

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ЭФ

В.И. Полищук

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.15 «Теоретические основы электротехники»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.02
Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль, специализация): **Электроснабжение**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **заочная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	С.Ф. Нефедов
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПБ»	Б.С. Компанец
	руководитель направленности (профиля) программы	А.А. Грибанов

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1	Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Электрические машины, Электрический привод

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 10 / 360

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	12	12	18	318	54

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: заочная

Семестр: 4

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
6	6	6	126	23

Лекционные занятия (6ч.)

1. Модуль 1. Тема 6. Электрические цепи несинусоидального переменного тока {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[2,3,5] Определение периодических несинусоидальных токов и напряжений. Разложение в ряд Фурье. Ряд Фурье в комплексной форме. Примеры разложения симметричных функций в ряд Фурье. Действующее и среднее значение несинусоидальных токов и напряжений; коэффициенты, характеризующие форму кривой. Мощность при несинусоидальных токах и напряжениях. Баланс мощностей. Высшие гармоники в трёхфазных электрических цепях. Особенности работы трехфазных систем, вызываемые гармониками, которые кратны трём. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

2. Модуль 2. Тема 7. Нелинейные электрические цепи переменного тока (начало) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[2,3,5] Основные определения. Характеристики нелинейных активных, индуктивных и ёмкостных сопротивлений. Расчёт электрической цепи, содержащей нелинейный резистор с идеальной вольт-амперной характеристикой. Расчёт электрической цепи, содержащей нелинейную индуктивность с прямоугольной вебер-амперной характеристикой и нелинейную ёмкость с прямоугольной кулон-вольтной характеристикой. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

3. Модуль 2. Тема 7. Нелинейные электрические цепи переменного тока (окончание) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[2,3,5] Аппроксимация нелинейных характеристик. Кусочно-линейная аппроксимация, с помощью полиномов, гиперболического синуса, функций Бесселя. Характеристики нелинейных элементов по мгновенным гармоническим и действующим значениям. Расчёт нелинейных цепей по первым гармоникам. Резонансные явления в нелинейных электрических цепях. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. Феррорезонансный стабилизатор напряжения. Схема замещения и векторные диаграммы для катушки со стальным сердечником и для трансформатора. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

4. Модуль 3. Тема 8. Переходные процессы в линейных электрических цепях (начало) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[2,3,5] Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации. Принужденный и свободный режимы. Основные и не основные начальные условия. Порядок расчёта переходных процессов

классическим методом. Включение R, C цепи на постоянное напряжение. Короткое замыкание R, C цепи. Включение R, C цепи на синусоидальное напряжение. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

5. Модуль 3. Тема 8. Переходные процессы в линейных электрических цепях (продолжение) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[2,3,5] Включение R, L цепи на постоянное напряжение. Короткое замыкание R, L цепи. Включение R, L цепи на синусоидальное напряжение. Включение R, L, C цепи на постоянное напряжение. Аперриодический, критический и колебательный режимы. Включение R, L, C цепи на синусоидальное напряжение. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

6. Модуль 3. Тема 8. Переходные процессы в линейных электрических цепях (окончание) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[2,3,5] Введение в операторный метод расчёта переходных процессов. Применение преобразования Лапласа (Карсона) к расчёту переходных процессов. Нахождение оригинала по изображению. Теорема разложения Карсона–Хевисайда. Закон Ома в операторной форме. Законы Кирхгофа в операторной форме. Формула разложения. Порядок расчёта переходных процессов операторным методом. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

Практические занятия (6ч.)

7. Занятие 1 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчет трёхфазной электрической цепи при несинусоидальном напряжении трёхфазного генератора. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

8. Занятие 2 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт электрической цепи при нелинейной вольт-амперной характеристике индуктивности. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

9. Занятие 3 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт электрической цепи при нелинейной кулон-вольтной характеристике ёмкости. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

10. Занятие 4 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт сложной электрической цепи с нелинейными активными и реактивными элементами. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

11. Занятие 5 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт переходного процесса классическим методом в цепях с сосредоточенными параметрами. Расчёт свободных и принужденных токов и напряжений. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

12. Занятие 6 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Применение преобразования Лапласа к

расчёту переходных процессов. Расчёт переходного процесса в электрической цепи операторным методом. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

Лабораторные работы (6ч.)

13. Лабораторное занятие 1 {работа в малых группах} (2ч.)[5] Исследование нелинейной электрической цепи, явление феррорезонанса напряжений и использование её в качестве стабилизатора. Использование методов анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.

