

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.21 Электрические машины»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

Электропривод и автоматика

Электромеханика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.21 Электрические машины» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

наименование кафедры

протокол № 5 от " 18 января " 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

наименование кафедры

А.С. Безгин

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

В.П. Ерунов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

С.В. Митрофанов

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от института энергетики, электроники и связи

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Электрические машины»: 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.14 Физика, Б1.Д.Б.16 Математика, Б1.Д.Б.19 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.20 Техническая механика, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.3 Введение в специальность, Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.8 Автоматизированный электропривод, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.19 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии*

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 моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3-В-1 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной ОПК-3-В-5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	<u>Знать:</u> Назначение и принцип действия электрических машин. Схемы замещения электрических машин. Наименование параметров электрических машин. <u>Уметь:</u> Применять математический и физический аппарат при решении теоретических задач по электрическим машинам. <u>Владеть:</u> 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	<u>Знать:</u> Схемы включения электрических машин. Особенности эксплуатации и испытаний электрических машин. <u>Уметь:</u> Проводить испытания электрических машин по заданной методике. <u>Владеть:</u> Методикой типовых испытаний электрических машин.
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и	ОПК-6-В-1 Выбирает средства измерения, проводит измерения	<u>Знать:</u> Способы обработки результатов испытаний

неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	электрических машин. Основы расчета параметров и выходных характеристик электрических машин. <u>Уметь:</u> Обрабатывать результаты лабораторных испытаний электрических машин. Проводить расчеты параметров электрических машин и выходных характеристик. <u>Владеть:</u> Способами обработки результатов типовых испытаний электрических машин.
--	---	--

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	180	324
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: - 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.	93,75	129 +	222,75

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	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 ~ 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	128	6	16	8	98
5	Синхронные машины	52	10		8	34
	Итого:	180	16	16	16	132
	Всего:	324	50	16	32	226

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 двигателя. ДПТ с параллельным возбуждением: схема включения, рабочие характеристики. ДПТ с независимым возбуждением: схема включения, 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
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
		Итого:	16

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

- Электрические машины [Текст]: учебник для бакалавров / под ред. И.П. Копылова.- 2 изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2015. – 675 с.: ил. - (Бакалавр).
- Библиогр.: с.668-669. - Предм.указ.: с.670-675. - ISBN 978-5-9916-1501-3.
- Копылов,И.П. Электрические машины [Текст]: учеб. для вузов / И.П.Копылов.
- 4-е изд., испр. - М.: Высшая шк., 2004. - 607 с. - Библиогр.: с.596. - Предм.указ.: с.597-603. - ISBN 5-06-003841-6.
- Копылов,И.П. Электрические машины [Текст]: учеб. для вузов / И.П.Копылов.
- 5-е изд., стер. - М.:Высшая шк., 2006. - 607 с. - Библиогр.: с.596. - Предм.указ.: с.597-603. - ISBN 5-06-003841-6.

5.2 Дополнительная литература

- Брускин, Д.Э. Электрические машины [Тест]: учеб. для вузов /Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. – М.: Высш. шк., 1979
Ч.1. - 1979. - 288с.
Ч.2. - 1979. - 304с.
- Вольдек, А.И. Электрические машины [Текст]: учеб. для вузов / А.И. Вольдек. - 3 изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. - 832 с.: ил. - Библиогр.: с. 814-817.- Предм.указ.: с. 818-825.
- Справочник по электрическим машинам [Текст]: в 2 т. / под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988 -1989. - ISBN 5-283-00555-0: Т.1 - 1988. - 456 с.: ил. - ISBN5-283-00500-3, Т.2 - 1989. - 688с.: ил. - ISBN 5-283-00531-3.
- Дель, Г.В. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Электрические машины постоянного тока» курса «Электрические машины» [Текст] / Г.В. Дель, Ю.А. Дормидонов, В.П. Ерунов. – Оренбург: ОГУ, 1997.-43 с.
- Дель, Г.В. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Трансформаторы» курса «Электрические машины» [Текст] / Г.В. Дель, Ю.А. Дормидонов, В.П. Ерунов. – Оренбург: ОГУ, 2000. - 33 с.
- Дель, Г.В. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Асинхронные машины» курса «Электрические машины» [Текст] / Г.В. Дель, Ю.А. Дормидонов, В.П. Ерунов. – Оренбург: ОГУ, 1999. - 31 с.
- Дель, Г.В. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Синхронные машины» курса «Электрические машины» [Текст] / Г.В. Дель, Ю.А. Дормидонов, В.В. Быковский. – Оренбург: ОГУ, 2000. - 43 с.
- Проектирование электрических машин [Тест]: учеб. для вузов / Под ред. И.П.Копылова. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. -757 с.: ил.- Прил.: с. 691-745. - Библиогр.: с.746. - Предм.указ.: с.747-752. - ISBN 5-06-004032-1.

