

Лекция 6

Понятие о трехфазных электрических цепях. Соединение потребителей звездой и треугольником при симметричной нагрузке. Соединение потребителей звездой и треугольником при несимметричной нагрузке. Аварийные режимы. Роль нейтрального провода.

Лекция 7

Магнитные цепи. Допущения и законы расчета магнитных цепей. Прямая и обратная задачи расчета магнитных цепей.

Лекция 8

Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Режимы холостого хода, короткого замыкания и нагрузки, уравнения электрического состояния обмоток. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери мощности и КПД трансформатора.

Лекция 9

Электрические машины постоянного тока, обратимость машин. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока, способы возбуждения. Пуск двигателей. Основные характеристики, регулирование скорости вращения якоря. Потери мощности, КПД двигателя.

Лекция 10

Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. Вращающий момент, скольжение, пуск, регулирование скорости вращения. Механическая характеристика. КПД асинхронного двигателя. Работа однофазного асинхронного двигателя.

Лекция 11

Устройство и принцип действия синхронного двигателя. Пуск двигателей. Основные характеристики. Потери мощности, КПД двигателя. Устройство и принцип действия синхронного генератора. Выбор двигателя.

**План практических занятий**

Занятие 1. Расчет электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.

Занятие 2. Расчет неразветвленных цепей синусоидального тока.

Занятие 3. Расчет трехфазных цепей синусоидального тока.

Занятие 4. Расчет магнитных цепей постоянного потока

Занятие 5. Расчет однофазного трансформатора.

Занятие 6. Асинхронный двигатель

**План лабораторных работ**

1. Исследование электрических цепей постоянного тока (4 часа).
2. Исследование неразветвленных цепей переменного тока (4 часа).
3. Исследование разветвленных цепей переменного тока (4 часа).
4. Трансформаторы (4 часа).

**5. Образовательные технологии**

В соответствии с целью, компетенциями и с учетом особенностей контингента студентов образовательные технологии включают в себя лекционные занятия, на которых студенты выступают как пассивные участники учебного процесса, практические и лабораторные занятия, на которых студенты проявляют свою активность.

Часы самостоятельной работы студентов предусматривают просмотр лекций и практических занятий, работу с учебной и методической литературой, выполнение индивидуальных домашних заданий, подготовка и составление отчетов по лабораторным работам, отработку на скорость тестовых заданий в компьютерном варианте, проверка знаний с помощью федеральной тестовой программы на сайте fepo.ru, составление списка формул, схем и другой подобной информации на листе формата А4 для использования ее на зачете.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид занятия | | Цель занятия |
| Аудиторные занятия | Лекции | Изложение нового материала |
| Практические занятия | отработка методов анализа цепей, которая обязательно заканчивается контрольными работами, позволяющими судить об успешности усвоения этих методов |
| Лабораторные работы | получение навыков экспериментального изучения материала и соотнесения его с известным теоретическим |
| Самостоятельная работа | просмотр лекций и практических занятий | Разбор и оформление записанной информации, подготовка к практическим занятиям, лабораторным занятиям и к зачету |
| Индивидуальные домашние задания | самостоятельный анализ предложенных электрических цепей |
| работа с учебной и методической литературой | Самостоятельное и/или углубленное изучение тем, подготовка к контрольным и лабораторным работам |
| Выполнение подготовительного задания к лабораторной работе | Расчет схемы, подобной реальной схеме лабораторной работы, для получения представления о величине данных, подлежащих измерению в лабораторной работе |
| составление отчетов по лабораторным работам | Работа с экспериментальными данными, формирование умения делать на их основании теоретические выводы |
| отработка на скорость тестовых заданий | Заучивание наизусть материала, который необходимо помнить всегда (основные положения и формулы) |
| Тестирование на  i-exam.ru | Подготовка к проверочному тестированию по определению остаточных знаний |
| Составление конспекта конспекта (шпаргалки) | Систематизация знаний, создание комфортных условий для сдачи зачета или экзамена |

**6. Основные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1** Электрические линейные цепи постоянного тока

Карпеев Д.Л. Сборник контрольных задач по электротехнике. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2012

Требования к решению задач и критерии оценки приведены в задачнике.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СР и КР (20 вариантов)** | **Номер задачи в задачнике** | **Страница** |
| СР1 | Задача 9 (Найти токи в схеме методом контурных токов) | Стр. 12 |
| КР1 | Задача 9 (Найти токи в схеме методом узловых потенциалов) | Стр. 12 |

Лабораторная работа №1 «Электрические цепи постоянного тока» [2]

ИДЗ№1 (<http://www.oti.ru/forstudents/tasks/ekosenko>)

Компьютерный тест по постоянному току (1шт.)