14. Лабораторное занятие 2 {работа в малых группах} (1ч.)[5] Исследование нелинейной электрической цепи, явление феррорезонанса напряжений и использование её в качестве стабилизатора. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

15. Лабораторное занятие 3 {работа в малых группах} (2ч.)[5] Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях. Использование методов расчёта переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.

16. Лабораторное занятие 4 {работа в малых группах} (1ч.)[5] Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Самостоятельная работа (126ч.)

17. Работа 1. Выполнение контрольной работы {разработка проекта} (40ч.)[3,5] Выполнение контрольной работы по темам: «Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях и нелинейные электрические цепи переменного тока» и «Переходные процессы в линейных электрических цепях». Цель расчетного задания: закрепление полученных знаний по пройденным темам, приобретение навыков расчета несинусоидальных и нелинейных электрических цепей, переходных процессов в линейных электрических цепях и построение графиков. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

18. Работа 2. Подготовка к проведению практических занятий и к контрольным опросам {творческое задание} (46ч.)[2,3,5] Работа включает в себя изучение (повторение) теоретических сведений по теме практического занятия и к очередному контрольному опросу. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

19. Работа 3. Подготовка к проведению и защите лабораторных работ {разработка проекта} (26ч.)[3,5] Работа включает в себя оформление отчётов по проделанным лабораторным работам, изучение теоретического материала к защите лабораторных работ. Работа проводится систематически в соответствии с

графиком учебной работы студентов с использованием учебно-методических материалов. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

20. Работа 4. Подготовка к промежуточной аттестации в период сессии {творческое задание} (9ч.)[2,3,5,6,7] Подготовка к промежуточной аттестации в период сессии. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

21. Подготовка к защите контрольной работы.(5ч.)[3,5]

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
6	6	12	192	31

Лекционные занятия (6ч.)

1. Модуль 1. Тема 9. Электрические цепи с распределенными параметрами (начало) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[3,5,7] Введение и основные определения. Составление дифференциальных уравнений для однородной линии с распределенными параметрами. Решение уравнений линии с распределенными параметрами при установившемся синусоидальном процессе. Постоянная распространения и волновое сопротивление. Формулы для определения комплексов напряжения и тока в любой точке от начала линии через комплексы напряжения и тока в начале линии. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

2. Модуль 1. Тема 9. Электрические цепи с распределенными параметрами (продолжение) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[3,5] Графическая интерпретация гиперболического синуса и гиперболического косинуса от комплексного аргумента. Формулы для определения комплексов напряжения и тока в любой точке от начала линии через комплексы напряжения и тока в конце линии. Падающие и отраженные волны в линии. Фазовая скорость. Длина волны. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

3. Модуль 1. Тема 9. Электрические цепи с распределенными параметрами (окончание) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[3,5] Линия без искажений. Согласованная линия. Определение напряжения и тока при согласованной нагрузке. Линия без потерь. Уравнения для определения напряжения и тока в линии без потерь. Входное сопротивление линии без потерь на холостом ходе и коротком замыкании. Определение стоячих электромагнитных волн. Стоячие волны в линии без потерь на холостом ходе и коротком замыкании. Аналогия между

уравнениями линии с распределенными параметрами и уравнениями четырехполюсника. Расчёт параметров линии. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

4. Модуль 2. Тема 10. Электрические фильтры {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[3,5]

Электрические фильтры, основные понятия и определения. Элементы теории электрических фильтров. Низкочастотные фильтры. Расчет фильтров нижних частот. Высокочастотные фильтры. Расчет фильтров верхних частот. Полосовые фильтры. Расчет полосовых фильтров. Заграждающие фильтры. Расчет заграждающих фильтров. Симметричные реактивные фильтры типа «К» для нижних и верхних частот. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

5. Модуль 3. Тема 11. Электрическое поле {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[3,5,6]

Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряжённость и потенциал. Поток вектора через элемент поверхности и поток вектора через поверхность. Свободные и связанные заряды. Поляризация вещества. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение Пуассона и уравнение Лапласа. Граничные условия: на границе раздела проводящего тела и диэлектрика, на границе раздела двух диэлектриков. Группы формул Максвелла. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Плотность тока и ток. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Уравнение Лапласа для электрического поля в проводящей среде. Условия на границе раздела двух диэлектриков с различными электрическими проводимостями. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

6. Модуль 4. Тема 12. Магнитное поле {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[3,5,6]

Магнитное поле постоянного тока. Основные характеристики магнитного поля. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах. Ротор напряжённости магнитного поля. Скалярный потенциал магнитного поля и уравнение Лапласа. Векторный потенциал магнитного поля и уравнение Пуассона. Векторный потенциал элемента тока. Переменное электромагнитное поле. Определение, первое уравнение Максвелла, уравнение непрерывности, второе уравнение Максвелла и комплексная форма. Теорема Умова-Пойнтинга для мгновенных значений и комплексная форма. Передача электромагнитной энергии. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

Практические занятия (12ч.)

