

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель КСН
 Г.А. Хмара
«30» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Электрические машины
направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность: Электроснабжение
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30 августа 2021 г. и требованиями ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность «Электроснабжение» к результатам освоения дисциплины «Электрические машины».

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры электроэнергетики
Протокол № 16 от «30» августа 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой ЭЭ



Е.С.Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

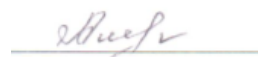
И.о. заведующего выпускающей кафедрой
«30» августа 2021 г.



Е.С.Чижикова

Рабочую программу разработал:

А.К. Алексеевнина, доцент кафедры электроэнергетики,
кандидат педагогических наук



1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с основами теории и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов, принципами действия основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностей их применения.

Задачи дисциплины:

- развитие у обучающихся понимания сущности явлений, положенных в основу работы электрических машин;
- приобретение практических навыков работы с электрическими машинами и оценки результатов их применения в различных режимах работы;
- понимание особенностей эксплуатации электрических машин применительно к условиям в условиях Западно-Сибирского региона;
- понимание ответственности за выполнение требований технологических процессов и безопасности при эксплуатации электрических машин;
- воспитание потребности усовершенствования современных техпроцессов на базе полученных знаний и умений;
- расширение технического кругозора обучающихся;
- воспитание добросовестного отношения к делу, глубокого изучения предмета.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной базовой учебного плана. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины «Теоретические основы электротехники».

Знания по дисциплине «Электрические машины» необходимы обучающимся данного направления подготовки для усвоения знаний по следующим дисциплинам: «Электрические и электронные аппараты», «Электрический привод», «Специальные разделы электротехники», «Электробезопасность», «Надежность электроснабжения».

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	Знать (З1): основные понятия и законы магнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах
		Уметь (У1): применять, эксплуатировать, производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики
		Владеть (В1): методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
	ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Знать (З2): методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
		Уметь (У2): рассчитывать переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока
		Владеть (В2): методикой расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
Очная	2/3	18	-	18	36	зачет
Очная	2/4	16	16	32	80	экзамен
заочная	3/5	4	-	4	100	зачет
заочная	3/6	4	2	4	98	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

3 семестр

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение. Основные понятия.	6	0	6	12	24	ОПК-4.1 ОПК-4.2	ОТЧЕТЫ ПО ЛАБ.РАБ ОТАМ
2	2	Машины постоянного тока	4	0	4	8	16		
3	3	Трансформаторы	4	0	4	8	16		
4	4	Основы общей теории машин переменного тока	4		4	8	16		
5	ЗАЧЕТ		-	-				ОПК-4.1 ОПК-4.2	Вопросы к зачету
Итого:			18	0	18	36	72		

4 семестр

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
-------	-----------------------------	--	--------------------------	--	--	-----------	-------------	---------	---------------------------------

	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	5	Асинхронные машины	6	6	12	14	38	ОПК-4.1 ОПК-4.2	ОТЧЕТЫ ПО ЛАБ.РАБ ОТАМ. Выполнен ие практичес ких заданий
2	6	Синхронные машины	6	6	12	14	38		
3	7	Электрические машины малой мощности	4	4	8	16	32		
4	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ЭКЗАМЕН		-	-		36	36	ОПК-4.1 ОПК-4.2	Защита курсового проекта Вопросы к экзамену (Тестиров ание в среде Educon 2.0)
Итого:			16	16	32	80	144		

заочная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.2

5 семестр

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение. Основные понятия.	1	0	1	30	32	ОПК-4.1	ОТЧЕТЫ ПО ЛАБ.РАБ ОТАМ
2	2	Машины постоянного тока	1	0	1	22	24		
3	3	Трансформаторы	1	0	1	22	24		
4	4	Основы общей теории машин переменного тока	1		1	22	24		
5	ЗАЧЕТ		-	-		4	4	ОПК-4.1	Вопросы к зачету
Итого:			4	0	4	100	108		

6 семестр

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства ¹
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	5	Асинхронные машины	1	1	1	30	33	ОПК-4.1 ОПК-4.2	ОТЧЕТЫ ПО

2	6	Синхронные машины	1	1	1	30	33		ЛАБ.РАБ ОТАМ. Выполнение практических заданий
3	7	Электрические машины малой мощности	2	0	2	29	33		
4	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ЭКЗАМЕН		-	-		9	9	ОПК-4.1 ОПК-4.2	Защита курсового проекта Вопросы к экзамену (Тестирование в среде Educon 2.0)
Итого:			4	2	4	98	108		

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

1. Введение. Основные понятия.

