

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (КФ)

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора по УМиНР

Полякова Л.Ю.

(подпись, расшифровка подписи)

" ___ " _____ 20 ___ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.22 Электрические машины»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Кумертау 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.22 Электрические машины» /сост. А.В. Богданов. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Электроэнергетика и электротехника

© Богданов А.В., 2024

© Кумертауский филиал ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся профессиональных знаний об устройстве, принципе действия и выходных характеристиках электрических машин.

Задачи:

- ознакомить с основными видами электрических машин и их характеристиками;
- познакомить с основами теории электромеханического преобразования энергии;
- научить самостоятельно разбираться в принципе действия и конструкции, модификации или специального исполнения электрической машины;
- научить собирать цепи подключения и управления электрических машин.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12 Информатика, Б1.Д.Б.15 Физика, Б1.Д.Б.17 Математика, Б1.Д.Б.20 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика*

Постреквизиты дисциплины: *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	Знать: основы применения соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при расчете и построения характеристик электрических машин. Уметь: применять математическую модель расчета электрических машин, анализировать и моделировать режимы работы двигателей и генераторов. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования при расчете параметров режимов работы электрических ма-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
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	<p>шин.</p> <p><u>Знать:</u> методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, а также принцип действия электрических машин</p> <p><u>Уметь:</u> применять знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами при моделировании режимов работы электрических машин.</p> <p><u>Владеть:</u> методами анализа режимов работы трансформаторов и электрических машин.</p>
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	<p><u>Знать:</u> основы измерения электрических и неэлектрических величин цепей обмоток электрических машин</p> <p><u>Уметь:</u> применять основы измерения электрических и неэлектрических величин цепей обмоток и питания электрических машин.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками измерения электрических и неэлектрических величин с помощью измерительной аппаратуры цепей обмоток электрических машин.</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	180	324
Контактная работа:	48,25	53	101,25
Лекции (Л)	32	18	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:	95,75	127	222,75
- выполнение курсового проекта (КП);		20	20
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	56	30	86
- подготовка к лабораторным занятиям;	30	30	60
- подготовка к практическим занятиям;		27	27
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	9,75	20	29,75
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	Трансформаторы	72	16		8	48
2	Асинхронные машины	72	16		8	48
	Итого:	144	32		16	96

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Синхронные машины	85	9	8	8	60
4	Машины постоянного тока	95	9	8	8	70
	Итого:	180	18	16	16	130
	Всего:	324	50	16	32	226

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Трансформаторы. Устройство, назначение и типы трансформаторов. Принцип действия трансформатора. Режим холостого хода трансформатора. Уравнения напряжения обмоток трансформатора. Режим нагрузки трансформатора. Уравнения токов. Схема замещения трансформатора.

тора. Приведенный трансформатор. Опытное определение параметров холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Внешние характеристики трансформатора. Эксплуатационные показатели. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Регулирование напряжения трансформатора. Многообмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Измерительные трансформаторы. Специальные трансформаторы. Подход к проектированию трансформаторов.

Раздел 2. Асинхронные машины. Назначение и области применения асинхронных машин (АМ). Устройство и принцип действия АМ. Вращающееся магнитное поле. 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.

Раздел 3. Синхронные машины. Назначение и области применения синхронных машин (СМ). 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. Активная мощность и электромагнитный момент. Статическая устойчивость СГ. Синхронный двигатель (СД). Рабочие характеристики СД. Пуск СД: асинхронный, пуск с помощью вспомогательного двигателя, частотный. Регулирование частоты вращения СД. Синхронный компенсатор.

