



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И.Луковникова

Е.И.Луковникова

26.11.2021

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Электрические машины

Закреплена за кафедрой Электроэнергетики и электротехники

Учебный план б130302_21_ЭЭplx

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация Бакалавр

Форма обучения очная

Общая трудоемкость 10 ЗЕТ

Виды контроля в семестрах:

Курсовой проект 4, Экзамен 4,5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		5 (3.1)		Итого	
	Недель	18	17	УП	РП	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	34	34	70	70
Лабораторные	36	36	34	34	70	70
Практические	36	36	17	17	53	53
В том числе инт.	20	20	20	20	40	40
Итого ауд.	108	108	85	85	193	193
Контактная работа	108	108	85	85	193	193
Сам. работа	36	36	59	59	95	95
Часы на контроль	36	36	36	36	72	72
Итого	180	180	180	180	360	360

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Плотников М.П. Ру

Рабочая программа дисциплины

Электрические машины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
утвержденно приказом ректора от 01.03.2021 протокол № 80.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехники

Протокол от 09.09.2021 г. № 8

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В.

18.09.2021 г.

Ответственный за реализацию ОПОП

(подпись)

Булатов Ю.Н.
(ФИО)

Директор библиотеки

Солдатова

(подпись)

Солдатова Е.Р.
(ФИО)

№ регистрации 443

(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	ознакомление обучающихся с основами теории и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов, а также формирования прочной теоретической и практической базой знаний в области электромеханического и статического преобразования энергии, принципа действия основных видов электрических машин, трансформаторов и особенностей их применения.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.22
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теоретические основы электротехники
2.1.2	Физика
2.1.3	Общая энергетика
2.1.4	Математика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Переходные процессы в электроэнергетических системах
2.2.2	Математическое и компьютерное моделирование в электроэнергетике
2.2.3	Электрические станции и подстанции
2.2.4	Электроэнергетические системы и сети
2.2.5	Электроснабжение
2.2.6	Электрический привод

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-3: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
Индикатор 1	ОПК-3.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
Индикатор 2	ОПК-3.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
Индикатор 3	ОПК-3.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами
Индикатор 4	ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств
Индикатор 5	ОПК-3.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик
Индикатор 6	ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	устройство и режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин
3.2	Уметь:
3.2.1	анализировать режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками работы с реальным оборудованием.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Введение						
1.1	Лек	Основные физические законы электромеханического преобразования энергии. Назначение электрических машин и трансформаторов. Классификация.	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	4	Лекция - беседа
1.2	Ср		4	11	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	

1.3	Экзамен		4	7	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
	Раздел	Раздел 2. Трансформаторы						
2.1	Лек	Назначения и области применения трансформаторов. Принцип действия и устройство трансформаторов	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	4	Лекция - беседа
2.2	Лаб	Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора	4	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	4	занятия с применением затрудняющих условий
2.3	Лаб	Определение групп соединений и параллельная работа трехфазных трансформаторов	4	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
2.4	Лек	Основные зависимости и соотношения трансформаторов. Схема замещения трансформатора. Приведенный трансформатор	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
2.5	Лек	Трехфазные трансформаторы. Обозначения трансформаторов. Группы соединения обмоток.	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
2.6	Лек	Параллельная работа трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
2.7	Пр	Задачи по разделу «Трансформаторы»	4	17	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	занятия с применением затрудняющих условий
2.8	Ср		4	15	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
2.9	КП	Проектирование силового трансформатора Проектирование силового трансформатора	4	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
2.10	Экзамен		4	10	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
	Раздел	Раздел 3. Асинхронные машины						
3.1	Лек	Основы теории асинхронных машин	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
3.2	Лек	Принцип действия и устройство трехфазного асинхронного двигателя	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
3.3	Лек	Электромагнитный момент и механические характеристики асинхронного двигателя.	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	

3.4	Лек	Пуск и регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей	4	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
3.5	Лаб	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором	4	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	4	занятия с применением затрудняющих условий
3.6	Лаб	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	4	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
3.7	Ср		4	10	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
3.8	Экзамен		4	10	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
3.9	Пр	Задачи по разделу «Асинхронные двигатели»	4	19	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	занятия с применением затрудняющих условий
	Раздел	Раздел 4. Синхронные машины						
4.1	Лек	Общие сведения о синхронных машинах. Принцип действия синхронного генератора. Возбуждение синхронных машин	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	Лекция - беседа
4.2	Лек	Магнитное поле и характеристики синхронных генераторов	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
4.3	Лек	Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Включение синхронного генератора на параллельную работу по способу точной синхронизации. Регулирование активной и реактивной мощности синхронной машины включенной в сеть.	5	6	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	Лекция - беседа
4.4	Лек	Угловые и U-образные характеристики синхронного генератора	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
4.5	Лаб	Исследование трехфазного синхронного генератора методом непосредственной симметричной нагрузки	5	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	4	занятия с применением затрудняющих условий
4.6	Лаб	Параллельная работа трехфазного синхронного генератора с сетью	5	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	