**Тема 2** Электрические линейные цепи переменного тока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СР и КР (20 вариантов)** | **Номер задачи в задачнике** | **Страница** |
| СР2 | Задача 11 | Стр. 14 |
| КР2 | Задача 12 | Стр. 15 |

Лабораторная работа №2 «Электрические цепи переменного тока. Последовательное соединение» [2]

Лабораторная работа №3 «Электрические цепи переменного тока. Параллельное соединение» [2]

ИДЗ№2 (<http://www.oti.ru/forstudents/tasks/ekosenko>)

Компьютерные тесты по переменному току (2шт.)

**Промежуточная аттестация: 9-10 недели**

**Условия аттестации студента:** написаны успешно 2 КР, выполнены 3ЛР, сданы 2 из них, выполнено и сдано 1-е ИДЗ, пройдены 3 теста.

**Тема 3** Трехфазные электрические линейные цепи переменного тока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СР и КР (20 вариантов)** | **Номер задачи в задачнике** | **Страница** |
| КР3 | Задача 16 | Стр. 19 |

**Тема 4** Магнитные цепи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СР и КР (20 вариантов)** | **Номер задачи в задачнике** | **Страница** |
| СР1 | Задача 21 | Стр. 23 |

**Тема 5** Трансформаторы.

Самостоятельная работа №2

Трехфазный трансформатор подключен к трехфазной сети напряжением Uл1.Определить вторичные линейные и фазные напряжения при схемах соединения обмоток Y/Y, Y/Δ и Δ/Y. Коэффициент трансформации n.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Uл1** | **n** |
|  | **КВ** | **-** |
| **1** | 6 | 15 |
| **2** | 6 | 14 |
| **3** | 6 | 13 |
| **4** | 6 | 12 |
| **5** | 6 | 11 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Uл1** | **n** |
|  | **КВ** | **-** |
| **6** | 6 | 10 |
| **7** | 6 | 9 |
| **8** | 6 | 8 |
| **9** | 6 | 7 |
| **10** | 6 | 6 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Uл1** | **n** |
|  | **КВ** | **-** |
| **11** | 6 | 5 |
| **12** | 10 | 20 |
| **13** | 10 | 18 |
| **14** | 10 | 16 |
| **15** | 10 | 14 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Uл1** | **n** |
|  | **КВ** | **-** |
| **16** | 10 | 12 |
| **17** | 10 | 10 |
| **18** | 10 | 8 |
| **19** | 10 | 6 |
| **20** | 10 | 4 |

Лабораторная работа №4 «Трансформаторы» [2]

Компьютерный тест по трансформаторам

**Тема 6** Электрические машины переменного тока

Самостоятельная работа №3

Трехфазный асинхронный двигатель с числом пар полюсов 2р имеет номинальную частоту вращения n2ном. Определить номинальное скольжение, частоту ЭДС, индуктируемых в фазах обмоток статора и ротора, если дана частота вращения поля статора (синхронная частота) n1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дано** | | | |
|  | **n2ном** | **2р** | **n1** |
|  | **об/мин** | **шт.** | **об/мин** |
| **1** | 2970 | 2 | 3000 |
| **2** | 2960 | 2 | 3000 |
| **3** | 2950 | 2 | 3000 |
| **4** | 2940 | 2 | 3000 |
| **5** | 2930 | 2 | 3000 |
| **6** | 2920 | 2 | 3000 |
| **7** | 1475 | 4 | 1500 |
| **8** | 1470 | 4 | 1500 |
| **9** | 1465 | 4 | 1500 |
| **10** | 1460 | 4 | 1500 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дано** | | | |
|  | **n2ном** | **2р** | **n1** |
|  | **об/мин** | **шт.** | **об/мин** |
| **11** | 1455 | 4 | 1500 |
| **12** | 1450 | 4 | 1500 |
| **13** | 1445 | 4 | 1500 |
| **14** | 1440 | 4 | 1500 |
| **15** | 975 | 6 | 1000 |
| **16** | 970 | 6 | 1000 |
| **17** | 965 | 6 | 1000 |
| **18** | 960 | 6 | 1000 |
| **19** | 955 | 6 | 1000 |
| **20** | 950 | 6 | 1000 |

**Вопросы к экзамену**

1. Основные темы курса электротехники, их краткие характеристики.

**Эл цепи постоянного тока**

1. Базовые понятия школьной физики: эл. заряд, эл. ток, эл. напряжение, ЭДС, эл. сопротивление, эл. проводимость, индуктивность, емкость, потенциал, электромагнитное поле.
2. базовые законы школьной физики: закон Ома, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, силы Ампера и Лоренца.
3. Последовательное и параллельное соединение резисторов, преобразование звезды резисторов в треугольник и треугольника в звезду.
4. Источники ЭДС и тока, их режимы работы.
5. Закон Ома для участка цепи с ЭДС.
6. 1-й и 2-й законы Кирхгофа.
7. Баланс мощностей.
8. Потенциальная диаграмма.
9. Метод расчета эл. цепей: по законам Кирхгофа.
10. метод контурных токов.
11. метод узловых потенциалов.
12. метод эквивалентного генератора.
13. Принцип наложения, принцип взаимности.

