

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.06 «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль программы «Цифровые технологии в электроэнергетике и транспорте (по элективным модулям\*)»

Автор(ы): старший преподаватель Ипполитов Владимир Владимирович

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «25» января 2022 г. №6.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «26» января 2022 г. №6.

Екатеринбург  
2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Электрические машины и электропривод»: формирование у студентов представлений о теоретических и прикладных аспектах электромеханических устройств.

Задачи:

- приобретение студентами знаний об устройстве в области применения электрических машин и электропривода и умений выполнять их расчеты и анализ;
- приобретение студентами знаний о моделях и способах моделирования электрических машин и электропривода;
- формирование у студентов практических умений по моделированию электрических машин и электропривода и их анализу;
- формирование у будущих бакалавров готовности к использованию информационных и коммуникационных технологий при расчете, построении и анализе электрических машин и электропривода;
- научить проектированию и применению комплекса дидактических средств по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям, связанным с электрическими машинами и электроприводом.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрические машины и электропривод» относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Теоретические основы электротехники.
2. Электротехническое и конструкционное материаловедение.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Теория автоматического управления.
2. Полупроводниковые преобразователи энергии.
3. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПКО-8 Способен выполнять деятельность и (или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики.



В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основных электротехнических законов, их практическое приложение; методов анализа электрических и магнитных цепей, в том числе с использованием информационных технологий;

32. Принципов действия, устройства, свойств, областей применения и потенциальных возможностей электромеханических устройств в электрических машинах и электроприводах;

33. Электротехнической терминологии и символики, основ моделирования и программирования в робототехнике, наладки различных систем (например, частотный преобразователь – асинхронный двигатель);

34. Сборки, наладки, экспериментального исследования различных электромеханических систем, связанных с шаговыми, асинхронными (линейными), синхронными двигателями;

35. Особенности проектирования и применения комплекса дидактических средств по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям, связанным с электрическими машинами и электроприводом.

Уметь:

У1. Экспериментально определять параметры и характеристики электроприводов с различными электрическими двигателями;

У2. Производить анализ и объяснение характеристик экспериментов, производимых в электроприводах с различными двигателями;

У3. Моделировать простейшие системы электроприводов с различными двигателями;

У4. Проектировать и применять комплекс дидактических средств по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям, связанным с электрическими машинами и электроприводом.

Владеть:

В1. Сборкой различных робототехнических устройств на платформах arduino, pic, rasperry, включая их программирование на языке высокого уровня c++;

В2. Методами моделирования систем электроприводов с различными двигателями.

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы***

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.), семестр изучения – 4, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.



Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	4 сем.
	Кол-во часов
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108
Контактная работа, в том числе:	48
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа студента	60
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	4 сем.

*\*Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

#### 4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Трансформаторы: классификация, устройство, принцип действия, область применения		15	2	2	2	9
2. Асинхронные двигатели: классификация, устройство, принцип действия, область применения		15	2	2	2	9
3. Машины постоянного тока: классификация, устройство, принцип действия, область применения		14	2	2	2	8
4. Синхронные машины: классификация, устройство, принцип действия, область применения		15	2	2	2	9



5. Электрический привод		20	4	4	4	8
6. Электропривод постоянного тока: статические и динамические характеристики, принципиальные схемы и системы управления		15	2	2	2	9
7. Электропривод переменного тока: статические и динамические характеристики, принципиальные схемы и системы управления		14	2	2	2	8

*\*Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

### **4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин**

#### **Раздел 1. Трансформаторы: классификация, устройство, принцип действия, область применения**

Принцип действия и виды трансформаторов. Магнитопроводы трансформаторов. Обмотки трансформаторов. Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов. Расчет магнитной цепи трансформатора.

Схемы замещения двухобмоточного трансформатора. Опытное определение параметров схемы замещения трансформатора.

Векторная и энергетическая диаграммы трансформатора. Изменение напряжения трансформатора. Регулирование напряжения трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора. Параллельная работа трансформаторов.

#### **Раздел 2. Асинхронные двигатели: классификация, устройство, принцип действия, область применения**

Устройство и принцип действия асинхронной машины. ЭДС обмотки от основной гармонике магнитного поля. Выполнение обмоток переменного тока. Намагничивающие силы однофазных обмоток. Схема замещения асинхронной машины.

Вращающие моменты и механические характеристики асинхронной машины. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронного двигателя.

Круговая диаграмма асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Построение круговой диаграммы по данным опыта холостого хода и короткого замыкания. Определение из круговой диаграммы величин, характеризующих работы асинхронной машины.

Пуск трехфазных асинхронных двигателей и регулирование их скорости вращения.



### **Раздел 3. Машины постоянного тока: классификация, устройство, принцип действия, область применения**

Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Метод расчета магнитной цепи. Намагничивающие силы сердечника якоря, полюсов и ярма. Магнитная характеристика машины.

Простая петлевая обмотка. Простая волновая обмотка. Комбинированная обмотка.

ЭДС якоря и электромагнитный момент. Реакция якоря и ее виды. Влияние реакции якоря на магнитный поток машины.