4.7	Пр	Задачи по разделу «Синхронные машины»	5	9	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	занятия с применением затрудняющих условий
4.8	Ср		5	29	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
4.9	Экзамен		5	16	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
	Раздел	Раздел 5. Машины постоянного тока						
5.1	Лек	Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока.	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	Лекция - беседа
5.2	Лек	Генераторы постоянного тока. Генератор независимого возбуждения. Генератор параллельного возбуждения	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
5.3	Лек	Двигатели постоянного тока. Двигатели параллельного и последовательного возбуждения	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
5.4	Лек	Реакция якоря машины постоянного тока	5	4	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	Лекция - беседа
5.5	Лаб	Исследование генератора постоянного тока при различных схемах возбуждения	5	8	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	4	занятия с применением затрудняющих условий
5.6	Лаб	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	5	8	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
5.7	Пр	Задачи по разделу «Машины постоянного тока»	5	8	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	2	занятия с применением затрудняющих условий
5.8	Ср		5	30	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	
5.9	Экзамен		5	20	ОПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

- 1.1. Поясните классификацию электрических машин.
 1.2. Какова роль электрических машин и трансформаторов в электрификации народного хозяйства?
 1.3. На каких законах основана работа электрических машин?
 2.1. Параллельная работа трансформаторов. Распределение нагрузки между параллельно работающими трансформаторами.
 2.2. Принцип действия и конструкция силового масляного трансформатора. Назначение и устройство отдельных элементов конструкции, определение параметров схемы замещения трансформатора из опытов х.х. и к.з.
 2.3. Обозначение типа трансформатора. Фазировка трансформаторов.
 2.4. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Маркировка обмоток трёхфазного трансформатора. Проверка основных групп соединения.
 2.5. Автотрансформаторы. Какие потери имеют место, в трансформаторе при нагрузке и холостом ходе?
 2.6. Регулирование вторичного напряжения трансформаторов. Регулирование с ПБВ и с РПН.
 2.7. Внешняя характеристика трансформатора, энергетическая диаграмма. Потери мощности и КПД трансформатора.
 2.8. Холостой ход трансформатора: физические процессы, уравнения электрического состояния обмоток, составляющие тока холостого хода, действующее значение ЭДС обмоток, коэффициент трансформации, векторная диаграмма, схема замещения.
 2.9. Понятие приведённого трансформатора, коэффициенты приведения, схема замещения трансформатора, уравнения приведённого трансформатора, векторная диаграмма.
 2.10. Режим короткого замыкания трансформатора: опыт к.з., физические процессы; уравнения и векторная диаграмма трансформатора в режиме к.з., треугольник z_k трансформатора, физический смысл u_k трансформатора?
 3.1. Асинхронный двигатель с фазным и короткозамкнутым ротором. Устройство, принцип действия, понятие скольжения.
 3.2. Схема замещения асинхронного двигателя. Механические характеристики.
 3.3. Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, способы регулирования частоты вращения ротора.
 3.4. Потери мощности и КПД асинхронного двигателя.
 3.5. Круговая векторная диаграмма асинхронного двигателя: обоснование, построение, возможные режимы работы, характерные точки и определение рабочих характеристик асинхронного двигателя.
 3.6. Опыты х.х. и к.з. асинхронного двигателя, определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя.
 3.7. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя, физический смысл потерь мощности.

6.2. Темы письменных работ

Проектирование силового трансформатора

6.3. Фонд оценочных средств

Банк тестовых заданий

Карточки с задачами

Вопросы к коллоквиуму

6.4. Перечень видов оценочных средств

Тесты

Задачи

Коллоквиум

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Епифанов А. П., Епифанов Г. А.	Электрические машины	Санкт-Петербург: Лань, 2017	1	https://e.lanbook.com/book/95139
Л1. 2	Ванурин В. Н.	Электрические машины	Санкт-Петербург: Лань, 2016	1	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72974

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Иванов-Смоленский А.В.	Электрические машины. В 2 т. Т.1: Учебник для вузов	Москва: МЭИ, 2004	10	
Л2. 2	Кацман М.М.	Электрические машины: Учебник	Москва: Академия, 2008	95	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Сыровешкин А.М., Плотников М.П.	Электрические машины: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2014	62	

