



**Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»**



23.09.2019

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электрические машины**

Закреплена за кафедрой	<b>энергетики</b>	
Учебный план	15.03.02 - очная ТМиО бакалавриат Т-20105.plx Направление 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль подготовки "Технологические машины и оборудование"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 6 зачеты 5 курсовые проекты 6
в том числе:		
аудиторные занятия	76	
самостоятельная работа	32	
часов на контроль	36	

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	Неделя		Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	30	30	16	16	46	46
Лабораторные	6	6	6	6	12	12
Практические	10	10	8	8	18	18
Итого ауд.	46	46	30	30	76	76
Контактная работа	46	46	30	30	76	76
Сам. работа	17	17	15	15	32	32
Часы на контроль	9	9	27	27	36	36
Итого	72	72	72	72	144	144

Разработчик программы:

*ст. преподаватель, Вотинова Светлана Юрьевна; канд. техн. наук, зав. кафедрой, Федорова Светлана Владимировна*

---

Рабочая программа дисциплины

**Электрические машины**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1170)

составлена на основании учебного плана:

Направление 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль подготовки "Технологические машины и оборудование"

утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**энергетики**

Протокол методического совета университета от 09.07.2020 г. № 3

Срок действия программы: 2020-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Худяков Павел Юрьевич

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
Целью дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, типами и видами электрических машин и агрегатов. Четкое усвоение курса позволит студентам подготовиться к дальнейшей практической работе, связанной с исследованием и эксплуатацией современных горных автоматизированных систем электроприводов.	
<b>1.1 Задачи</b>	
Задачами изучения дисциплины являются: - получение сведений об электрических машинах по принципу действия, устройству, физическим явлениям и их закономерностям, новым перспективным направлениям развития и применения электрических машин; - изучение методов теоретического и экспериментального исследования, расчета и проектирования электрических машин; - выработка умения применять полученные знания при изучении дальнейших курсов и в будущей самостоятельной инженерной деятельности.	
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Прикладная механика
2.1.2	Теоретическая механика
2.1.3	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
2.1.4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Преддипломная практика
2.2.2	Теория надежности технологических машин и оборудования
2.2.3	Эргономика в горном машиностроении
2.2.4	Эргономика в технологической отрасли
2.2.5	Государственная итоговая аттестация
2.2.6	Стационарные машины
2.2.7	Стационарные машины горного производства
2.2.8	Технологические машины и оборудование
2.2.9	Технологические машины и оборудование горного производства
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-11: способностью проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование</b>	
<b>ПК-12: способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции</b>	
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>	
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Методики проведения экспериментальных исследований электрических машин
3.1.2	Методов корректировки про-грамм испытаний электрических машин
3.1.3	Методы и схемы для определения различных параметров электрических машин
3.1.4	Влияние изменения различных параметров на характеристики электрических машин
3.1.5	Знать инструкции по эксплуатации используемого технического оборудования для испытаний электрических машин
3.1.6	Знать параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.
3.1.7	Методы и средства для проведения эксплуатационных испытаний электротехнического оборудования.
3.1.8	Влияние изменения различных параметров на выходные характеристики электрических машин.
3.1.9	
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Читать монтажные схемы электротехнического оборудования и электрических машин.
3.2.2	Использовать технические средства для измерения и контроля параметров электрических машин.
3.2.3	Определять объемы работ по расчету параметров и характеристик электрических машин.
3.2.4	Подбирать и настраивать необходимую техническую аппаратуру и электроизмерительные приборы, и устройства.

