

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.18 Электрические машины»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.18 Электрические машины» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "20" 12 2022 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
Э.Л. Греков

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент

должность

подпись

Ямансарин И.И.

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

С.В. Митрофанов

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от факультета

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Ямансарин И.И., 2022

© ОГУ, 2022

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

приобретение знаний об устройстве, принципе действия и выходных характеристиках электрических машин.

Задачи:

иметь представление о способах получения и применения электрической энергии, об основных видах электрических машин, областях применения электрических машин и особенностях их эксплуатации; знать принцип действия электрических машин и принцип обратимости, конструкцию основных типов электрических машин, конструкцию узлов электрических машин и их назначение, схемы подключения электрических машин, основы теории электрических машин, схемы замещения электрических машин, рабочие характеристики, особенности эксплуатации, способы пуска, остановки и регулирования; уметь самостоятельно разобраться в принципе действия и конструкции модификации или специального исполнения электрической машины, осуществлять выбор электрических машин для различных электроприводов, снимать рабочие и выходные характеристики электрических машин при их испытании, осуществлять пуск электрической машины и отключение от сети, осуществлять регулирование частоты вращения электрических машин в рабочем режиме.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.11 Информатика, Б1.Д.Б.12 Физика, Б1.Д.Б.14 Математика, Б1.Д.Б.16 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.17 Техническая механика, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Электрический привод, Б1.Д.В.7 Практикум по электромеханике, Б1.Д.В.8 Электроснабжение промышленных предприятий, Б1.Д.В.9 Инженерное проектирование и системы автоматизированного проектирования электрических машин, Б1.Д.В.10 Технология изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей, Б1.Д.В.11 Испытание, эксплуатация и ремонт электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей, Б1.Д.В.12 Диагностика электрических машин, Б1.Д.В.15 Математическое моделирование электромеханических устройств, Б1.Д.В.16 Электрические машины систем автоматики, Б1.Д.В.18 Специальные электрические машины, Б1.Д.В.20 Специальный курс электромеханических преобразователей, Б1.Д.В.Э.3.2 Регулирование координат в электроприводах, Б2.П.В.П.2 Проектная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и	ОПК-3-В-1 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	Знать: Назначение и принцип действия электрических машин. Схемы замещения электрических машин. Наименование параметров электрических машин. Уметь: Применять математический и физический

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3-В-5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	аппарат при решении теоретических задач по электрическим машинам. Владеть: Опытом анализа физических процессов и выходных характеристик электрических машин. Методами расчета электрических и магнитных цепей электрических машин.
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4-В-5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Знать: Схемы включения электрических машин. Особенности эксплуатации и испытаний электрических машин. Уметь: Проводить испытания электрических машин по заданной методике. Владеть: Методикой типовых испытаний электрических машин.
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6-В-1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	Знать: Способы обработки результатов испытаний электрических машин. Основы расчета параметров и выходных характеристик электрических машин. Уметь: Обрабатывать результаты лабораторных испытаний электрических машин. Проводить расчеты параметров электрических машин и выходных характеристик. Владеть: Способами обработки результатов типовых испытаний электрических машин.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144	288
Контактная работа:	50,25	51	101,25
Лекции (Л)	34	16	50
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа:	93,75	93	186,75

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
- выполнение курсового проекта (КП); - самостоятельное изучение разделов ; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.		+	
Вид итогового контроля	зачет	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Машины постоянного тока	76	16		10	50
2	Трансформаторы	46	10		6	30
3	Общие вопросы ЭМ переменного тока	11	4			7
4	Асинхронные машины	11	4			7
	Итого:	144	34		16	94

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Асинхронные машины	92	6	16	8	62
5	Синхронные машины	52	10		8	34
	Итого:	144	16	16	16	96
	Всего:	288	50	16	32	190

