

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.18 «Электрические машины»**

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

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

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	заведующий кафедрой	Б.С. Компанеец
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПБ»	Б.С. Компанеец
	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-4.3	Анализирует установившиеся режимы работы двигателей, генераторов и трансформаторов, использует знание их режимов работы и характеристик

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Теоретические основы электротехники, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Электрическая часть электростанций и подстанций, Электроснабжение

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: 8 / 288

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	64	32	0	192	114

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

Форма обучения: очная

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
Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная	

	работы	занятия	работа	(час)
32	16	0	96	57

Лекционные занятия (32ч.)

- 1. Машины постоянного тока(2ч.)[1,2,3]** Основные понятия, законы и правила, лежащие в основе дисциплины. Конструкция простейшей электрической машины. Принцип работы генератора. Принцип работы двигателя. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 2. Магнитная цепь машины постоянного тока(2ч.)[1,2,3]** Создание магнитного поля. Участки магнитной цепи. Магнитное сопротивление. Рассеивание магнитного поля. Расчет магнитной цепи. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 3. Якорные обмотки машин постоянного тока(2ч.)[1,2,3]** Виды обмоток. Построение обмоток. Расположение щеток и полюсов. Различные технические, энергоэффективные и экологические требования. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 4. Магнитное поле машины при нагрузке(2ч.)[1,2,3]** Создание магнитного поля. Реакция якоря. Виды реакции. Негативные последствия и способы улучшения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 5. Коммутация(2ч.)[1,2,3]** Явление коммутации. Причины возникновения искрения. ЭДС в коммутируемой секции. Негативные последствия плохой коммутации. Способы проверки и улучшения коммутации. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 6. Потери и КПД электрических машин(2ч.)[1,2,3]** Виды потерь энергии в электрических машинах. Зависимость потерь от нагрузки. Методы определения КПД. График изменения КПД, условие максимума КПД. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 7. Генераторы постоянного тока(2ч.)[1,2,3]** Способы возбуждения генератора постоянного тока. Применение генераторов с самовозбуждением. Рабочие характеристики генераторов. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 8. Двигатели постоянного тока(2ч.)[1,2,3]** Принцип обратимости электрических машин. Работа ДПТ. Способы возбуждения двигателя. Способы пуска ДПТ. Регулирование скорости ДПТ. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 9. Материалы применяемые в электрических машинах.(2ч.)[1,2,3]** Конструкционные, магнитные, электрические и изоляционные материалы. Перенос тепла в электрической машине. Расчет режимов работы. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 10. Основные сведения о трансформаторах(2ч.)[1,2,3]** Применение, конструкция и принцип работы трансформатора. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
- 11. Группа и схема соединения обмоток трансформатора(2ч.)[1,2,3]** Группа

соединения обмоток. Способы изменения группы. Существующие группы соединения обмоток. Способ соединения обмоток трансформатора. Применяемые схемы соединения обмоток. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

12. Регулирование напряжения трансформатора {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,3] Коэффициент трансформации. Приведенный трансформатор. Варианты регулирования напряжения. Устройства регулирования напряжения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

13. Намагничивание магнитопроводов трансформатора(2ч.)[1,2,3] Явление насыщения магнитопровода. Появление несинусоидальных токов. Применение трансформаторов с различными схемами соединения обмоток. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

14. Схемы замещения трансформатора.(2ч.)[1,2,3] Переход от трансформатора к схеме замещения. Виды схем замещения. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Определение параметров схем замещения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

15. Параллельная работа трансформаторов(2ч.)[1,2,3] Причины и результаты включения трансформаторов на параллельную работу. Условия включения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

16. Включение трансформатора в работу.(1ч.)[1,2,3] Явления возникающие при включении трансформатора без нагрузки. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

17. Разновидности трансформаторов(1ч.)[1,2,3] Трехобмоточный трансформатор. Автотрансформатор. Трансформатор тока. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

Лабораторные работы (16ч.)