3.2.5	Анализировать результаты испытаний, изложенных в технической документации.
3.2.6	Определять режимы работы при испытаниях электрических машин и электрооборудования.
3.2.7	Применять технические средства для измерения и контроля основных параметров электрооборудования.
3.2.8	Устранять возможные неисправности диагностической аппаратуры.
3.2.9	Использовать результаты испытаний и диагностики электрических машин для обеспечения работоспособности электротехнического оборудования.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Разрабатывать методику проведения экспериментов по определению параметров электрических машин.
3.3.2	Корректировать и обсуждать результаты исследования электрических машин и пускорегулирующей аппаратуры
3.3.3	Анализировать режимы работы электрических машин и пускорегулирующей аппаратуры.
3.3.4	Применять методы теоретического и экспериментального исследования режимов работы электрических машин.
3.3.5	Разрабатывать программу испытаний вводимого в эксплуатацию электрооборудования.
3.3.6	Настраивать аппаратуру для проведения испытаний электрических машин и электрооборудования
3.3.7	Читать монтажные схемы исследуемого электротехнического оборудования и электрических машин.
3.3.8	Владеть математическим описанием различных режимов работы электрических машин.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах</b>							
1.1	Классификация электрических машин. Стандартизация электрических машин. Электротехнические материалы, применяемые в электрических машинах /Лек/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	Классификация электрических машин. Стандартизация электрических машин. Электротехнические материалы, применяемые в электрических машинах /Пр/	5	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 2. Общие вопросы теории электрических машин постоянного тока</b>							
2.1	Конструкции коллекторных машин постоянного тока. Магнитная цепь ЭМПТ при холостом ходе. Кривая намагничивания и магнитная характеристика. Понятие коэффициента насыщения. Конструкция и принципы построения обмоток якоря. Условия симметрии обмоток якоря. Уравнительные соединения. ЭДС обмоток якоря. /Лек/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	Конструкции коллекторных машин постоянного тока. Магнитная цепь ЭМПТ при холостом ходе. Кривая намагничивания и магнитная характеристика. Понятие коэффициента насыщения. Конструкция и принципы построения обмоток якоря. Условия симметрии обмоток якоря. Уравнительные соединения. ЭДС обмоток якоря. /Пр/	5	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

2.3	Исследование механических характеристик привода по системе Г-Д постоянного тока /Лаб/	5	3	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.4	Электромагнитный момент машины постоянного тока. Магнитное поле при нагрузке. Понятие реакции якоря. Процесс коммутации. Способы улучшения коммутации и ее настройки. /Ср/	5	7	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Генераторы постоянного тока</b>							
3.1	Классификация генераторов по способу возбуждения. Энергетическая диаграмма и уравнения генератора. Условия самовозбуждения. Характеристики генераторов. Параллельная работа генераторов. Условия включения, распределение и перевод нагрузки. /Лек/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.2	Классификация генераторов по способу возбуждения. Энергетическая диаграмма и уравнения генератора. Условия самовозбуждения. Характеристики генераторов. Параллельная работа генераторов. Условия включения, распределение и перевод нагрузки. /Пр/	5	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Электрические двигатели постоянного тока</b>							
4.1	Преобразование электрической энергии в механическую. Принцип обратимости электрических машин. Энергетическая диаграмма и уравнение ЭДС двигателя. /Лек/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	Электромеханические характеристики двигателей. Пуск и регулирование частоты вращения. Влияние коммутации на допустимые пределы регулирования частоты вращения /Пр/	5	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.3	Потери и КПД машин постоянного тока. Понятие предельных машин постоянного тока. Электрические машины постоянного тока с полупроводниковыми коммутаторами. /Ср/	5	10	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.4	Исследование механических свойств двигателя постоянного тока независимого возбуждения /Лаб/	5	3	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.5	Потери и КПД машин постоянного тока. Понятие предельных машин постоянного тока. Электрические машины постоянного тока с полупроводниковыми коммутаторами /Ср/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 5. Трансформаторы</b>							
5.1	Однофазные трансформаторы: назначение, области применения; классификация, конструкции и принцип действия; процессы при холостом ходе, характеристика намагничивания, форма кривой намагничивающего тока, потери при холостом ходе; векторные диаграммы при холостом ходе; схема замещения и уравнения ЭДС и МДС; режим короткого замыкания; работа под нагрузкой; внешние характеристики; определение параметров схемы замещения; связь между размерами трансформатора и его электромагнитными нагрузками /Лек/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
5.2	Трехфазные трансформаторы: магнитные системы; ЭДС трех-фазных обмоток; схемы и группы соединения; параллельная работа; особенности холостого хода трехфазных трансформаторов /Пр/	5	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
5.3	Сварочные трансформаторы, измерительные трансформаторы, автотрансформаторы /Ср/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Общие вопросы машин переменного тока</b>							
6.1	Классификация, конструкции, принцип действия машин переменного тока. ЭДС обмоток переменного тока. Принцип выполнения обмоток переменного тока /Лек/	5	6	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.2	Намагничивающие силы обмоток переменного тока. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Намагничивающая сила трехфазной обмотки /Пр/	5	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.3	Намагничивающие силы обмоток переменного тока. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Намагничивающая сила трехфазной обмотки /Ср/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 7. Электромагнитные процессы в асинхронной машине при неподвижном и вращающемся роторе</b>							