Раздел 4. 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 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.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора.	2
2	1	Определение группы соединений обмоток трехфазного трансформатора.	2
3	2	Пуск трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с регистрацией и отображением режимных параметров на компьютере.	4
4	2	Снятие и определение характеристик холостого хода трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	4

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
5	2	Снятие и определение характеристик короткого замыкания трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	4
6	3	Определение рабочих характеристик трехфазного синхронного двигателя.	4
7	3	Снятие внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик трехфазного синхронного генератора.	4
8	4	Регистрация и отображение на компьютере тока короткого замыкания генератора постоянного тока.	4
9	4	Снятие внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик генератора постоянного тока с параллельным возбуждением.	4
		Итого:	32

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Расчет основных параметров трехфазного синхронного генератора	4
2	3	Расчет основных параметров трехфазного синхронного двигателя	4
3	4	Расчет генераторов постоянного тока независимого возбуждения	4
4	4	Расчет двигателей постоянного тока параллельного возбуждения	4
		Итого:	16

4.5 Курсовой проект (4 семестр)

Тема курсового проекта: «Расчет асинхронного фазного двигателя», который выполняется по вариантам.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 267 с. — Режим доступа : <https://urait.ru/bcode/537617> .

2. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 407 с. — Режим доступа : <https://urait.ru/bcode/537618> .

3. Елифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Елифанов, Г. А. Елифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/209984>.

5.2 Дополнительная литература

1. Ванурин, В. Н. Электрические машины / В. Н. Ванурин. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-507-44500-4. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/230381>.

2. Электрические машины: лабораторный практикум : учебное пособие / авт.-сост. И. Г. Романенко, М. И. Данилов, О. И. Юдина ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018. – 120 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562846>.

3. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для вузов / И. П. Копылов.- 5-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2006. - 607 с. - ISBN 5-06-003841-6.

5.3 Периодические издания

1. Электричество: журнал. Подписной индекс 71106. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет МЭИ, ISSN 0013-5380, 2023.

2. Энергобезопасность и энергосбережение: журнал. Подписной индекс (Роспечать) - 84676 и 46577. - Частное учреждение высшего образования Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, ISSN 2071-2219, 2023.

3. Теплоэнергетика. Теплоснабжение: журнал. Подписной индекс 18323. - Общество с ограниченной ответственностью Международная академическая издательская компания "Наука/Интерпериодика", ISSN 0040-3636, 2023.

4. Новости электротехники: электрон. журнал. Подписной индекс 14222. - Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru>.

5.4 Интернет-ресурсы

– <http://electrichelp.ru/elektricheskie-mashiny-v-pomoshh-studentu/> - информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов

– <http://www.dom-eknig.ru/texnicheskie/19960-elektromehnika.html> - каталог бесплатных книг по электромеханике (электронные ресурсы);

– <https://openedu.ru/> - «Открытое образование»; Каталог курсов, MOOK: «Электрические машины».

– <https://minobrnauki.gov.ru> – Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

– <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»;

– <http://window.edu.ru> – Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;

– <http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;

– <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;

– <http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М»;

– <https://aist.osu.ru> - Система АИССТ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– компьютеризированные посадочные места по количеству обучающихся;

– компьютеризированное рабочее место преподавателя;

– доска аудиторная;

- комплект учебно-методической документации;
- информационно-дидактическое обеспечение;
- информационные стенды;
- наглядные пособия;
- операционная система РЕД ОС
- пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- САПР Компас-3D
- 7zip — архиватор: P7Zip
- веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория: Аудитория № 2104.

Аудитория № 2104 предназначена для проведения лабораторных работ, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и представляет собой специализированную учебную аудиторию.

Для выполнения указанных работ аудитория оснащена наглядными пособиями и компьютером. Работа в аудитории осуществляется в соответствии с учебными планами, графиками учебного процесса, расписанием аудиторных занятий.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электрические машины» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.
- Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

ЛИСТ
согласования рабочей программы

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
код и наименование

Профиль: Электроснабжение

Дисциплина: Б1.Д.Б.22 Электрические машины

Форма обучения: очная

Год набора 2024

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры

протокол № 8 от "05 " апреля 2024 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры

подпись

Е.С. Золотарев
расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЭПП
должность

подпись

А.В. Богданов
расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 5 от «18» апреля 2024 г.

Председатель НМС

подпись

Л.Ю. Полякова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП

подпись

Е.С. Золотарев
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой

подпись

С.Н. Козак
расшифровка подписи