

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 15:54:06 образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ: «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Пятигорского института

(филиал) СКФУ

Шебзухова Т.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика

Направленность (профиль)

и электротехника

Передача и распределение электрической

энергии в системах электроснабжения

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год начала обучения

2021

Реализуется в 4,5 семестре

Пятигорск, 2021 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Электрические машины» изучается студентами, обучающимися по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с основами теории и характеристиками, режимами работы электрических машин и трансформаторов, а также теоретической базы и знаний в области электромеханического и статистического преобразования энергии, принципа действия основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностей их применения.

Основными задачами изучения дисциплины являются: ознакомление с принципами действия современных типов электрических машин, с особенностями их конструкции, уравнениями; изучение схем замещения и характеристик, методов анализа и моделирования электрических машин; научиться анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин, определять основные параметры электрических машин.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические машины» относится к обязательной части блока Б1.О. - Б1.О.22 ОП ВО подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Ее освоение происходит в 4,5 семестрах.

3. Связь с предшествующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины основано на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Б1.О.21 Теоретические основы электротехники, Б1.О.24 Прикладная механика

4. Связь с последующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины является предшествующей для Б1.В.10 Приемники и потребители электроэнергии в системах электроснабжения, Б1.В.11 Электрические станции и подстанции, Б1.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

5.1 Наименование компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ИД-5опк-3	Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.

5.2. Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики, методы анализа и моделирования электрических машин	ОПК-3 ИД-5опк-3

Уметь: анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин.	ОПК-3 ИД-5_{ОПК-3}
Владеть: навыками определения основных параметров электрических машин	ОПК-3 ИД-5_{ОПК-3}

6. Объем учебной дисциплины/модуля

	Астр. часов	
Объем занятий: Итого	243 ч.	9 з.е.
В том числе. аудиторных	121,5 ч.	
Лекций	54 ч.	
Лабораторных работ	27 ч.	
Практических занятий	40,5 ч.	
Самостоятельной работы	67,5	
Экзамен	4,5 семестр	

7. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества астрономических часов и видов занятий

7.1 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализу- емые компе- тенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов (астр)				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
	4 семестр						
	Раздел 1. Введение		1,5				
1.	Тема 1. Значение электрических машин в электроэнергетике. Основные типы электрических машин	ОПК-3	1,5				1,5
	Раздел 2. Трансформаторы		12				
2.	Тема 2. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации напряжений.	ОПК-3	1,5		1,5		1,5
3.	Тема 3. Работа однофазного транс-	ОПК-3	1,5	3	1,5		1,5

	форматора под нагрузкой. Трансформация токов.						
4.	Тема 4. Индуктивное сопротивление рассеяния. Приведенный однофазный трансформатор. Пересчет параметров вторичной обмотки.	ОПК-3	1,5				1,5
5.	Тема 5. Опыты холостого хода и короткого замыкания однофазного трансформатора.	ОПК-3	1,5		1,5		1,5
6.	Тема 6. Уравнения однофазного трансформатора. Векторная диаграмма нагруженного трансформатора.	ОПК-3	1,5		1,5		1,5
7.	Тема 7. Внешняя характеристика однофазного трансформатора. Расчет потерь напряжения.	ОПК-3	1,5	1,5	1,5		1,5
8.	Тема 8. Энергетическая диаграмма и КПД однофазного трансформатора.	ОПК-3	1,5				1,5
9.	Тема 9. Устройство трехфазного трансформатора и группы соединения его обмоток.	ОПК-3	1,5	4,5	1,5		1,5
Раздел 3. Машины постоянного тока			13,5				
10.	Тема 10. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока (ДПТ).	ОПК-3	1,5				1,5
11.	Тема 11. Устройство и принцип действия генератора постоянного тока (ГПТ).	ОПК-3	1,5		3		1,5
12.	Тема 12. Поперечная реакция якоря в МПТ. Магнитодвижущие силы и э.д.с. обмоток МПТ.	ОПК-3	1,5	1,5			1,5
13.	Тема 13. Петлевые якорные обмотки МПТ, основные параметры. Волновые якорные обмотки МПТ, основные параметры.	ОПК-3	1,5				1,5
14.	Тема 14. Уравнение коммутации МПТ, виды коммутации. Средства улучшения коммутации.	ОПК-3	1,5	3			1,5
15.	Тема 15. Двигатель параллельного, последовательного, смешанного возбуждения и его рабочие характеристики.	ОПК-3	1,5				1,5
16.	Тема 16. Способы пуска, регулирования частоты вращения, торможения ДПТ.	ОПК-3	1,5		1,5		1,5
17.	Тема 17. Генератор независимого, параллельного, смешанного возбуждения и его рабочие характеристики	ОПК-3	1,5				1,5
18.	Тема 18. Условия параллельной работы ГПТ. Короткое замыкание ГПТ.	ОПК-3	1,5				1,5
Итого за 4 семестр			27	13,5	13,5		27