7.1	Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной. Основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения /Лек/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
7.2	Режимы работы асинхронной машины. Электромагнитная мощность и момент. Механические и скоростные характеристики асинхронного двигателя. Рабочие характеристики при полном и пониженном напряжении /Пр/	5	4	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
7.3	Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной. Основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения. /Ср/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 8. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей</b>							
8.1	Способы пуска асинхронных двигателей. Пусковые характеристики. Двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Способы регулирования частоты вращения ротора. Электромагнитные процессы при различных способах регулирования частоты вращения /Лек/	6	6	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
8.2	Способы пуска асинхронных двигателей. Пусковые характеристики. Двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Способы регулирования частоты вращения ротора. Электромагнитные процессы при различных способах регулирования частоты вращения /Пр/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
8.3	Исследование механических свойств трехфазного асинхронного двигателя /Лаб/	6	6	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 9. Специальные асинхронные машины</b>							
9.1	Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели. Принцип действия, схемы и конструктивные особенности. Способы создания пускового момента. Исполнительные асинхронные двигатели. Тахогенераторы. /Лек/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
9.2	Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели. Принцип действия, схемы и конструктивные особенности. Способы создания пускового момента. Исполнительные асинхронные двигатели. Тахогенераторы. /Пр/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	



9.3	Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели. Принцип действия, схемы и конструктивные особенности. Способы создания пускового момента. Исполнительные асинхронные двигатели. Тахогенераторы. /Ср/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 10. Синхронные машины. Общие вопросы.</b>							
10.1	Классификация и конструктивные исполнения; электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе /Лек/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
10.2	Классификация и конструктивные исполнения; электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе /Пр/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
10.3	Электромагнитные процессы в синхронной машине при нагрузке. Реакция якоря и ее виды. Влияние магнитного поля якоря на напряжение синхронного генератора. Параметры об-мотки статора. /Ср/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 11. Синхронные генераторы</b>							
11.1	Уравнения и векторные диаграммы синхронных генераторов. Основные характеристики синхронных генераторов. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу. Методы синхронизации. Электромагнитные мощность и момент. Синхронизирующая мощность и момент. Понятие о статической устойчивости. U-образные характеристики синхронных генераторов. /Лек/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
11.2	Уравнения и векторные диаграммы синхронных генераторов. Основные характеристики синхронных генераторов. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу. Методы синхронизации. Электромагнитные мощность и мо-мент. Синхронизирующая мощность и момент. Понятие о статической устойчивости. U-образные характеристики синхронных генераторов. /Пр/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