Содержание дисциплины и связь с другими дисциплинами. Назначение и классификация электрических машин. Диаграмма преобразования мощности. Принцип обратимости. Основные электромагнитные схемы электрических машин.

2. Машины постоянного тока

Назначение и область применения электрических машин постоянного тока. Принцип действия в режимах работы генератора и двигателя. Принцип обратимости. Устройство униполярной и коллекторной машины постоянного тока.

Понятие об обмотках якоря. ЭДС обмотки якоря.

Электромагнитный момент.

Магнитные поля машины постоянного тока: магнитная цепь, понятие о реакции якоря и ее влияние на работу машины.

Сущность процесса коммутации и способы его улучшения.

Классификация электрических машин постоянного тока по способу возбуждения.

Характеристики генераторов постоянного тока.

Сварочные генераторы постоянного тока.

Двигатели постоянного тока (ДПТ): пуск и ход, регулирование частоты вращения. Двигатели параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

Импульсное питание двигателей постоянного тока: электромашинные усилители (ЭМУ), тахогенераторы, исполнительные (управляемые) двигатели, бесконтактные двигатели постоянного тока.

3. Трансформаторы

Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия. Элементы конструкции и основные конструктивные модификации.

Трехфазные силовые трансформаторы. Схемы и группы соединений.

ЭДС обмоток. Уравнения напряжений и токов. Приведенный трансформатор. Эквивалентная схема замещения трансформатора.

Физические процессы в трансформаторе в режимах холостого хода, короткого замыкания, работы под нагрузкой. Изменение выходного напряжения при нагрузке, внешние характеристики. Потери и КПД. Условие максимум КПД.

Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу.

Понятие о несимметричных режимах работы.

Специальные типы трансформаторов: многообмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, трансформаторы для преобразователей, измерительные трансформаторы тока и напряжения.

4. Основы общей теории машин переменного тока

Общие свойства машин переменного тока, сходство и различие синхронных и асинхронных машин. Понятие об обмотках статора и ротора.

Электродвижущая сила (ЭДС) и магнитодвижущая сила (МДС) обмоток.

Принцип создания вращающегося магнитного поля.

5. Асинхронные машины

Назначение и область применения. Принцип действия, устройство.

Физические процессы в асинхронной машине. Схема замещения.

Электромагнитный вращающий момент. Механические характеристики. Режимы работы и энергетические соотношения.

Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

Особые виды и режимы работы многофазных асинхронных двигателей: двигатели с улучшенными пусковыми свойствами, с неподвижным ротором, с массивным ротором, с разомкнутым магнитопроводом статора (линейные двигатели).

Однофазные асинхронные двигатели.

Асинхронные микромашины автоматических устройств: исполнительные (управляемые) двигатели, тахогенераторы, вращающиеся (поворотные) трансформаторы, сельсины.

Асинхронные генераторы.

6. Синхронные машины

Назначение и область применения. Принцип действия, конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.

Магнитные поля, реакция якоря (статора) и индуктивные сопротивления синхронных машин.

Основные виды векторных диаграмм напряжений синхронной машины. Понятие о характеристиках синхронных генераторов.

Трехфазный синхронный двигатель. Принцип работы и векторные диаграммы, электромагнитный момент. Способы пуска и регулирования частоты вращения.

Уравнение электромагнитной мощности, угловая характеристика, работа при изменении тока возбуждения (V – образные характеристики) синхронных машин.

Синхронный компенсатор.

Синхронные микромашины автоматических систем: реактивный, гистерезисный, безредукторный, шаговый двигатели.

7. Электрические машины малой мощности

Электрические машины малой мощности: их назначение и области применения. Виды электрических машин малой мощности.

Исполнительные двигатели переменного и постоянного тока.