5 семестр							
Раздел 4. Асинхронные машины			12				
19.	Тема 19. Назначение и применение асинхронных машин. Основные типы и характеристики асинхронных двигателей.	ОПК-3	1,5	4,5	1,5		2,25
20.	Тема 20. Однослойные обмотки статора АД: простая и распределенная. Двухслойные петлевые обмотки статора АД с укороченным шагом	ОПК-3	1,5				2,25
21.	Тема 21. Работа заторможенного АД при разомкнутом и замкнутом роторе. Индукционный регулятор напряжения.	ОПК-3	1,5	1,5	1,5		2,25
22.	Тема 22. Устойчивости работы АД "в малом" и "в большом".	ОПК-3	1,5				2,25
23.	Тема 23. Устройство и принцип действия АД с двухклеточным и глубокопазым ротором.	ОПК-3	1,5				2,25
24.	Тема 24. Механические характеристики АД с двухклеточным и глубокопазым ротором.	ОПК-3	1,5	3	1,5		2,25
25.	Тема 25. Определение параметров двухклеточного ротора по каталожным данным АД.	ОПК-3	1,5	1,5			2,25
26.	Тема 26. Однофазный двухобмоточный АД. Однофазный однообмоточный АД.	ОПК-3	1,5	3			2,25
Раздел 5. Синхронные машины			15				
27.	Тема 27. Устройство, принцип действия синхронного генератора (СГ).	ОПК-3	1,5	3	1,5		2,25
28.	Тема 28. Реакция якоря СГ при различных характерах нагрузки. Метод двух реакций.	ОПК-3	1,5				2,25
29.	Тема 29. Уравнения электрического состояния и векторная диаграмма явнополюсного СГ.	ОПК-3	1,5	1,5			2,25
30.	Тема 30. Уравнения электрического состояния и векторная диаграмма неявнополюсного СГ.	ОПК-3	1,5	1,5	1,5		2,25
31.	Тема 31. Упрощенные уравнения электрического состояния и векторные диаграммы неявнополюсных и явнополюсных СГ.	ОПК-3	1,5	1,5			2,25
32.	Тема 32. Характеристики холостого хода, нагрузочная и короткого замыкания.	ОПК-3	1,5		3		2,25
33.	Тема 33. Внешние и регулировочные характеристики СГ.	ОПК-3	1,5	1,5	1,5		2,25
34.	Тема 34. Принципы регулирования активной и реактивной мощностей СГ.	ОПК-3	1,5	1,5			2,25
35.	Тема 35. Устройство и принцип действия синхронного двигателя.	ОПК-3	1,5	3	1,5		2,25

36.	Тема 36. Синхронный компенсатор. Синхронно-реактивный двигатель.	ОПК-3	1,5				2,25
Итого 5 семестр			27	27	13,5		40,5
Итого			54	40,5	27		67,5

7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов (астр.)	Интерактивная форма проведения
4 семестр			
	Раздел 1. Введение	1,5	
1	Тема 1. Значение электрических машин в электроэнергетике. Основные типы электрических машин	1,5	
	Раздел 2. Трансформаторы	12	
2	Тема 2. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации напряжений.	1,5	
3	Тема 3. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой. Трансформация токов.	1,5	
4	Тема 4. Индуктивное сопротивление рассеяния. Приведенный однофазный трансформатор. Пересчет параметров вторичной обмотки.	1,5	
5	Тема 5. Опыты холостого хода и короткого замыкания однофазного трансформатора.	1,5	
6	Тема 6. Уравнения однофазного трансформатора. Векторная диаграмма нагруженного трансформатора.	1,5	
7	Тема 7. Внешняя характеристика однофазного трансформатора. Расчет потерь напряжения.	1,5	
8	Тема 8. Энергетическая диаграмма и КПД однофазного трансформатора.	1,5	
9	Тема 9. Устройство трехфазного трансформатора и группы соединения его обмоток.	1,5	
	Раздел 3. Машины постоянного тока	13,5	
10	Тема 10. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока (ДПТ).	1,5	
11	Тема 11. Устройство и принцип действия генератора постоянного тока (ГПТ).	1,5	
12	Тема 12. Поперечная реакция якоря в МПТ. Магнитодвижущие силы и э.д.с. обмоток МПТ.	1,5	
13	Тема 13. Петлевые якорные обмотки МПТ, основные параметры. Волновые якорные обмотки МПТ, основные параметры.	1,5	
14	Тема 14. Уравнение коммутации МПТ, виды коммутация. Средства улучшения коммутации.	1,5	
15	Тема 15. Двигатель параллельного, последовательного, смешанного возбуждения и его рабочие характеристики.	1,5	
16	Тема 16. Способы пуска, регулирования частоты вращения, торможения ДПТ.	1,5	