**Эл. цепи переменного тока**

1. Основные параметры цепей переменного (синусоидального) тока и их изображения в комплексной плоскости.
2. Ток, напряжение и мощность в резисторе, емкости и индуктивности.
3. Резонанс напряжений (последовательное соединение С и L).
4. резонанс токов (параллельное соединение С и L).
5. Методы расчета цепей синусоидального тока.

**Трехфазные эл. цепи**

1. Трехфазные цепи. Соотношение линейных и фазных токов и напряжений при соединении симметричной нагрузки звездой и треугольником.
2. Несимметричные нагрузки в трехфазной цепи.
3. Мощности в трехфазной цепи.

**Магнитные цепи**

1. Магнитные цепи. Допущения и законы расчета магнитных цепей.
2. Прямая и обратная задачи расчета магнитных цепей.

**трансформаторы**

1. Однофазный трансформатор. Устройство, принцип действия, основное уравнение, векторная диаграмма.
2. Опыты ХХ и КЗ. Трехфазные трансформаторы.

**Электрические машины постоянного тока**

1. Электрические машины постоянного тока. Устройство, принцип действия, основные уравнения генератора и двигателя. Способы возбуждения.
2. Двигатели постоянного тока. Механические и рабочие характеристики двигателей последовательного и смешанного возбуждения, их особенности. Пуск двигателей.

**Электрические машины переменного тока**

1. Трехфазный асинхронный двигатель. Устройство, принцип действия.
2. асинхронный двигатель. Механическая и рабочие характеристики, регулирование скорости вращения, реверсирование, пуск однофазного асинхронного двигателя, пуск трехфазного АД от одной фазы.
3. Синхронные трехфазные двигатели и генераторы. Устройство и принцип работы.
4. Синхронные трехфазные двигатели. Основные характеристики, пуск.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теоретические основы электротехники»**

Основная литература

1. Данилов, И.А. Общая электротехника: учебник для бакалавров. - М.: Издательство Юрайт, 2014.- 673 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс. (5 экз.)

2. Электротехника. Под ред. Герасимова В.Г.-М.: Высшая школа, 1982 (25 экз).

3. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н. Электротехника – М.: Энергоатомиздат, 1985 (25 экз).

4. Пономаренко В.К. Электрические цепи. Учебное пособие к лабораторным работам. – Озерск.: ОТИ МИФИ, 2000 (50 экз.)

5. Пономаренко В.К. Калинин М.Ю. Компьютерные лабораторные работы по исследованию трансформаторов и электрических машин. Учебное пособие. – Озерск.: ОТИ МИФИ, 2005 (50 экз.)

6. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач по электротехнике и основам электроники.- М.: Высшая школа, 1991 ( 15 экз), 2001 (25 экз).

Дополнительная литература:

7. Касаткин А.С. Электротехника – М.: Энергоатомиздат, 1983 (1973) (25 экз)

8. Сборник задач по общей электротехники / Под ред. Пантюшина В.С., М.:Высшая школа, 1973 (20 экз.)

9. Электротехника / Под ред. Пантюшина В.С. – М.: Высшая школа, 1976 (20 экз).

10. Карпеев Д.Л. Цепи постоянного тока в таблицах. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2008 (50 экз.)

11. Карпеев Д.Л. Цепи переменного тока в таблицах. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2009 (50 экз.)

12. Карпеев Д.Л. Магнитные цепи при постоянном потоке в таблицах. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2010 (50 экз.)

13. Карпеев Д.Л. Трехфазные электрические цепи в таблицах. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2011 (50 экз.)

14. Карпеев Д.Л. Сборник контрольных задач по электротехнике. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2012 (25 экз.)

15. Карпеев Д.Л. Электрические машины в таблицах. Учебное пособие. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2013 (50 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.oti.ru/forstudents/tasks/ekosenko> - индивидуальные домашние задания. Программы для тестирования студентов по темам «Цепи постоянного тока», «Цепи переменного тока», «Трансформаторы» и «Электрические машины».

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Электротехника, электроника и схемотехника»**

Лаборатория ТОЭ и электротехники:

12 лабораторных стендов с разработанными и методически оформленными лабораторными работами по 8-и разделам ТОЭ и электротехники,

10 персональных компьютеров с программным обеспечением, позволяющим проводить виртуальные лабораторные работы по 5-и разделам темы и описание к ним,

Плакаты.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВПО по направлению 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и профилю подготовки Технология машиностроения.

Автор Карпеев Д.Л.

Рецензент Ивойлов В.Н.

Программа одобрена на заседании УМК

кафедры от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_года, протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_