Тахогенераторы постоянного и переменного тока. Универсальный коллекторный двигатель. Сельсины, требования к системам синхронной связи. Асинхронные двигатели малой мощности: общего применения и управляемые с полым и короткозамкнутым ротором. Явление самохода.

Синхронные двигатели малой мощности: реактивные, гистерезисный, с постоянными магнитами. Шаговые двигатели. Вращающийся трансформатор.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема лекции
		ОФО	ЗФО	
1	1	6	1	Назначение и классификация электрических машин Основные электромагнитные схемы электрических машин.
2	2	4	1	Назначение и область применения электрических машин постоянного тока. Понятие об обмотках якоря Магнитные поля машины постоянного тока Сущность процесса коммутации и способы его улучшения Характеристики генераторов постоянного тока Двигатели постоянного тока.
3	3	4	1	Назначение и классификация трансформаторов Трехфазные силовые трансформаторы Физические процессы в трансформаторе в режимах холостого хода, короткого замыкания, работы под нагрузкой. Внешние характеристики. Параллельная работа трансформаторов Специальные типы трансформаторов
4	4	4	1	Общие свойства машин переменного тока Принцип создания вращающегося магнитного поля.
5	5	6	1	Назначение и область применения асинхронных машин. Принцип действия, устройство Физические процессы в асинхронной машине Механические характеристики Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей Режимы работы многофазных асинхронных двигателей Однофазные асинхронные двигатели Асинхронные генераторы
6	6	6	1	Назначение и область применения синхронных машин. Принцип действия Понятие о синхронных генераторах Трехфазный синхронный двигатель Синхронный компенсатор Синхронные микромашины автоматических систем
7	7	4	2	Электрические машины малой мощности Асинхронные двигатели малой мощности Синхронные двигатели малой мощности Вращающийся трансформатор
Итого:		34	8	

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Темы практических занятий
		ОФО	ЗФО	
1	5	6	1	Расчет параметров асинхронных машин
2	6	6	1	Расчет параметров синхронных машин
3	7	4	0	Расчет параметров электрических машин малой мощности
Итого:		16	2	

Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	
1	1	6	1	Исследование генератора постоянного тока смешанного возбуждения Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения
2	2	4	1	Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\phi_0=f(U)$ однофазного трансформатора Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\phi_K=f(U)$ однофазного трансформатора
3	3	4	1	Определение уравнивающего тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов
4	4	4	1	Определение группы соединений обмоток трехфазного трансформатора Подтверждение недопустимости параллельной работы трехфазных трансформаторов с различными группами соединения обмоток
5	5	12	1	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
6	6	12	1	Исследование асинхронного двигателя в однофазном режиме работы
7	7	8	2	Исследование электропривода переменного тока на основе асинхронного двигателя с фазным ротором Исследование синхронного генератора
Итого:		50	8	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
1	1	12	30	Введение. Основные	Выполнение

				понятия.	расчетно-графических работ, подготовка к лаб. работам, работа с современными журналами(электронными и печатными), создание интеллект-карт, контрольная работа
2	2	8	22	Машины постоянного тока	
3	3	8	22	Трансформаторы	
4	4	8	22	Основы общей теории машин переменного тока	
5	Зачет		4		Подготовка к зачету
6	5	14	30	Асинхронные машины	Выполнение расчетно-графических работ, подготовка к лаб. работам, работа с современными журналами(электронными и печатными), создание интеллект-карт, контрольная работа
7	6	14	30	Синхронные машины	
8	7	16	29	Электрические машины малой мощности	
9	Курсовой проект Экзамен	36	9		Подготовка курсового проекта Подготовка к экзамену
		116	198		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- Работа с современными базами научных журналов разной направленности, работа с базами научных статей и патентов (<https://scholar.google.ru>, <https://elibrary.ru> и т.д.): погружение обучающихся в реальное применение изучаемых теоретических материалов, рассмотрение различных направлений науки, ориентация в выборе своего будущего направления(профиля) инженерной деятельности;
- Командная работа в мини- группах;
- Мини- Конференции, как защита лаб. работ :Умение презентовать свои мысли и идеи
- Эксперименты, сопоставление с теорией, развитие умения анализировать данные и синтезировать идеи.