11.3	Уравнения и векторные диаграммы синхронных генераторов. Основные характеристики синхронных генераторов. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу. Методы синхронизации. Электромагнитные мощность и момент. Синхронизирующая мощность и момент. Понятие о статической устойчивости. U-образные характеристики синхронных генераторов. /Ср/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 12. Синхронные двигатели</b>							
12.1	Основные энергетические соотношения синхронных двигателей и векторные диаграммы. Рабочие характеристики синхронных двигателей. U-образные характеристики синхронных двигателей. Способы пуска синхронных двигателей. Реактивные синхронные двигатели. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы /Лек/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
12.2	Основные энергетические соотношения синхронных двигателей и векторные диаграммы. Рабочие характеристики синхронных двигателей. U-образные характеристики синхронных двигателей. Способы пуска синхронных двигателей. Реактивные синхронные двигатели. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы /Пр/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
12.3	Основные энергетические соотношения синхронных двигателей и векторные диаграммы. Рабочие характеристики синхронных двигателей. U-образные характеристики синхронных двигателей. Способы пуска синхронных двигателей. Реактивные синхронные двигатели. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы /Ср/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 13. Специальные синхронные машины</b>							
13.1	Индукторные генераторы. Синхронные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения: двигатели с катящимся и волновым ротором, шаговые двигатели, индукторные двигатели. /Лек/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
13.2	Индукторные генераторы. Синхронные двигатели с электро-магнитной редукцией частоты вращения: двигатели с катящимся и волновым ротором, шаговые двигатели, индукторные двигатели. /Пр/	6	2	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

13.3	Индукторные генераторы. Синхронные двигатели с электро-магнитной редукцией частоты вращения: двигатели с катящимся и волновым ротором, шаговые двигатели, индукторные двигатели. /Ср/	6	1	ПК-11 ПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
------	---	---	---	-------------	--	--	---	--

#### 4.1 Образовательные технологии

Проектная работа

Сетевые учебные курсы

Совместная работа и разработка контента

Лекция-диалог

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольная работа является составной частью самостоятельной работы студента. Вы-полнение контрольных работ имеет целью закрепление магистрантами полученных на лекциях теоретических знаний и практического опыта, приобретенного на практических занятиях, путем самостоятельной работы.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради, на листах которой должны быть оставлены поля для замечаний преподавателя. Схемы и графики выполнять с соблюдением требований ГОСТ и ЕСКД.

В случае возврата незначительной контрольной работы все исправления необходимо делать в той же тетради на чистых страницах. Переписывать работу в новую тетрадь запрещается.

Перед экзаменом студент должен предъявить преподавателю все контрольные работы и защитить их.

Учитывая наличие курсового проекта по одному из разделов, контрольные работы выполняются по трем оставшимся разделам, по которым не предусмотрен курсовой проект:

1. Контрольная №1 «Расчет параметров и характеристик трансформатора»
2. Контрольная №2 «Расчет параметров и характеристик асинхронного двигателя»
3. Контрольная №3 «Расчет параметров и характеристик синхронного двигателя»
4. Контрольная №4 «Расчет параметров и характеристик двигателя постоянного тока»

Контрольная работа №1

ТЕМА: «Расчет параметров и характеристик трансформатора»

По данным трансформатора, приведенным в табл. 1, произвести следующие расчеты:

1. Определить значения фазных и линейных напряжений и токов в номинальном режиме. Определить коэффициент трансформации трансформатора.
2. Определить параметры схемы замещения, приведенные к первичной обмотке, а также активную и реактивную составляющую напряжения короткого замыкания.
3. Рассчитать и построить кривую изменения напряжения в относительных единицах в зависимости от коэффициента мощности нагрузки при номинальном токе.
4. Определить КПД при номинальной нагрузке. Рассчитать и построить кривую  $\eta$ , при  $\cos \phi = 0,8$ ; где  $\eta$  - КПД. Расчеты произвести при  $\cos \phi = 0,8$ . Определить относительное значение нагрузки, при которой КПД является наибольшим.
5. Трансформатор включен на параллельную работу с другим таким же трансформатором. Определить суммарную допустимую нагрузку при  $\cos \phi = 0,8$  для следующих случаев:
  - a) Один из трансформаторов включен на ответвление +5%, т.е. его коэффициент трансформации увеличен на 5%, а другой на ответвление, соответствующее номинальному напряжению;
  - b) Построить векторную диаграмму, соответствующую пункту «а»;
  - c) Напряжение короткого замыкания одного из трансформаторов равно 1,2 напряжению короткого замыкания, соответствующего номинальному току.
6. Рассчитать наибольшее ударное значение тока короткого замыкания трансформатора.