1. Генераторы постоянного тока. Системы возбуждения генераторов(6ч.)[5] Рассчитать режимы работы и характеристики генераторов независимого, параллельного и смешанного возбуждения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

2. Исследования двигателя параллельного возбуждения со стабилизирующей обмоткой {работа в малых группах} (5ч.)[5] Изучение и анализ режимов работы и характеристик двигателя по экспериментальным электромеханическим характеристикам. Снятие и построение электромеханической, регулировочной и скоростных характеристик.

3. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора(5ч.)[5] Знакомство с конструкцией. Определение коэффициентов трансформации для различных схем соединения обмоток. Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

Самостоятельная работа (96ч.)

1. Подготовка к выполнению лабораторных работ(10ч.)[5]

2. Защита лабораторных работ(25ч.)[1,2,3,4,5]
3. Самостоятельное изучение отдельных тем(25ч.)[1,2,3,4,8,9,10,11]
4. Подготовка и сдача экзамена(36ч.)[1,2,3,4]

Семестр: 5

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

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Лекции	Виды занятий, их трудоемкость (час.)			Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	16	0	96	57

Лекционные занятия (32ч.)

1. **Машины переменного тока(2ч.)[1,2,4]** Создание вращающегося магнитного поля. Принцип работы синхронной, асинхронной и коллекторной машины переменного тока. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
2. **Электродвижущие силы обмоток переменного тока(2ч.)[1,2,4]** Величина и форма ЭДС в обмотке машины переменного тока. Способы улучшения кривой эдс в синхронном генераторе. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
3. **Обмотки переменного тока(2ч.)[1,2,4]** Виды обмоток. Выполнение однослойных и двухслойных обмоток. Параллельные ветви. Распределение фаз обмоток. Звезда ЭДС. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
4. **Схемы замещения асинхронной машины(2ч.)[1,2,4]** Работа асинхронной машины как трансформатора. Механическая мощность в схеме замещения. Т-образная и Г-образная схемы замещения. Параметры схемы замещения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
5. **Электромагнитный момент асинхронной машины.(2ч.)[1,2,4]** Зависимость электромагнитного момента. Механическая характеристика. Условие максимума момента. Формула Клосса. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
6. **Круговая диаграмма.(2ч.)[1,2,4]** Опыты холостого хода и короткого замыкания. Построение круговой диаграммы. Определение характеристик машины по круговой диаграмме. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
7. **Работа асинхронного двигателя.(2ч.)[1,2,4]** Способы пуска АД. Способы торможения АД, тормозные характеристики. Регулирование скорости вращения, скоростные характеристики. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
8. **Однофазный асинхронный двигатель.(2ч.)[1,2,4]** Принцип работы. Механическая характеристика. Схемы включения. Однофазный асинхронный двигатель с экранированными полюсами. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.
9. **Специальные типы асинхронных машин(2ч.)[1,2,4]** Функции специальных типов асинхронных машин. Фазорегулятор. Трехфазный индукционный регулятор. Линейная асинхронная машина. Магнитогидродинамическая машина. Преобразователь частоты. Исполнительный двигатель. Сельсины. АД в режиме

двойного питания. Скользящая электромагнитная муфта. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

10. Работа синхронного генератора.(2ч.)[1,2,4] Векторная диаграмма синхронного генератора. Перевозбужденный и недовозбужденный режим работы. Предел регулирования возбуждения. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

11. Включение генераторов на параллельную работу.(2ч.)[1,2,4] Причины и условия включения генераторов на параллельную работу. Способы синхронизации генераторов. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

12. Синхронные двигатели. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,4] Преимущества и недостатки синхронных двигателей. Способы пуска СД. Синхронный компенсатор. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

13. Устойчивость синхронных машин.(2ч.)[1,2,4] Понятие устойчивости. Условия статической устойчивости. Условия динамической устойчивости. Последствия нарушения устойчивости. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

14. Реакция синхронной машины.(2ч.)[1,2,4] Поперечная и продольная реакция синхронной машины. Поле реакции. Поперечное и продольное сопротивление. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

15. Специальные типы синхронных машин(2ч.)[1,2,4] Функции специальных синхронных машин. Активная мощность синхронной машины. Угловая характеристика активной мощности. Невозбужденная синхронная машина. Одноякорный преобразователь. Шаговый двигатель. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

16. Коллекторные машины переменного тока.(2ч.)[1,2,4] Однофазная коллекторная машина. Трехфазная коллекторная машина. Изучение и анализ режимов работы и характеристик.