17	Тема 17. Генератор независимого, параллельного, смешанного возбуждения и его рабочие характеристики	1,5	
18	Тема 18. Условия параллельной работы ГПТ. Короткое замыкание ГПТ.	1,5	
	Итого за 4 семестр	27	
	5 семестр		
	Раздел 4. Асинхронные машины	12	
19	Тема 19. Назначение и применение асинхронных машин. Основные типы и характеристики асинхронных двигателей.	1,5	
20	Тема 20. Однослойные обмотки статора АД: простая и распределенная. Двухслойные петлевые обмотки статора АД с укороченным шагом	1,5	
21	Тема 21. Работа заторможенного АД при разомкнутом и замкнутом роторе. Индукционный регулятор напряжения.	1,5	
22	Тема 22. Устойчивости работы АД "в малом" и "в большом".	1,5	
23	Тема 23. Устройство и принцип действия АД с двухклеточным и глубокопазным ротором.	1,5	
24	Тема 24. Механические характеристики АД с двухклеточным и глубокопазным ротором.	1,5	
25	Тема 25. Определение параметров двухклеточного ротора по каталожным данным АД.	1,5	
26	Тема 26. Однофазный двухобмоточный АД. Однофазный однообмоточный АД.	1,5	
	Раздел 5. Синхронные машины	15	
27	Тема 27. Устройство, принцип действия синхронного генератора (СГ).	1,5	
28	Тема 28. Реакция якоря СГ при различных характерах нагрузки. Метод двух реакций.	1,5	
29	Тема 29. Уравнения электрического состояния и векторная диаграмма явнополюсного СГ.	1,5	
30	Тема 30. Уравнения электрического состояния и векторная диаграмма неявнополюсного СГ.	1,5	
31	Тема 31. Упрощенные уравнения электрического состояния и векторные диаграммы неявнополюсных и явнополюсных СГ.	1,5	
32	Тема 32. Характеристики холостого хода, нагрузочная и короткого замыкания.	1,5	
33	Тема 33. Внешние и регулировочные характеристики СГ.	1,5	
34	Тема 34. Принципы регулирования активной и реактивной мощностей СГ.	1,5	
35	Тема 35. Устройство и принцип действия синхронного двигателя.	1,5	
36	Тема 36. Синхронный компенсатор. Синхронно-реактивный двигатель.	1,5	
	Итого за 5 семестр	27	
	Итого	54	

7.3 Наименование лабораторных работ

№ темы	Наименование тем лабораторных работ	Объем часов (астр./акад.)	Интерактивная форма проведения
	4 семестр		
	Раздел 2. Трансформаторы		
5	Лабораторная работа № 1. Опыт холостого хода трансформатора. Опыт короткого замыкания трансформатора.	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
2	Лабораторная работа №2. Определение коэффициента трансформации трансформатора	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
3	Лабораторная работа № 3. Регистрация и отображение на компьютере тока включения однофазного трансформатора на холостом ходу	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
6	Лабораторная работа № 4 Регистрация и отображение на компьютере тока короткого замыкания однофазного трансформатора	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
9	Лабораторная работа № 5. Определение группы соединений обмоток трехфазного трансформатора	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
7	Лабораторная работа № 6. Определение уравнивающего тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
	Раздел 3. Машины постоянного тока		
11	Лабораторная работа № 7. Возбуждение самовозбуждение генератора постоянного тока с регистрацией и отображением режимных параметров на компьютере. Регистрация и отображение на компьютере тока короткого замыкания генератора постоянного тока с параллельным возбуждением .	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
11	Лабораторная работа № 8. Снятие характеристики холостого хода $E_0=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением. Снятие характеристики короткого замыкания $I_k=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением. Снятие внешней $U=f(I)$, регулировочной $I_f=f(I)$ и нагрузочной $U=f(I_f)$ характеристик генератора постоянного тока с независимым / параллельным возбуждением	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
16	Лабораторная работа № 9. Пуск в ход двигателя постоянного тока с независимым / параллельным / последовательным возбуждением с	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)