Контрольная работа №2

ТЕМА: «Расчет параметров и характеристик асинхронного двигателя»

1. Рассчитать и вычертить развернутую схему трёхфазной обмотки по данным табл. 2. Вычертить звезду пазовых ЭДС и определить величину обмоточного коэффициента.

2. Рассчитать и построить рабочие характеристики асинхронного двигателя:  $n$ ,  $M$ ,

где  $M$  – полезный момент, Нм;

- подводимая мощность, кВт;

- фазный ток обмотки статора, А;

$n$  - частота вращения ротора, об/мин.

Расчет произвести для значений  $n$  и  $M$  от 0 до 1,2 от номинальных величин (для скольжения от  $S=0$  до  $S=1.3S_n$  получить 5-6 точек). Сравнить значения, полученные расчетным путем для номинальной мощности, с величинами, приведенными в табл. 3.

3. Показать, используя графические зависимости  $n=f(M)$ , как производится процесс пуска асинхронного двигателя с фазным ротором и пусковым реостатом в цепи ротора.

4. Показать на механических характеристиках процесс регулирования частоты вращения введением  $R_{доб}$  в цепь ротора.

5. Нарисовать и объяснить механические характеристики асинхронного двигателя при изменении:

- а. Напряжения сети ;  
б. Частоты питающей сети .

### Контрольная работа №3

ТЕМА: «Расчет параметров и характеристик синхронного двигателя»

Для синхронного генератора, технические данные которого приведены в табл. 4 выполнить следующие расчеты и построения.

1. Построить векторную диаграмму генератора для номинального режима и определить с ее помощью:
  - а) ток возбуждения  $I_{fn}$  (в относительных единицах и в амперах);
  - б) напряжение на обмотке возбуждения  $U_{fn}$  ( в вольтах);
  - в) потери и коэффициент полезного действия;
  - г) изменение напряжения при сбросе нагрузки (в вольтах и в процентах от номинального напряжения);
2. При работе генератора параллельно с сетью ( $U_1 = \text{const}$ ):
  - а) построить угловую характеристику генератора при номинальных напряжении и токе возбуждения ( без учета насыщения );
  - б) определить угол  $\theta$  между ЭДС  $E_{10}$  и напряжением  $U_1$  при номинальной и предельной мощностях и определить статистическую перегружаемость генератора.
3. Определить установившиеся токи при трехфазном, двухфазном и однофазном коротких замыканиях на зажимах генератора, а также ударный (наибольший мгновенный) ток трехфазного короткого замыкания (в амперах и относительных единицах ), если до возникновения короткого замыкания генератор работал:
  - а) в номинальном режиме
  - б) в режиме холостого хода с номинальным напряжением.
4. Определить наибольшую активную мощность, которую может отдать генератор в сеть при номинальном напряжении, номинальном токе возбуждения и  $\cos\varphi=0,7\cos\varphi_H$ .
5. Нарисовать примерный вид регулировочных и U-образных характеристик и объяснить их физическую сущность.
6. Объяснить как изменится мощность, отдаваемая генератором в сеть, ток и  $\cos\varphi$  если напряжение на зажимах машины, работающей в номинальном режиме, увеличилось при сохранении момента на валу и тока возбуждения.
7. Описать методы пуска синхронных двигателей.

### Контрольная работа №4

Тема «Расчет параметров и характеристик двигателя постоянного тока»

По данным двигателя параллельного возбуждения, приведенных в табл. 6, произвести следующие расчеты:

1. Начертить электрическую схему включения двигателя параллельного возбуждения в сеть со всеми обмотками.
2. По данным варианта определить КПД двигателя при токах 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,75; 1,00 и 1,25 от номинального значения. Построить зависимость и сделать выводы в отношении максимума КПД.
3. Рассчитать и построить естественную и искусственные механические характеристики ( $R_{доб}=0$ ;  $R_{доб}=3R_a$  и  $R_{доб}=5R_a$ ).
4. Рассчитать и построить механические характеристики двигателя:
  - а) при  $U=U_{ном.}$  и  $\Phi=\Phi_{ном.}$
  - б) при  $U=0,7 U_{ном.}$  и  $\Phi=\Phi_{ном.}$
  - в) при  $U=U_{ном.}$  и  $\Phi=0,7\Phi_{ном.}$