6. Тематика курсовых работ/проектов

Расчет трехфазного масляного трансформатора ТМ-_____.

Варианты задания на курсовое проектирование приведены в таблице 6.

Таблица 6

Варианты задания на курсовое проектирование

Вариант	Мощность трансформатора S_H , кВ·А	U_{BH}/U_{HH} , кВ	Схемы и группа соединений обмоток	U_{KH}^* , %	P_{KH} , Вт	P_{OH} , Вт	i_{OH}^* , %
1	100	10/0,4	Д/УН-11	4,5	1980	290	2,2

2	160	10/0,4	Д/У _Н -11	4,5	2650	510	2,4
3	250	10/0,4	Д/У _Н -11	4,5	3700	740	2,3
4	400	10/0,4	Д/У _Н -11	4,7	5900	950	2,1
5	630	10/0,4	Д/У _Н -11	5,5	8500	1310	2,0
6	1000	10/0,4	Д/У _Н -11	5,5	10800	1550	1,2
7	1250	10/0,4	Д/У _Н -11	6,0	15000	1800	1,2
8	1600	10/0,4	Д/У _Н -11	6,0	16500	1950	1,0
9	2500	10/0,4	Д/У _Н -11	6,0	25000	3400	0,8
10	4000	35/6,3	Д/Д-0	6,5	25000	6200	3,0
11	6300	35/6,3	Д/Д-0	6,5	46500	12300	3,0
12	100	6/0,4	Д/У _Н -11	4,5	1980	290	2,2
13	160	6/0,4	Д/У _Н -11	4,5	2650	510	2,4
14	250	6/0,4	Д/У _Н -11	4,5	3700	740	2,3
15	400	6/0,4	Д/У _Н -11	4,7	5900	950	2,1
16	630	6/0,69	Д/У _Н -11	5,5	8500	1310	2,0
17	1000	10/0,69	Д/У _Н -11	5,5	12200	2100	1,4
18	1000	6/0,69	Д/У _Н -11	5,5	12200	2100	1,4
19	1600	6/0,4	Д/У _Н -11	6,0	16000	2050	1,0
20	2500	6/0,4	Д/У _Н -11	6,0	24000	2800	0,8
21	4000	35/11	Д/Д-0	7,5	33500	6700	1,0
22	6300	35/11	Д/Д-0	7,5	46500	9400	0,9
23	400	6/0,4	У/У _Н -0	4,7	5900	950	2,1
24	630	6/0,69	У/У _Н -0	5,5	8500	1310	2,0
25	1000	6/0,69	У/У _Н -0	5,5	12200	2100	1,4

7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.

Контрольное задание состоит из четырех задач. К каждой задаче даются рисунки и таблица (с тем же номером, что и задача), содержащая дополнительные к тексту задачи условия. Студент во всех задачах выбирает номер рисунка по последней цифре шифра, а номер условия в таблице – по предпоследней.

Задание выполняется в отдельной тетради (ученической), страницы которой нумеруются. На обложке указываются: название дисциплины, номер работы, фамилия и инициалы студента, учебный шифр, институт, направление. На первой странице тетради записываются: номер работы, номера решаемых задач и год издания контрольных заданий.

Решение каждой задачи обязательно начинать на развороте тетради (на четной странице, начиная со второй). Сверху указывается номер задачи, далее делается чертеж (можно карандашом) и записывается, что в задаче дано и что требуется определить (текст задачи не переписывать).

Чертеж должен быть аккуратным и наглядным. Решение задач необходимо сопровождать краткими пояснениями (какие формулы или теоремы применяются, откуда получаются те или иные результаты и т.п.) и подробно излагать весь ход расчетов. На каждой странице следует оставлять поля для замечаний рецензента. При чтении текста каждой задачи учесть, что большинство рисунков дано без соблюдения масштаба.

7.2. Тематика контрольных работ.