	регистрацией и отображением режимных параметров на компьютере. Определение механической характеристики $n=f(M)$ двигателя постоянного тока с независимым / параллельным / последовательным возбуждением. Определение рабочих характеристик $n=f(P_2)$, $M=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$ двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.		перимент)
	Итого за 4 семестр	13,5	
	5 семестр		
	Раздел 4. Асинхронные машины		
19	Лабораторная работа № 1. Пуск в ход трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым/фазным ротором и отображение режимных параметров на компьютере	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
21	Лабораторная работа № 2. Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$ и $\cos\phi_0=f(U)$ трехфазного АД с короткозамкнутым ротором. Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $Z_K=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
24	Лабораторная работа № 3. Определение механической характеристики $n=f(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором. Определение рабочих характеристик $I=f(P_2)$, $P_1=f(P_2)$, $s=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$, $\cos\phi=f(P_2)$ $M=f(P_2)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
	Раздел 5. Синхронные машины		
27	Лабораторная работа № 4. Снятие характеристики холостого хода $E_o = f(I_B)$ трехфазного синхронного генератора. Снятие характеристики короткого замыкания $I_{1K} = f(I_B)$ трехфазного синхронного генератора .	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
33	Лабораторная работа № 5. Снятие внешней $U = f(I_1)$, регулировочной $I_B = f(I_1)$ и нагрузочной характеристик трехфазного синхронного генератора в автономном режиме	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
30	Лабораторная работа №6. Подключение к сети трехфазного синхронного генератора методом точной синхронизации	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
32	Лабораторная работа №7. Снятие угловых характеристик $P = f(\theta)$, $Q = f(\theta)$, $U = f(\theta)$ трехфазного синхронного генератора	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
32	Лабораторная работа №8. Регистрация и отображения на компьютере тока трехфазного короткого замыкания синхронного генератора.	1,5	Виртуальная лабораторная работа (эксперимент)
35	Лабораторная работа №9. Пуск в ход трехфазного синхронного двигателя с регистрацией и отображе-	1,5	Виртуальная лабораторная

	нием режимных параметров на компьютере. Снятие угловых характеристик $P=f(\delta)$, $Q=f(\delta)$, $U=f(\delta)$ синхронного двигателя. Снятие U-образной характеристики $I=f(I_f)$ трехфазного синхронного двигателя		работа (эксперимент)
	Итого за 5 семестр	13,5	
	Итого	27	

7.4 Наименование практических занятий

№ темы	Наименование тем практических занятий	Объем часов (астр./акад.)	Интерактивная форма проведения
	4 семестр		
	Раздел 2. Трансформаторы		
3	Электромагнитные процессы в трансформаторе при холостом ходе	1,5	
3	Работа трансформатора под нагрузкой	1,5	
9	Схемы и группы соединения трёхфазного трансформатора	1,5	
9	Трансформация трехфазных токов	1,5	
7	Экспериментальное определение параметров и потерь трансформатора.	1,5	
9	Магнитное поле взаимной индукции многофазной обмотки машины переменного тока. Способы подавления высших гармоник ЭДС машины переменного тока	1,5	
	Раздел 3. Машины постоянного тока		
12	Расчет и построение якорной обмотки машины постоянного тока	1,5	
14	Расчет магнитной цепи машины при холостом ходе и нагрузке	1,5	
14	Режимы работы машины постоянного тока	1,5	
	Итого за 4 семестр	13,5	
	5 семестр		
	Раздел 4. Асинхронные машины		
19	Электромагнитные процессы в асинхронных машинах при холостом ходе	3	
19	Электромагнитные процессы в асинхронных машинах при нагрузке	1,5	
21	Потери, КПД асинхронного двигателя	1,5	
24	Механическая характеристика асинхронного двигателя	3	
25	Однофазный асинхронный двигатель	1,5	
26	Пусковые свойства асинхронного двигателя	1,5	
26	Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя	1,5	
	Раздел 5. Синхронные машины		
27	Электромагнитные процессы в синхронной машине	3	
29,30,	Построение векторных диаграмм синхронного	4,5	

31	генератора		
33,34	Расчет основных параметров синхронных генераторов	3	
35	Расчет основных параметров синхронных двигателей	3	
Итого за 5 семестр		27,0	
Итого		40,5	

7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки*	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
4 семестр						
ОПК-3	Самостоятельное изучение литературы по разделам № 1-3	Конспект	Собеседование	18,225	2,025	20,25
	Подготовка к лабораторным работам	Отчет по лабораторной работе	Собеседование	3,645	0,405	4,05
	Подготовка к практическим занятиям	Решенная задача	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	2,43	0,27	2,7
Итого за 4 семестр				24,3	2,7	27,0
5 семестр						
ОПК-3	Самостоятельное изучение литературы по разделам №4,5	Конспект	Собеседование	27,945	3,105	31,05
	Подготовка к лабораторным работам	Отчет по лабораторной работе	Собеседование	3,645	0,405	4,05
	Подготовка к практическим занятиям	Решенная задача	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	4,86	0,54	5,4
Итого за 5 семестр				36,45	4,05	40,5
Итого				60,75	6,75	67,5

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электрические машины».