Примечания:

Падение напряжения в щеточном контакте  $\Delta U_{щ}=2B$

Добавочные потери

где  $\Delta R_{доб.ном.}=0,005R_{ном.}=0,005U_{ном.} \times I_{ном.}$

Сопротивления обмоток привести к рабочей температуре  $+75^\circ\text{C}$

Значения  $R_{(20^\circ\text{C})}$  приведены в таблице 6, где  $R_a$ - сопротивление обмотки якоря;  $R_{(д.п.)}$ - сопротивление обмотки дополнительных полюсов;  $R_{ОВ}$ -сопротивление обмотки возбуждения.

## 5.2. Темы письменных работ

Курсовое проектирование имеет целью закрепление обучающимися полученных на лекциях теоретических знаний и практического опыта, приобретенного на практических занятиях, путем самостоятельной работы под руководством преподавателя. Техническое задание на проектирование составляется совместно с руководителем проектирования. В техническом задании указывается назначение машины, его основные технические данные, список общих вопросов, которые необходимо решить при выполнении проекта, основная литература. На первом этапе проектирования следует определить объем решаемых вопросов, выделить из них главные и второстепенные, наметить основные решения по проекту, провести анализ литературных источников, определить возможные допущения при анализе работы электрической машины, которые не повлияют существенным образом на результаты расчетов. Выполнение курсового проекта должно способствовать уяснению зависимости между мощностью, электромагнитными нагрузками с одной стороны, и размерами электрических машин, и их параметрами – с другой. При проектировании необходимо уделить внимание вопросам экономики и технологии производства.

Удовлетворительным результатом выполнения задания считается полное рассмотрение поставленных вопросов в курсовом

проекте, отсутствие грубых ошибок в расчетах, оформление пояснительной записки в соответствии с требованиями.

Перечень тем курсовых проектов

Вариант 1

Тема: Расчет трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Содержание

Введение

1. Методы проектирование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ро-тором.
2. Решение конкретной инженерной задачи -расчет трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
- 3.Экономика и технология производстватрехфазного асинхронного двигателя.

Заключение

Список использованных источников

Вариант 2

Тема: Расчет электрического двигателя постоянного тока.

Содержание

Введение

1. Методы проектирование электрического двигателя постоянного тока.
2. Решение конкретной инженерной задачи -расчет электрического двигателя постоянного тока.
- 3.Экономика и технология производстваэлектрического двигателя постоянного тока.

Заключение

Список использованных источников

Вариант 3

Тема: Расчет синхронного генератора.

Содержание

Введение

1. Методы проектирование синхронного генератора.
2. Решение конкретной инженерной задачи -расчет синхронного генератора.
- 3.Экономика и технологияпроизводствасинхронного генератора.

Заключение

Список использованных источников

Вариант 4

Тема: Расчет синхронного двигателя.

Содержание

Введение

1. Методы проектирование синхронного двигателя.
2. Решение конкретной инженерной задачи -расчет синхронного двигателя.
- 3.Экономика и технология производствасинхронного двигателя.

Список использованных источников

### 5.3. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств предназначен для выявления уровня сформированности компетенций по дисциплине. Фонд оценочных средств, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в УМК дисциплины.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Перечень контрольных работ в рамках учебных занятий.