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 2	Плотников М.П.	Проектирование силового трансформатора: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2020	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Плотников%20М.П.Проектирование%20силового%20трансформатора.УП.2020.pdf

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Adobe Reader
7.3.1.4	LibreOffice
7.3.1.5	MATLAB Academic new Product Concurrent Licenses+Simulink Academic new Product Concurrent Licenses
7.3.1.6	Simscape Power Systems Academic new Product Concurrent Licenses

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.6	Национальная электронная библиотека НЭБ

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

A1003	Лаборатория электрических машин	Учебная мебель 1. МФУ Canon LB MF3110 2. Монитор TFT 17" LG Flatron 3. Системный блок Celeron 2,66 4. Лабораторный стенд ЭМП1-Н-Р (Электрические машины) 5. Лабораторный стенд ЭМ1-Н-Р (Электрические машины) 6. Лабораторный стенд ИАД (Исследование асинхронного двигателя) 7. Лабораторный стенд ИДПТ-У (Исследование двигателя постоянного тока) 8. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Трансформаторы» 9. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Синхронный генератор» 10. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Асинхронный двигатель» 11. Измерительный комплект К-50 12. Измерительный комплект К-51 13. Осциллограф ОСУ-20 14. Вольтметр В7-26 15. Мост МО-62
1215	Лекционная аудитория	Учебная мебель
A1003	Лаборатория электрических машин	Учебная мебель 1. МФУ Canon LB MF3110 2. Монитор TFT 17" LG Flatron 3. Системный блок Celeron 2,66 4. Лабораторный стенд ЭМП1-Н-Р (Электрические машины) 5. Лабораторный стенд ЭМ1-Н-Р (Электрические машины) 6. Лабораторный стенд ИАД (Исследование асинхронного двигателя) 7. Лабораторный стенд ИДПТ-У (Исследование двигателя постоянного тока) 8. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Трансформаторы» 9. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Синхронный генератор» 10. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Асинхронный двигатель» 11. Измерительный комплект К-50 12. Измерительный комплект К-51 13. Осциллограф ОСУ-20 14. Вольтметр В7-26 15. Мост МО-62

A1003	Лаборатория электрических машин	Учебная мебель 1. МФУ Canon LB MF3110 3. Системный блок Celeron 2,66 (Электрические машины) 5. Лабораторный стенд ЭМ1-Н-Р (Электрические машины) 6. Лабораторный стенд ИАД (Исследование асинхронного двигателя) 7. Лабораторный стенд ИДПТ-У (Исследование двигателя постоянного тока) 8. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Трансформаторы» 9. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Синхронный генератор» 10. Универсальные лабораторные стенды (УЛС) собственной разработки «Асинхронный двигатель» 11. Измерительный комплект К-50 12. Измерительный комплект К-51 13. Осциллограф ОСУ-20 14. Вольтметр В7-26 15. Мост МО-62	2. Монитор TFT 17" LG Flatron 4. Лабораторный стенд ЭМП1-Н-Р
2201	читальный зал №1	Учебная мебель Оборудование 10- ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D	

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Электрические машины» направлена на ознакомление обучающихся с основами теории и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов, а также формирования прочной теоретической и практической базой знаний в области электромеханического и статического преобразования энергии, принципа действия основных видов электрических машин, трансформаторов и особенностей их применения. Дисциплина «Электрические машины» охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому, производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Изучение дисциплины «Электрические машины» предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- контрольная работа;
- самостоятельные работы;
- экзамен.

С целью определения уровня овладения компетенциями, закрепленными за дисциплиной, в заданные преподавателем сроки проводится текущий контроль знаний, умений и навыков каждого обучающегося, выполнение курсовой работы и аттестация по итогам освоения дисциплины. Текущий контроль проводится на аудиторных занятиях с целью определения качества усвоения материала по окончании изучения очередной учебной темы в следующих формах: письменный опрос, контрольная работа, тестирование, коллоквиум. Руководитель контрольной работы оценивает правильность решения, ответы на заданные вопросы.

Аттестация по итогам освоения дисциплины.

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрено 2 экзамена. На экзамене обучающимся предлагается ответить на два вопроса билета. На подготовку к ответу на билет студентам выделяется от 30 до 40 минут. На все вопросы студент готовит письменный конспективный ответ, который затем докладывает преподавателю.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о конструкции, принципа действия электрических машин.

Самостоятельную работу необходимо начинать с проработки теоретического материала по пройденной теме.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.