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств, позволяющий оценить уровень сформированности компетенций, размещен в УМК дисциплины «Электрические машины» на кафедре физики, электротехники и электроэнергетики представлен следующими компонентами:

Код оцениваемой компетенции)	Этап формирования компетенции (№темы)	Средства и технологии оценки	Тип контроля (текущий/ промежуточный)	Вид контроля (текущий/ промежуточный)	Наименование оценочного средства
ОПК-3	1-36	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования
ОПК-3	9-32	Собеседование	Текущий	Письменный	Отчет по лабораторной работе
ОПК-3	5-32	Собеседование	текущий	Письменный	Комплект заданий для решения разноуровневых и проблемных задач
ОПК-3	1-36	Экзамен	Промежуточный (экзамен)	устный	Вопросы к экзамену

8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ОПК-3					
Базовый	Знает: – принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики, методы анализа и моделирования электрических машин	Отсутствуют знания принципа действия современных типов электрических машин, особенностей их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики, методов анализа и моде-	Демонстрирует уровень знаний, недоста-точный для по-нимания мето-дов анализа и моделирования электрических машин	Обладает базовыми знаниями принципа действия современных типов электриче-ских ма-шин, осо-бенностей их кон-струкции, уравнения, схемы за-	

		лирования электрических машин		мещения и характеристики, методов анализа и моделирования электрических машин	
	Умеет: – анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин.	Не умеет: Отсутствуют умения анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин.	Умеет: Демонстрирует уровень, недостаточный для умения анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин.	Умеет: Демонстрирует базовый уровень для умения анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин.	
	Владеет: – навыками определения основных параметров электрических машин	Отсутствуют навыки определения основных параметров электрических машин	Демонстрирует уровень, недостаточный для определения основных параметров электрических машин	Демонстрирует базовый уровень навыков определения основных параметров электрических машин	
Повышенный	Знает: – принцип действия современ-				Демонстрирует уверенные знания

	ных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики, методы анализа и моделирования электрических машин				принципа действия современных типов электрических машин, особенностей их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики, методов анализа и моделирования электрических машин
	Умеет: – анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин				Демонстрирует повышенный уровень для умения анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин
	Владеет: – навыками определения основных параметров электрических машин				Уверенно владеет навыками определения основных параметров электрических

					ских машин
--	--	--	--	--	------------

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость обучающихся по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
	4 семестр		
1.	Собеседование. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации напряжений	6 неделя	10
2.	Собеседование. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока, генератора постоянного тока	10 неделя	15
3.	Защита лабораторных работ.	14 неделя	30
	Итого за 4 семестр		55
	5 семестр		
4.	Собеседование. Назначение и применение асинхронных машин. Основные типы и характеристики асинхронных двигателей	6 неделя	10
5.	Собеседование. Устройство, принцип действия синхронного генератора	10 неделя	15
6.	Защита лабораторных работ.	14 неделя	30
	Итого за 5 семестр		55
	Итого		110

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88-100	Отлично
72-87	Хорошо
53-71	Удовлетворительно
<53	Неудовлетворительно

8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы к экзамену 4 семестр

Знать:

1. Устройство трансформатора, назначение катушек и магнитопровода.
2. Принцип действия трансформатора.
3. Коэффициент трансформации $k_{тр}$ и какие варианты расчета его существуют.
4. Принцип постоянства суммарного магнитного потока Φ_{Σ} .
5. Коэффициент трансформации токов.
6. Принцип постоянства полной мощности трансформатора.
7. Возможные конструкции систем трансформации трехфазных напряжений.
8. Синусоидальный ток в обмотке трансформатора.
9. Синусоидальная форма вторичного напряжения трехфазного трансформатора.
10. Несинусоидальная форма вторичного напряжения трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток Y/Y.
11. Синусоидальная форма вторичного напряжения трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток Y/ Δ .
12. Графики магнитного потока и тока трансформатора при его включении.
13. Силовые трансформаторы
14. Устройство и принцип действия автотрансформатора.
15. Отличия трансформатора и автотрансформатора.
16. Преимущества и недостатки автотрансформатора.
17. Параметры сварочного трансформатора
18. Устройство и принцип действия сварочного трансформатора с регулировочным дросселем и магнитным шунтом.
19. Электромагнитные явления наблюдаются в электрических машинах.
20. Устройство и назначение отдельных элементов ДПТ.
21. Принцип действия ДПТ.
22. Устройство и принцип действия универсального коллекторного двигателя.