Тестирование экспресс-опрос

Контрольные задачи по дисциплине

Лабораторные работы по по дисциплине

Домашний курсовой проект

Экзамен по дисциплине

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Шевченко А. Ф., Приступ А. Г., Вяльцев Г. Б., Шевченко Л. Г.	Электрические машины: машины постоянного тока: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438311">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438311</a>
Л1.2	Кобозев В. А.	Электрические машины: учебное пособие	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2015, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438677">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438677</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.3	Кобозев В. А.	Электрические машины: учебное пособие	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2015, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438678">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438678</a>
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Парамонова В.	Электрические машины: сборник задач и упражнений	Москва: Альтаир : МГАВТ, 2014, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=430516">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=430516</a>
Л2.2	Игнатович В. М., Ройз Ш. С.	Электрические машины и трансформаторы: учебное пособие	Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442095">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442095</a>
Л2.3	Шевченко А. Ф., Приступ А. Г.	Электрические машины с постоянными магнитами: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575628">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575628</a>
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>			
6.3.1.1	MathLab 2017		
6.3.1.2	MathLab 2016		
6.3.1.3	Windows 7		
6.3.1.4	Windows 10		
6.3.1.5	Microsoft Office 2016 (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Infopath)		
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>			
6.3.2.1	Консультант-плюс		
6.3.2.2	Гарант		
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>			
Ауд. №	Назначение	Оснащение	
204 НИЦ	Лаборатория автоматизированного электропривода обеспечивает выполнение требований к практическому обучению по дисциплинам, изучающим наладку и эксплуатацию электроприводов рабочих машин и технологических комплексов согласно содержанию основных образовательных программ по всем направлениям подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО	Места для лабораторных работ, место преподавателя (стол, стул, тумба, компьютер). Интерактивная панель. Лабораторное оборудование и стенды по исследованию электроприводов, электроизмерительные приборы.	
304-305	Лаборатория Электротехники Лаборатория предназначена для проведения практических и лабораторных занятий по дисциплинам: Электросиловое оборудование предприятий, Электроника, Электрическое хозяйство и сети горных и промышленных предприятий, Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	Учебные места (столы, стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, компьютер. Маркерная доска с проектором и сенсорным датчиком. Моторизованный экран, потолочный проектор. Потолочная поворотная камера. Документ-камера. Звуковая система. Стенды электротехнические. 6 стендов электротехнических ЭПП1-С-Р. 2 стенда электротехнических ЭМЖП1-С-Р.	

322	Лаборатория систем учета и качества электрической энергии позволяет обеспечить полный цикл лабораторных занятий по моделированию и отработке навыков решения задач учета мониторинга потребления электрической энергии в системе АСКУЭ ( АСТУЭ), ее планирования в условиях оптового рынка, оптимизации электропотребления предприятия, оценки параметров качества электрической энергии на промышленных предприятиях, отработки действий персонала по разработанному сценарию решения производственных задач.	Учебные места (столы и стулья) с компьютерами. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, компьютер. Интерактивная панель. Лабораторное оборудование и стенды для исследования качества электрической энергии и для исследования технических и программных средств автоматизированных систем учета электроэнергии.
Лекционная аудитория (206 НИЦ, 220, 225, 226, 227, 228, 300, 301, 303, 317, 423,424)	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка, компьютер преподавателя, дополнительное устройство отображения: интерактивная доска с проектором или настенная ЖК-панель или маркерная доска с проектором и сенсорным датчиком. Проектор и моторизованный экран. Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Звуковая система. Планшетный компьютер. Флипчарт.
Компьютерная аудитория (209 НИЦ, 210 НИЦ, 308 НИЦ, 324)	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского, практического типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием учебных мест с компьютерами.	Учебные места с компьютерами. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, компьютер. Интерактивная доска с проектором. Потолочная поворотная камера. Документ-камера. Звуковая система. Компьютеры (моноблоки) с операционной системой Windows

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов. Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Задания и методические указания к выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и представлены в УМК дисциплины.

Практические занятия включают в себя освоение действий, обсуждение проблем по основным разделам курса и

направлены на углубление изученного теоретического материала и на приобретение умений и навыков. При подготовке к практическим занятиям используются методические указания, в которых описаны содержание и методы их проведения, условия выполнения, сформулированы вопросы к результатам выполнения заданий.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и представлены в УМК дисциплины. Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий.

Задания и методические указания к выполнению домашней контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины в УМК дисциплины.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.