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Машины постоянного тока

Устройство и принцип действия машины постоянного тока (МПТ). Режим генератора. Режим двигателя. Основные электромагнитные соотношения в МПТ: ЭДС якоря, электромагнитный момент и электромагнитная мощность. Обмотки МПТ (общие понятия и обозначения обмоток). Магнитное поле МПТ: в режиме холостого хода и в режиме нагрузки. Компенсационная и стабилизирующая обмотки. Коммутация в МПТ: причины искрения под щетками, ускоренная, замедленная и линейная коммутация, способы улучшения коммутации. Классификация ГПТ по способу возбуждения. Генератор с независимым возбуждением: схема включения и выходные характеристики: холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная. Генератор с параллельным возбуждением: схема включения и выходные характеристики: холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная. Генераторы с последовательным возбуждением: схема включения и внешняя характеристика. Генератор со смешанным возбуждением: схема включения и выходные характеристики: холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная. Параллельная работа ГПТ с сетью. Классификация ДПТ по способу возбуждения. Обратимость МПТ и механические характеристики. ДПТ с параллельным возбуждением: схема включения, рабочие характеристики. ДПТ с независимым возбуждением: схема включе-

ния, рабочие характеристики. ДПТ с последовательным возбуждением: схема включения, рабочие характеристики. ДПТ со смешанным возбуждением: схема включения, рабочие характеристики. Потери и коэффициент полезного действия. Пуск ДПТ: прямой, реостатный, путем изменения напряжения. Регулирование частоты вращения и изменение направления вращения вала ДПТ. Условия устойчивой работы двигателя и особенности эксплуатации двигателей постоянного тока.

2 Трансформаторы

Назначение и области применения трансформатора. Устройство и принцип действия трансформаторов. Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора и схема включения. Группы соединения обмоток трансформатора. Намагничивающий ток и ток холостого хода. Уравнения напряжения трансформатора и векторная диаграмма. Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Изменение вторичного напряжения и внешние характеристики трансформатора. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Коэффициент полезного действия трансформатора. Особенности режима холостого хода 3-х фазного трансформатора.

3 Общие вопросы ЭМ переменного тока

Основные виды машин переменного тока. Конструктивное исполнение обмоток переменного тока. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Электродвижущие силы, индуцируемые в обмотках переменного тока. Схемы обмоток ЭМ переменного тока.

4 Асинхронные машины

Назначение и области применения асинхронных машин (АМ). Схема включения, устройство и принцип действия АМ. Работа АМ при заторможенном роторе: режим холостого хода и режим нагрузки. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при заторможенном роторе. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при вращающемся роторе. Механические характеристики асинхронного двигателя (АД). Рабочие характеристики АД. Пуск АД с фазным и короткозамкнутым ротором. Регулирование частоты вращения АД и изменение направления вращения. Короткозамкнутые АД с повышенным пусковым моментом: двигатели с двойной беличьей клеткой, глубокопазные двигатели.

5 Синхронные машины

Назначение и области применения синхронных машин (СМ). Схема включения, устройство и принцип действия СМ. Работа синхронного генератора (СГ) в режиме холостого хода и в режиме нагрузки. Векторная диаграмма синхронного генератора. Внешние и регулировочные характеристики СГ. Параллельная работа СГ с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности. V-образная характеристика. Активная мощность и электромагнитный момент. Угловая характеристика и статическая устойчивость СГ. Синхронный двигатель (СД). Рабочие характеристики СД. Пуск СД: асинхронный, пуск с помощью вспомогательного двигателя, частотный. Регулирование частоты вращения СД. Синхронный компенсатор.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Инструктаж по технике безопасности. Правила выполнения лабораторных работ. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.	2
2	1	Испытание генератора постоянного тока параллельного возбуждения.	4