23. Принцип действия ГПТ и вид уравнения электрического состояния его якорной цепи.
24. Физика преобразования энергии сторонних механизмов, вращающих якорь ГПТ, в энергию электрическую.
25. Реакция якоря у МПТ.
26. Принцип компенсации реакции якоря с помощью дополнительных полюсов.
27. Требования к обмотке якоря и к установке щеток.
28. Принцип выбора места установки щеток в ГПТ.
29. Принцип суммирования секционных э.д.с. в общую э.д.с. Е ГПТ и принцип согласованности направлений э.д.с., образуемых в параллельных ветвях между щетками.
30. Принцип суммирования механических сил, действующих на стороны активных секций в ДПТ.
31. Принцип выбора места установки щеток в ГПТ.
32. Принцип суммирования механических сил, действующих на стороны активных секций в ДПТ.
33. Как классифицируется ГПТ в зависимости от способа возбуждения?
34. Пояснить внешний вид характеристики холостого хода.
35. Пояснить внешний вид внешней характеристики.
36. Пояснить внешний вид регулировочной характеристики.
37. Поясните процесс самовозбуждения ГПТ с параллельным возбуждением.
38. Поясните вид внешней характеристики ГПТ с параллельным возбуждением.
39. Почему для ГПТ с параллельным возбуждением не опасен режим короткого замыкания.
40. Поясните вид внешней характеристики ГПТ с последовательным возбуждением.
41. Назовите условия введения ГПТ для работы параллельно с сетью бесконечной мощности и с генератором соизмеримой мощности.
42. Назовите условия нагружения ГПТ, работающего на сеть бесконечной мощности и с генератором соизмеримой мощности.
43. Как регулируется возбуждение параллельно работающих ГПТ, работающих на сеть бесконечной мощности и с генератором соизмеримой мощности?

Уметь:

44. "Внешняя характеристика трансформатора" и чем определяется выбор метода ее расчета.
45. Составьте уравнения, описывающие нагруженный трансформатор.
46. Условия проведения опыта холостого хода и определяемые по результатам опыта параметры схемы замещения трансформатора.
47. Условия проведения опыта короткого замыкания и определяемые по результатам опыта параметры схемы замещения трансформатора.
48. Схема замещения трансформатора в режиме к.з.
49. Схемы замещения трансформатора и смысл измеренных сигналов в опыте холостого хода.
50. Схемы замещения трансформатора и смысл измеренных сигналов в опыте короткого замыкания.
51. Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора и где применяются соответствующие трансформаторы?
52. Поясните схему трехфазного трансформатора с группой 0.
53. Поясните схему трехфазного трансформатора с группой 11.
54. Схема включения трансформатора напряжения. Какие погрешности существуют и как их минимизировать?
55. Схема включения трансформатора тока. Какие погрешности существуют и как их минимизировать?
56. Способы пуска ДПТ и каковы критерии качества процесса пуска.
57. Способ прямого пуска ДПТ. В чем его недостатки.

58. Способ реостатного пуска ДПТ. В чем его достоинства и недостатки.
59. Способ пуска ДПТ с регулируемым якорным напряжением. В чем его достоинства и недостатки.
60. Способы частоты вращения ДПТ и каковы критерии качества процесса регулирования.
61. Способ реостатного регулирования частоты вращения ДПТ. В чем его достоинства и недостатки.
62. Способ якорного регулирования частоты вращения ДПТ. В чем его достоинства и недостатки.
63. Способ полевого регулирования частоты вращения ДПТ. В чем его достоинства и недостатки.
64. Способы частоты вращения ДПТ и каковы критерии качества процесса торможения.
65. Способ торможения ДПТ противовключением и какие имеет характеристики эффективности.
66. Способ динамического торможения ДПТ и какие имеет характеристики эффективности.

Владеть:

67. Вычисления и построения, позволяющие найти вектор.
68. Вычисления и построения, позволяющие найти вектор.
69. Приведите вывод формулы внешней характеристики трансформатора.
70. Расчет принужденной $i_{пр}$ и свободной $i_{св}$ составляющих тока к.з.
71. Каковы оценки значения установившегося тока к.з. и чем он опасен для трансформатора?
72. Каковы оценки значения ударного тока к.з. и чем он опасен для трансформатора и защитной аппаратуры?
73. Обоснуйте вид схемы замещения трансформатора при его включении, составьте по схеме дифференциальное уравнение и обоснуйте правомерность использования в расчетах ненасыщенного значения индуктивности L_0 .
74. Расчет схемы замещения для трехфазного трансформатора, работающего на симметричную нагрузку.
75. Расчет схемы замещения для трехфазного трансформатора, работающего на несимметричную нагрузку.
76. Вывод уравнения электрического состояния якорной цепи ДПТ.
77. Уравнение коммутации и найдите его решения для случая идеальной прямолинейной коммутации.
78. Методы устранения причин механического и электромагнитного искрения щеток.
79. Составьте уравнения цепи обмотки возбуждения и якоря.
80. Выведите выражения ЭМХ и МХ ДПТ.
81. Приведите выражения ЭМХ и МХ в общем виде.
82. Приведите выражения ЭМХ и МХ для линейного участка кривой намагничивания стали магнитопровода.
83. Приведите выражения ЭМХ и МХ для насыщенного участка кривой намагничивания стали магнитопровода.
84. Поясните способ рекуперативного торможения ДПТ и какие имеет характеристики эффективности.
85. Расчет тока короткого замыкания для ГПТ с независимым возбуждением.
86. Расчет тока короткого замыкания для ГПТ с параллельным возбуждением.
87. Составить энергетическую диаграмму и формулу к.п.д.
88. Расчет ЭМХ и МХ двигателя на переменном токе.