7. Занятие 1 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт электрической цепи с распределёнными параметрами. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

8. Занятие 2 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт входного сопротивления линии при

индуктивной нагрузке. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

9. Занятие 3 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт входного сопротивления линии при индуктивной нагрузке. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

10. Занятие 4 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт входного сопротивления линии при ёмкостной нагрузке. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

11. Занятие 5 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт входного сопротивления линии при ёмкостной нагрузке. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

12. Занятие 6 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт входного сопротивления линии при активной нагрузке. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

13. Занятие 7 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт линии без искажений. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

14. Занятие 8 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт линии без потерь. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

15. Занятие 9 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт линии без потерь. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

16. Занятие 10 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт симметричного фильтра нижних частот. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

17. Занятие 11 {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[1,3,4,5] Расчёт симметричного фильтра верхних частот. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей.

18. Занятие 12 {дискуссия} (1ч.)[1,3,4,5] Обзорное занятие по использованию методов расчёта электрических цепей переменного тока. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Лабораторные работы (6ч.)

19. Лабораторное занятие 1 {работа в малых группах} (2ч.)[5] Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и по схеме «треугольник». Использование методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

20. Лабораторное занятие 2 {работа в малых группах} (1ч.)[5] Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда» и по схеме «треугольник». Использование методов анализа и моделирования линейных и

нелинейных цепей постоянного и переменного тока.

21. Лабораторное занятие 3 {работа в малых группах} (2ч.)[5] Исследование способов получения несинусоидальных токов и определение их параметров. Сопоставление результатов измерений с расчетами. Использование методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

22. Лабораторное занятие 4 {работа в малых группах} (1ч.)[5] Исследование способов получения несинусоидальных токов и определение их параметров. Сопоставление результатов измерений с расчетами. Использование методов анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.

Самостоятельная работа (192ч.)

23. Работа 1. Подготовка к лекционным занятиям, изучение специальной литературы {творческое задание} (64ч.)[3,5,6,7] Разделы или вопросы тем, подлежащие самостоятельному изучению, задаются преподавателем на лекционных занятиях по мере изучения тем дисциплины. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

24. Работа 2. Подготовка и выполнение двух домашних контрольных работ {разработка проекта} (92ч.)[3,5,6,7] Подготовка и выполнение двух домашних контрольных работ, охватывающих все темы изучаемой дисциплины по теме «Цепи с распределенными параметрами», и «Электрические фильтры». Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

25. Работа 3. Подготовка к проведению практических занятий и к контрольным опросам {творческое задание} (36ч.)[3,5] Работа включает в себя изучение (повторение) теоретических сведений по теме очередного практического занятия и выполнение заданий по теме предыдущего занятия. Студент обучается способности к использованию методов анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Теоретические основы электротехники: линейные электрические цепи: учебное пособие [Электронный ресурс] : Учебное пособие. / К. А. Клименко, Д. А. Поляков, И. Л. Захаров, О. П. Куракина. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 228 с.: ил., табл., схем., граф. –

(Учебники и учебные пособия для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: по подписке. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682276> – Загл. с экрана

2. Никольский О.К., Куликова Л.В., Нефедов С. Ф. Теоретические основы электротехники: учебное пособие для вузов. Направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». 3-е издание, переработанное и дополненное [Электронный ресурс]: Учебное пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2017.— Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Nikolskiy_TeorOsnEl_up.pdf, авторизованный

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

3. Теоретические основы электротехники : учебник : [16+] / И. Я. Лизан, К. Н. Маренич, И. В. Ковалева [и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 627 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618546> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0663-5. – Текст : электронный

4. Матафонова, Е. П. Теоретические основы электротехники : учебное пособие / Е. П. Матафонова, А. В. Попов ; г. т. Дальневосточный. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2020. – 240 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615572>. – Библиогр.: с. 235. – ISBN 978-5-88871-740-0. – Текст : электронный

6.2. Дополнительная литература

5. Нейман, В. Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 2. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока : учебное пособие / В. Ю. Нейман. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. – 150 с. – ISBN 978-5-7782-1225-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/45173.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6. 30 лекций по теории электрических цепей [Электронный ресурс]: Электронный учебник / А.Б. Новгородцев – Режим доступа: http://eelib.narod.ru/toe/Novg_2.01/index.htm – Загл. с экрана.

7. Теоретические основы электротехники и электроники [Электронный ресурс] / К.А. Хайдаров – Режим доступа: <http://bourabai.ru/toe/> – Загл. с экрана.

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».