1. Разработать обмотку якоря машины постоянного тока для данных условий

- 1) Рассчитать шаги обмотки и шаг по коллектору;
- 2) Вычертить развернутую схему обмотки;

- 3) Вычертить электрическую принципиальную схему обмотки для положения якоря, когда первая секция обмотки находится на геометрической нейтрали полюсов.
2. Для силового трансформатора необходимо:
 - 1) построить векторную диаграмму, характеризующую работу трансформатора в режиме холостого хода;
 - 2) построить векторную диаграмму, характеризующую работу трансформатора в режиме короткого замыкания;
 - 3) построить векторную диаграмму, характеризующую работу трансформатора на активно-индуктивную нагрузку.
3. Расчет параметров трехфазного трансформатора
 - 1) Определить коэффициент трансформации трансформатора – K , номинальные токи обмоток высшего и низшего напряжений- $I_{BH}, I_{HH}; I_{\Phi BH}; I_{\Phi HH};$
 - 2) Рассчитать параметры холостого хода - $I_{0H}, \cos \varphi_{0H}, r_0, x_0, z_0;$
 - 3) Рассчитать параметры короткого замыкания - $r_K, x_K, z_K, U_{KA}, U_{K\sigma}, \cos \varphi_{KH};$
 - 4) Вычертить Т-образную схему замещения и рассчитать ее параметры - $r_1, x_1, r_2', x_2', r_m,$
4. Выполнить задания
 - 1) Активное сечение стали магнитопровода трансформатора П, см² охвачено обмотками: число витков первичной обмотки W_1 , число витков вторичной обмотки W_2 . Определить действующее, амплитудное и мгновенное значения ЭДС взаимной индукции, индуцируемых в обмотках главным магнитным потоком $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$, Вб, амплитудное значение магнитной индукции которого B_m , Тл, угловая частота ω , рад/с.
 - 2) Сечение магнитопровода трансформатора П, см. Коэффициент заполнения пакета сталью $K_{ст}$. Определить число витков первичной обмотки трансформатора, обеспечивающее при разомкнутой вторичной обмотке максимальное значение индукции в сердечнике B_m , Тл, при фазном напряжении питающей сети U_1 , В, частоте f , Гц.
 - 3) Активное сечение магнитопровода трансформатора П, см². Найти необходимое число витков каждой обмотки трансформатора для получения в режиме холостого хода на вторичной обмотке U_2 , В при напряжении первичной обмотки U_1 , В, частоте f , Гц. Максимальное значение индукции магнитного поля B_m , Тл.
 - 4) Найти потокосцепление главного магнитного потока с первичной и вторичной обмотками трансформатора, у которого число витков первичной обмотки W_1 , число витков вторичной обмотки W_2 , магнитный поток $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$, Вб. Чему равна частота гармонически изменяющихся величин трансформатора.
 - 5) Асинхронная машина с числом пар полюсов p включена в трехфазную сеть частотой f , Гц. При внешнем моменте, направленном против вращения поля, ротор машины имеет угловую скорость ω_2-1 , рад/с; при внешнем моменте, направленном в сторону вращения поля ω_2-2 , рад/с. Определить скольжение асинхронной машины s и режим работы в обоих случаях.
 - 6) Шестиполюсная асинхронная машина питается от трехфазной сети частотой f_1-1 , Гц. Скольжение машины s . Найти угловую скорость и частоту вращения поля статора и угловую скорость и частоту вращения ротора. Как изменятся эти величины при частоте питающей сети f_1-2 , Гц? В каком режиме работает асинхронная машина?

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

3 семестр

Таблица 8.1.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Исследование генератора постоянного тока смешанного возбуждения	0...5
2	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	0...5
3	Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора	0...5
4	Защита лабораторных работ	0...15
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0..30
2 текущая аттестация		
5	Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ однофазного трансформатора	0...5
6	Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ однофазного трансформатора	0...5
7	Защита лабораторных работ	0...10
8	Контрольная работа	0...20
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0...40
3 текущая аттестация		
9	Определение уравнивающего тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов	0...5
10	Определение группы соединений обмоток трехфазного трансформатора	0...5
11	Подтверждение недопустимости параллельной работы трехфазных трансформаторов с различными группами соединения обмоток	0...5
12	Защита лабораторных работ	0...15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	0...30
	ВСЕГО	100