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
3	1	Испытание двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.	4
4	2	Устройство и принцип действия трансформатора.	2
5	2	Маркировка обмоток и определение группы соединения обмоток трансформатора.	2
6	2	Испытание трехфазного трансформатора в режиме холостого хода и короткого замыкания.	2
7	4	Устройство и принцип действия асинхронных машин.	2
8	4	Испытание асинхронного двигателя в режиме холостого хода и короткого замыкания	2
9	4	Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки.	2
10		Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором.	2
11	5	Устройство и принцип действия синхронных машин	2
12	5	Исследование трехфазного синхронного генератора	2
13	5	Исследование режимов синхронной машины при работе с мощной сетью.	2
14	5	Рабочие характеристики синхронного двигателя.	2
		Итого:	32

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		Расчет асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	
1	4	Выбор главных размеров асинхронного двигателя и расчет обмотки статора.	2
2	4	Расчет размеров зубцовой зоны статора. Выбор воздушного зазора.	2
3	4	Расчет ротора с короткозамкнутой обмоткой.	2
4	4	Расчет магнитной цепи асинхронного двигателя.	2
5	4	Расчет параметров асинхронной машины для номинального режима.	2
6	4	Расчет потерь и коэффициента полезного действия. Расчет рабочих характеристик асинхронного двигателя.	2
7	4	Расчет пусковых характеристик.	2
8	4	Тепловой расчет.	2

4.5 Курсовой проект

Тема курсового проекта:

Расчет асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Расчет осуществляют в соответствии с индивидуальным техническим заданием на проектирование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, в котором приводятся следующие данные: назначение, номинальная мощность, номинальное напряжение, частота питающего напряжения, число полюсов, режим работы, класс нагревостойкости изоляции, исполнение и система охлаждения двигателя

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Электрические машины [Текст] : учебник для бакалавров / под ред. И. П. Копылова.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 675 с.

2 Встовский А. Л. Электрические машины: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Встовский А. Л. - Сиб. федер. ун-т, 2013. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/492153> (дата обращения 01.02.2021).

5.2 Дополнительная литература

1 Копылов, И. П. Электрические машины [Текст]: учеб. для вузов / И. П. Копылов.- 2-е изд., перераб. - М.: Логос : Высш. шк., 2000. - 607 с.: ил. - Библиогр.: с. 596. - Предм. указ.: с. 597-603. - ISBN 5-06-003841-6. - ISBN 5-94010-009-0.

2 Проектирование электрических машин [Текст]: учеб. пособие для вузов / под ред. И. П. Копылова. - М. : Энергия, 1980. - 496 с. : ил. - Прил.: с. 440-486. - Библиогр.: с. 487. - Предм. указ.: с. 488-492.

3 Тихомиров, П. М. Расчет трансформаторов [Текст]: учеб. пособие для вузов / П. М. Тихомиров.- 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 528 с.

4 Кутарев, А. М. Проектирование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. М. Кутарев. - Оренбург : ОГУ, 2003. - 128 с.

5 Падеев, А. С. Электрические машины [Электронный ресурс]: методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / А. С. Падеев, С. В. Митрофанов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автоматизир. электропривода и электромеханики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.69 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2015. - 41 с.

URL: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/7874_20150430.pdf

5.3 Периодические издания

- Электричество : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2014-2021.

- Известия высших учебных заведений. Электромеханика : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2014-2021.

- Электротехника : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2014-2021.

- Известия РАН. Энергетика : журнал. - Москва : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2014-2021.

5.4 Интернет-ресурсы

<http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.electrolibrary.info/history/> - электронная электротехническая библиотека

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows

2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

4. Система автоматизированного проектирования Autocad: Электронные лицензии для образовательных целей доступны бесплатно после регистрации аккаунта преподавателя/студента. Режим доступа: <https://www.autodesk.com/education/free-software/featured>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория 8112 используются для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций и текущего контроля. Аудитория оснащена комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (компьютер и проектор) служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется специализированная лаборатория (аудитория 7118), оснащенная испытательными лабораторными стендами и соответствующим комплектом мебели.

Для самостоятельной работы обучающихся используется помещение 7111 аудитории, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.