Коммутация. Искрение на коллекторе. Процесс коммутации. Электродвижущие силы в коммутируемой секции. Способы улучшения коммутации.

Потери и коэффициент полезного действия электрических машин.

Генераторы постоянного тока. Генераторы независимого возбуждения. Генераторы параллельного возбуждения. Генераторы последовательного возбуждения. Генераторы смешанного возбуждения.

Двигатели постоянного тока. Двигатели параллельного, последовательного и смешанного возбуждений. Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование скорости вращения.

### **Раздел 4. Синхронные машины: классификация, устройство, принцип действия, область применения**

Продольная (намагничивающая и размагничивающая) и поперечная реакции якоря.

Основные виды векторных диаграмм напряжений синхронных явнополюсных и неявнополюсных генераторов (диаграмма Blondеля).

Характеристики синхронных генераторов. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Внешняя, регулировочная и нагрузочная характеристики генераторов. Диаграмма Потье. Треугольник Потье. Совмещение диаграммы Потье с характеристикой холостого хода. Построение диаграммы Blondеля из диаграммы Потье.

Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу.

Энергетические диаграммы синхронных машин. Угловые характеристики синхронных машин. U-образные характеристики синхронных машин.

Синхронные компенсаторы.

### **Раздел 5. Электрический привод**

Понятие электрического привода. Типы электропривода: групповой, индивидуальный, многодвигательный и взаимосвязанный. Классификация электропривода по степени управляемости: нерегулируемый, регулируемый, программно-управляемый, следящий, адаптивный. Функции электропривода.



Механика электропривода. Приведение статических и динамических моментов к валу двигателя. Механические характеристики производственных механизмов. Уравнение движения электропривода. Режимы нагрузки ( $S_1, S_2, \dots, S_8$ ).

### **Раздел 6. Электропривод постоянного тока: статические и динамические характеристики, принципиальные схемы и системы управления**

Статические характеристики машин постоянного тока. Двигательный режим. Тормозные режимы (рекуперативное, динамическое и торможение противовключением). Идеальный холостой ход и режим короткого замыкания.

Регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения: изменение магнитного потока, реостатное и импульсное параметрическое регулирование, изменение подводимого к якорю напряжения, регулирование при шунтировании якоря.

Регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока последовательного возбуждения шунтированием обмотки якоря или обмотки возбуждения.

Принципы автоматического управления пуском электродвигателей в разомкнутых релейно-контакторных системах. Типовые узлы релейно-контакторного управления пуском и торможением. Применение бесконтактных аппаратов и логических элементов в схемах управления электроприводами постоянного тока.

Принципы построения замкнутых систем регулируемого электропривода постоянного тока. Расчет мощности электроприводов при различных режимах нагрузки ( $S_1, S_2, \dots, S_8$ ).

### **Раздел 7. Электропривод переменного тока: статические и динамические характеристики, принципиальные схемы и системы управления**

Статические характеристики машин переменного тока. Двигательный режим. Тормозные режимы (рекуперативное, динамическое и торможение противовключением). Идеальный холостой ход и режим короткого замыкания.

Регулирование угловой скорости двигателей переменного тока: реостатное и импульсное параметрическое регулирование, изменение напряжения, переключение числа полюсов, частотное регулирование.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:



1. Традиционные образовательные технологии представлены комбинацией объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения. Осуществляются с использованием информационных лекций, семинаров, практических занятий или лабораторных работ. При использовании данных методов деятельность учащегося направлена на получение теоретических знаний и формирования практических умений по дисциплине.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, при которых организация образовательного процесса, основывается на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Используются для поддержки самостоятельной работы обучающихся с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), телекоммуникационных технологий, педагогических программных средств и др.

3. Кейс-технологии применяются как способ обучать решению практико-ориентированных неструктурированных образовательных научных или профессиональных проблем. Применяется как при чтении лекций, так и при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1 Основная литература**

1. Елифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2006. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/591>. — Загл. с экрана.



2. Битюцкий, И.Б. Электрические машины. Двигатель постоянного тока. Курсовое проектирование: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.Б. Битюцкий, И.В. Музылева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 168 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99215>. — Загл. с экрана.

3. Васильев Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода : учебник. - Москва : Солон-пресс, 2015. - 272 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868>.

4. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5845>. — Загл. с экрана.

## **6.2 Дополнительная литература**

1. Парамонова В. И. Электрические машины : задачник. - Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. - 72 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46905>.

2. Любичский М. В., Колдаев А. И., Болдырев Д. В. Электрические машины : практикум. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. - 134 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63160>.

3. Путинцев Н. Н., Бородин А. М., Сысенко В. Т. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 80 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45355>.

4. Симаков Г. М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях : учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 103 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45354>.

5. Фролов, Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44766>. — Загл. с экрана.

6. Епифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3812>. — Загл. с экрана.

## **6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Электронная библиотека. Режим доступа: <http://stratum.pstu.as.ru>

3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.plib.ru/>



Программное обеспечение:

1. Офисная система Office Professional Plus.
2. Операционная система Windows.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Помещения для самостоятельной работы.
4. Лаборатория электромеханики и энергосбережения.