Лабораторные работы (16ч.)

1. Трёхфазный асинхронный двигатель с фазным ротором(6ч.)[6] Изучение и анализ режимов работы и характеристик асинхронного двигателя. Пуск в ход и реверсирование. Определение скольжения. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Рабочие характеристики.

2. Круговая диаграмма токов и рабочие характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором {работа в малых группах} (5ч.)[6] Изучение и анализ режимов работы и характеристик асинхронного двигателя. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Построение круговой диаграммы по данным опытов. Определение рабочих характеристик двигателя.

3. Асинхронная машина с короткозамкнутым ротором в режиме генератора(5ч.)[6] Экспериментальное исследование рабочих свойств асинхронного генератора по экспериментальным электромеханическим характеристикам. Круговая диаграмма токов. Изучение и анализ режимов работы

и характеристик.

Курсовые работы (40ч.)

1. Расчет асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором(40ч.)[7] Выбор главных размеров. Расчет статора. Расчет ротора. Расчет магнитной цепи. Параметры рабочего режима. Расчет потерь. Расчет рабочих характеристик. Расчет пусковых характеристик. Тепловой расчет. Расчет вентиляции.

Самостоятельная работа (96ч.)

1. Подготовка к выполнению лабораторных работ и проведению практических занятий(20ч.)[4,6]

2. Курсовая работа(40ч.)[7]

3. Подготовка и сдача экзамена(36ч.)[1,2,4]

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:

5. Компанеец Б. С., Мартко Е. О., Нефедов С.Ф., Электрические машины часть 1: учебное пособие [Текст] / Б. С. Компанеец, Е. О. Мартко – Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2018. – 123 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Kompaneez_ElMashPt1_up.pdf

6. Мартко Е.О., Компанеец Б.С. Электрические машины часть 2: учебное пособие / Б.С. Компанеец, Е.О. Мартко – Алт. гос. техн. ун –т им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд –во АлтГТУ, 2018. – 86 с. http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Kompaneez_ElMashPt2_up.pdf

7. Воробьев Н.П., Москаленко Р.В. Выполнение курсовго проекта по асинхронному электродвигателю [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2013.— Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Vorobjev_kp_rot.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

1. Воробьев, Н. П. Электромеханика : учебное пособие / Н. П. Воробьев; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул :Изд-во АлтГТУ, 2013. – 309 с. (1 экз. – каф.ЭПБ, электронн. ресурс – библи. АлтГТУ - http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Vorobjev_elect.pdf

6.2. Дополнительная литература

2. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139>. — Загл. с экрана.

3. Ванурин, В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Ванурин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72974>. — Загл. с экрана

4. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гушинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168425> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

8. <http://www.rsl.ru/ru>

9. <http://fb2lib.net/ru/>

10. <http://elib.altstu.ru/elib/main.htm>

11. <http://astulib.secna.ru/>

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	Microsoft Office

№пп	Используемое программное обеспечение
2	OpenOffice
3	Windows
4	Яндекс.Браузер

№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/)
3	Электромеханика – информационный сайт об электрических машинах (https://www.electromechanics.ru/)
4	Электронная библиотека Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) и его партнеров в сфере издательской деятельности. Коллекция включает в себя более 3 миллионов полнотекстовых документов с самыми высокими индексами цитирования в мире. Часть материалов находится в свободном доступе. Для поиска таких документов нужно выбрать расширенный поиск «Advanced Search», ввести в поисковое окно ключевые слова и поставить фильтр «Open Access» (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)

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».