

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): **Электрооборудование и  
электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

| <b>Статус</b> | <b>Должность</b>                                   | <b>И.О. Фамилия</b> |
|---------------|--|---------------------|
| Разработал    | заведующий кафедрой                                | Б.С. Компанеец      |
| Согласовал    | Зав. кафедрой «ЭПБ»                                | Б.С. Компанеец      |
|               | руководитель направленности<br>(профиля) программы | Н.П. Воробьев       |

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. | Электрические и электронные аппараты, 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: 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](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](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](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](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 [Электронный ресурс] : учебник / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гушинский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3812>. — Загл. с экрана.

## 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                     |
| 2   | OpenOffice                           |
| 3   | Windows                              |



| <b>№пп</b> | <b>Используемое программное обеспечение</b> |
|------------|---|
| 4          | Яндекс.Браузер                              |

| <b>№пп</b> | <b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>   |
|------------|--|
| 1          | Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )   |
| 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. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )   |
| 3          | Электромеханика – информационный сайт об электрических машинах ( <a href="https://www.electromechanics.ru/">https://www.electromechanics.ru/</a> )   |
| 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» ( <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> ) |

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

| <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b> |
|--|
| 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».