5.3 Периодические издания

- Электричество: журнал. – М.: Агенство «Роспечать», 2023.
- Электротехника: журнал. – М.: Агенство «Роспечать», 2023.
- Известия высших учебных заведений. Электромеханика: журнал. – М.: Агенство «Роспечать», 2023.

5.4 Интернет-ресурсы

- Электронный учебник «Электрические машины». УМК «ЭМ» кафедра электромеханики МЭИ. Режим доступа: <http://elmech.mpei.ac.ru/em/index.html>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- а) Операционная система Microsoft Windows ;
- б) Пакет настольных приложений Microsoft Office;
- в) Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 -English;
- г) Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа –<http://aist.osu.ru>;
- е) Государственные стандарты [Электронный ресурс]: база данных/.- Режим доступа <https://docplan.ru/list0.htm>, свободный.- Загл. с экрана;
- з) базы данных по патентам и полезным моделям <http://new.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poisko...>
- ж) Справочник электрика и энергетика. – Режим доступа <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд.8112), курсового проектирования (ауд.8118), для проведения групповых и индивидуальных консультаций (ауд.8118), текущего контроля и самостоятельной работы и промежуточной аттестации (ауд.8111). Все аудитории оснащены комплектами ученической мебели, ауд.8112 оснащена техническими средствами представления информации большой аудитории (компьютер, проектор). Аудитория для самостоятельной работы студентов 8111 оснащена компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и имеющей доступ к электронной информационно-образовательной среде ОГУ.

Для проведения лабораторных занятий имеются специализированная лаборатория «Общего курса электрических машин» (ауд. 8118).

Выполнение лабораторных работ № 1, № 2, № 3: «Устройство и принцип действия МПТ», «Испытание генератора постоянного тока параллельного возбуждения», «Испытание двигателя постоянного тока параллельного возбуждения», осуществляют в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам по разделу «Машины постоянного тока» курса «Электрические машины» /Под ред. Г.В. Деля, ОГУ, 1997/ на лабораторных стендах № 5 и № 7.

Выполнение лабораторных работ № 4, № 5, № 6: «Принцип действия и устройство трансформатора», «Маркировка обмоток и определение группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов», «Испытание трехфазного трансформатора в режиме холостого хода и короткого замыкания», осуществляют в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам по разделу «Трансформаторы» курса «Электрические машины» /Под ред. Г.В. Деля, ОГУ, 2000/ на лабораторных стендах № 2 и № 3.

Выполнение лабораторных работ № 7, № 8, № 9, № 10: «Устройство и принцип действия асинхронной машины», «Испытание асинхронного двигателя в режиме холостого хода и короткого замыкания», «Испытание АД с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки», «Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором», осуществляют в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам по разделу «Асинхронные машины» курса «Электрические машины» /Под ред. Г.В. Деля, ОГУ, 1999/ на лабораторных стендах № 2, № 7 и № 9.

Выполнение лабораторных работ № 11, № 12, № 13, № 14: «Принцип действия и устройство синхронных машин», «Исследование трехфазного синхронного генератора», «Исследование режимов синхронной машины при работе с мощной сетью», «Рабочие характеристики синхронного двигателя», осуществляют в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам по разделу «Синхронные машины» курса «Электрические машины» /Под ред. Г.В. Деся, ОГУ, 2000/ на лабораторных стендах № 4 и № 6