4 семестр

Таблица 8.1.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Определение группы соединений обмоток трехфазного трансформатора	0...5
2	Подтверждение недопустимости параллельной работы трехфазных трансформаторов с различными группами соединения обмоток	0...5
3	Защита лабораторных работ	0...10
4	Расчет параметров асинхронных машин	0...5
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0..25
2 текущая аттестация		
5	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	0...5
6	Исследование асинхронного двигателя в однофазном режиме работы	0...5
7	Защита лабораторных работ	0...10
8	Расчет параметров синхронных машин	0...5

	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0...25
3 текущая аттестация		
9	Исследование электропривода переменного тока на основе асинхронного двигателя с фазным ротором	0...5
10	Исследование синхронного генератора	0...5
11	Защита лабораторных работ	0...10
12	Расчет параметров электрических машин малой мощности	0...5
	Курсовой проект	0...25
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	0...50
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

5 семестр

Таблица 8.2.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора	0...5
2	Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ однофазного трансформатора	0...5
3	Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ однофазного трансформатора	0...5
4	Контрольная работа	0...25
5	Итоговое тестирование	0...60
	ВСЕГО	100

6 семестр

Таблица 8.2.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Нереверсивный пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	0...5
2	Реверсивный пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	0...5
3	Пуск и исследование характеристик синхронного двигателя	0...5
4	Контрольная работа	0...25
5	Итоговое тестирование	0...60
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека Тюменского индустриального университета <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина и ФГБОУ ВО «ТИУ» <http://elib.gubkin.ru/>
3. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГНТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://bibl.rusoil.net>
4. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://lib.ugtu.net/books>
5. Научная электронная библиотека «eLibrary.ru»
6. Консультант студента «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ООО «Политехресурс») <http://www.studentlibrary.ru>
7. ЭБС IPRbooks (ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа») <http://www.iprbookshop.ru/>
8. ЭБС Лань (ООО «Издательство ЛАНЬ») <http://e.lanbook.com>
9. ЭБС BOOK.ru (ООО «КноРус медиа») <https://www.book.ru>
10. ЭБС ЮРАЙТ (ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ») www.urait.ru

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows;
3. Zoom.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практических занятий, лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации Лаборатория «Электротехника и промышленная электроника» (кабинет № 308, корпус 1) Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Комплект лабораторного оборудования ЭОЭ1-С-К «Электроника и основы электроники» - 1 шт. Компьютер в комплекте - 1 шт. Проектор - 1 шт. Экран настенный - 1 шт. Звуковые колонки - 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий
2	Учебная мебель: столы, стулья,	Учебная аудитория для курсового

доска аудиторная. Рабочее место электромонтера – 10 шт. Асинхронный электродвигатель переменного тока АИР63А4 (Рном=0,25 кВт; n=1500 об/мин) – 2 шт. Асинхронный электродвигатель переменного тока с фазным ротором – 1 шт. Ноутбук – 1 шт. Компьютерная мышь - 1 шт. LED телевизор – 1 шт.	проектирования (выполнения курсовых работ, проектов) (кабинет № 325, корпус 1) Учебная мебель: столы, стулья. Компьютер в комплекте - 2 шт. Моноблок - 10 шт. Клавиатура - 10 шт. Компьютерная мышь - 10 шт. Телевизор - 1 шт. Плоттер - 1 шт. МФУ - 2 шт. Принтер - 1 шт.
---	--

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Контрольные вопросы используются для проведения анализа материала лекций, самостоятельного углубления знаний, а также для самопроверки знаний студентов по отдельным вопросам и/или темам дисциплины.

Задания на лабораторных занятиях используются для оценки умений по отдельным темам дисциплины. Содержание отчета и критерии оценки ответа доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется непосредственно после сдачи отчета и проверки по выполненному заданию на текущем или следующем занятии.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от обучающегося высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или с группой в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций; изучение и конспектирование рекомендуемой литературы; подготовку мультимедиа-сообщений/докладов; подготовку реферата; тестирование; решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовку к деловым играм и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Электрические машины