Вопросы к экзамену 5 семестр

Знать:

1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.
2. Устройство и принцип действия индукционного регулятора трехфазного напряжения.
3. Виды механических и электрических частот вращения
4. Энергетическая диаграмма АД
5. Приведение ротора к статору по частоте.
6. Приведение ротора к статору по э.д.с. и вид полной схемы замещения АД.
7. Электромеханическая и механическая характеристики АД.
8. Критическое скольжение и момент через параметры обмоток АД.
9. Критический момент через каталожные данные АД.
10. Устойчивость работы "в малом" на рабочем участке МХ АД.
11. Неустойчивость работы "в малом" на разгонном участке МХ АД.
12. Устойчивость работы АД "в большом".
13. Устройство и особенности работы АД с двухклеточным ротором.
14. Процессы вытеснения тока в двухклеточном АД от пуска до выхода на рабочую характеристику установившегося режима.
15. Устройство и принцип действия глубокопазного АД.
16. Законы регулирования скорости АД реализуются при частотном управлении.
17. АД с фазным ротором и какова область его применения.
18. Параметры МХ и ЭМХ при включении в цепь ротора дополнительных сопротивлений.
19. Режим разгона АД с фазным ротором.
20. Принцип изменения числа пар полюсов в полюсопереключаемом АД.
21. Принцип представления пульсирующего магнитного поля обмотки в виде двух встречно вращающихся магнитных полей постоянной амплитуды.
22. Особенности МХ однофазного однообмоточного АД и способ его пуска.
23. Устройство и принцип действия однофазного двухобмоточного АД.
24. Устройство и принцип действия синхронного генератора.
25. Как устроен неявнополюсный СГ и каким уравнением электрического состояния он описывается.
26. Характеристика холостого хода и вид графика ее.
27. Характеристике короткого замыкания и вид графика ее.
28. Нагрузочная характеристика и график ее.
29. Внешний вид внешних характеристик СГ.
30. Внешний вид регулировочных характеристик СГ.
31. Угол нагрузки СГ и поясните, почему угол между магнитными потоками обмотки возбуждения и обмотки статора тоже равен углу нагрузки.
32. Вывод угловых характеристик мощности и момента неявнополюсного СГ.
33. Принцип регулирования реактивной мощности СГ, работающего параллельно с сетью.
34. Принцип регулирования активной мощности СГ, работающего параллельно с сетью.
35. Структура графика к.з. СГ.
36. Механические характеристики СД
37. Устройство и принцип действия синхронного компенсатора.
38. Устройство и принцип действия синхронно-реактивного двигателя.
39. Способ формирования дискретно вращающегося магнитного поля статора.
40. Устройство и принцип действия синхронных микромашин с постоянными магнитами.

41. МХ двигателя с постоянными магнитами.

Уметь:

42. Условия получения вращающегося магнитного поля статора.
43. Вывод суммарного магнитного поля статора в функции линейной координаты круга статора и времени.
44. Схема укладки в пазы однослойной простой и распределенной обмоток статора АД.
45. Схема укладки в пазы concentрической и шаблонной обмоток. Назовите их достоинства и недостатки.
46. Приведение полной схемы замещения АД к упрощенной.
47. Схема укладки в пазы секций полюсной катушки в два слоя.
48. Способ прямого пуска АД.
49. Способ реакторного пуска АД.
50. Способ автотрансформаторного пуска АД.
51. Способ пуска АД путем переключения схемы соединения его статорных обмоток.
52. Способ частотного пуска АД.
53. Способ регулирования частоты АД изменением напряжением питания.
54. Способ регулирования частоты АД изменением частоты напряжения питания.
55. Способ регулирования частоты АД одновременным изменением уровня напряжения питания и его частоты.
56. Способ регулирования частоты вращения АД с помощью добавочных сопротивлений в цепи ротора.
57. Схема и МХ режима торможения АД противовключением.
58. Схема и МХ режима динамического торможения АД.
59. Схема и МХ режима рекуперативного торможения АД при спуске груза.
60. Схема и МХ режима рекуперативного торможения АД при понижении частоты питающего напряжения.
61. Условия существования установившегося режима работы ДГА.
62. Условия существования устойчивого установившегося режима работы ДГА.
63. Способ точной синхронизации ДГА.
64. Способ грубой синхронизации ДГА.
65. Способ самосинхронизации ДГА.
66. Упрощенные уравнения явнополюсного и неявнополюсного СГ.
67. Построение для расчета внешней характеристики при активной нагрузке.
68. Построение для расчета внешней характеристики при активно-индуктивной нагрузке.
69. Построение для расчета внешней характеристики при активно-емкостной нагрузке.
70. Построение для расчета регулировочной характеристики при активной нагрузке.
71. Построение для расчета регулировочной характеристики при активно-индуктивной нагрузке.
72. Схема статического возбудителя и охарактеризуйте его достоинства и недостатки.
73. Схема электромашинного возбудителя и охарактеризуйте его достоинства и недостатки.
74. Схема электромашинного многообмоточного возбудителя и охарактеризуйте его достоинства и недостатки.
75. Схема бесщеточного возбудителя и охарактеризуйте его достоинства и недостатки.
76. Схема пуска СД, их достоинства и недостатки.
77. Способ использования обмоток СД по назначению.

Владеть:

78. Расчет-обоснование размеров секций, полюсной катушки и правила укладки ее в пазы статора.
79. Расчет ЭМХ по упрощенной схеме замещения АД.

80. Расчет MX по упрощенной схеме замещения АД.
81. Вычисления интенсивности полей контуров полюсных катушек и вычисления полного поля катушки.
82. Уравнения заторможенного АД при разомкнутом и замкнутом роторе
83. Расчет сопротивления статора и входные сопротивления АД.
84. Уравнение проводимостей цепи ротора, выраженное через сопротивления клеток для номинального и пускового режима.
85. Расчет ΣMX и MX двухклеточного АД.
86. Векторная диаграмма при активной нагрузке СГ.
87. Векторная диаграмма при индуктивной нагрузке СГ.
88. Векторная диаграмма при емкостной нагрузке СГ.
89. Векторная диаграмма при активно-индуктивной нагрузке СГ.
90. Векторная диаграмма при активно-емкостной нагрузке СГ.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры – с СКФУ.

В экзаменационный билет включается 2 теоретических вопроса.

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользоваться справочными таблицами.

К практическому занятию студент должен выполнить задания и расчёты по теме занятия, подготовить ответы на вопросы.

К лабораторному занятию студент должен оформить работу с приведением электрических схем и их вариаций, расчётов и подготовить ответы на вопросы, указанные в заданиях на лабораторную работу.

Максимальное количество баллов студент получает, если он активно участвует в работе, владеет теоретическим материалом, умеет логично и четко излагать мысли, творчески подходит к решению основных вопросов темы, показывает самостоятельность мышления.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, методическими указаниями к выполнению практических и лабораторных работ. При проверке практического задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов, знание соответствующих разделов дисциплины.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности. Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополни- тельная	Методическая	Интернет- ресурсы
1	Самостоятельное изучение литературы по разделам № 1-5	1,2	1	3	1,2
2	Подготовка к лабораторным занятиям	1,2	1	1	1,2
3	Подготовка к практическим занятиям	1,2	1	2	1,2

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

10.1.1. Перечень основной литературы:

1. Игнатович В.М. Электрические машины и трансформаторы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Игнатович, Ш.С. Ройз. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 182 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34738.html>

2. Дробов А.В. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Дробов, В.Н. Галушко. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 292 с. — 978-985-503-540-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67795.html>

10.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Электрические машины [Электронный ресурс] : сборник задач / В. И. Парамонова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 72 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46905.html>

10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины».

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Электрические машины».

3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Электрические машины».

4.

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks»- <http://www.iprbookshop.ru/>

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии: мультимедийные системы, интернет-ресурсы.

Информационные справочные системы:

1. <http://docs.cntd.ru/> Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации ТЕХЭКСПЕРТ
2. Профессиональные справочные системы Техэксперт <http://vuz.kodeks.ru/>

Программное обеспечение:

1. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Срок поддержки (обновления) до 11.04.2023г.
2. Microsoft Windows Профессиональная. Бессрочная лицензия. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Срок поддержки

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, соответствующих рабочим программам дисциплин.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:

1. Комплект типового лабораторного оборудования «Электротехнические машины» ЭМ1-С-Р;
2. Комплект типового лабораторного оборудования «Электротехнические машины» ЭМ1-С-К.