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.	Знать (З1): основные понятия и законы магнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах	Не знает основные понятия и законы магнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах	Знает основные понятия и законы магнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах, допускает значительные ошибки.	Хорошо знает основные понятия и законы магнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах, допускает незначительные ошибки	В совершенстве знает основные понятия и законы магнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах.
		Уметь (У1): применять, эксплуатировать, производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики	Не умеет применять, эксплуатировать, производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, элементов релейной защиты и автоматики	Умеет применять, эксплуатировать, производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики, допуская значительные неточности и	Умеет применять, эксплуатировать, производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики, допуская незначительные	В совершенстве умеет применять, эксплуатировать, производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики

			защиты и автоматики	погрешности	неточности и погрешности	
		Владеть (В1): методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	Не владеет методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем	Владеет методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем, допуская значительные неточности и погрешности	Владеет методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем, допуская незначительные неточности и погрешности	В совершенстве владеет методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.
	ОПК-4.2 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Знать (З2): методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Не знает методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знает основные методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Хорошо знает методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	В совершенстве знает методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
		Уметь (У2): рассчитывать переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока	Не умеет рассчитывать переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока	Умеет рассчитывать переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока, допуская значительные ошибки	Умеет рассчитывать переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока, допуская незначительные ошибки	Умеет рассчитывать переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока без ошибок
		Владеть (В2): методикой расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Не владеет методикой расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	Владеет методикой расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока., допуская ряд ошибок	Хорошо владеет методикой расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока., допуская незначительные ошибки	В совершенстве методикой расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Электрические машины

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
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, 2020. — 267 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03222-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451783 .	ЭР*	33	100	+
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, 2020. — 407 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03224-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451784 .	ЭР*	33	100	+
3	Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 828 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/445920 .	ЭР*	33	100	+
4	Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/95139 .	ЭР*	33	100	+

И.о. заведующего кафедрой ЭЭ



Е.С.Чижикова

«30» августа 2021г.

Начальник ОИО



Л.Б. Половникова

«30» августа 2021г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
«Электрические машины»
на 2022-2023 учебный год**

С учётом развития науки, практики, технологий и социальной сферы, а также результатов мониторинга потребностей работодателей, в рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

№	Вид дополнений/изменений	Содержание дополнений/изменений, вносимых в рабочую программу
1	Актуализация списка используемых источников	Дополнения (изменения) внесены в карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой (Прил. 2).

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная дисциплина Электрические машины

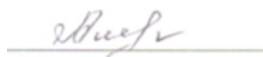
Кафедра Электроэнергетики

Код, направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
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, 2020. — 267 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03222-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451783 .	ЭР	22	100	+
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, 2020. — 407 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03224-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451784 .	ЭР	22	100	+
3	Копылов, И. П. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 828 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/445920 .	ЭР	22	100	+
	Епифанов, А. П. Электрические машины: учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/95139 .				

Дополнения и изменения внес:
канд. пед. наук, доцент



А.К.Алексеевнина

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего кафедрой



Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

«30» августа 2022 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Электрические машины
на 2023-2024 учебный год**

С учётом развития науки, практики, технологий и социальной сферы, а также результатов мониторинга потребностей работодателей, в рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

№	Вид дополнений/изменений	Содержание дополнений/изменений, вносимых в рабочую программу
1	Актуализация списка используемых источников	Дополнения (изменения) внесены в карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой (Прил. 2).

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Электрические машины

Код, направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта ЭБС (+/-)
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, 2023. — 267 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03222-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/512718	ЭР	30	100	+
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, 2023. — 407 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03224-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/512719	ЭР	30	100	+
3	Копылов, И. П. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 828 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518151	ЭР	30	100	+
4	Епифанов, А. П. Электрические машины / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 300 с. — ISBN 978-5-507-48370-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/352325 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+

Дополнения и изменения внес:
канд. физ.-мат. наук, доцент



В.И. Новоселов

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.



И.о. заведующего кафедрой

Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



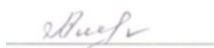
Е.С. Чижикова

« 30 » августа 2023 г.

**Дополнения и изменения
к рабочей программе дисциплины
Электрические машины
на 2024-2025 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (*дисциплина в 2024-2025 учебном году не изучается*).

Дополнения и изменения внес:
канд. пед. наук, доцент



А.К.Алексеевна

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

«22» апреля 2024 г.