МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе _____ Г.Ю. Нагорная
«27» 03 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины

Уровень образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электроснабжение

Форма обучения очная (заочная)

Срок освоения ОП 4 года (5 лет)

Институт Инженерный

Кафедра разработчик РПД Электроснабжение

Выпускающая кафедра Электроснабжение

Начальник
учебно-методического управления _____ Семенова Л.У.

Директор института _____ Павленко Е.Н.

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Шпак О.В.

Черкесск, 2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ 4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 5
4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы 5
4.2. Содержание дисциплины 7
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля 7
4.2.2. Лекционный курс 9
4.2.3. Лабораторный практикум 13
4.2.4. Практические занятия 14
4.3. Самостоятельная работа обучающегося 16
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 20
5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям 20
5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям 20
5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям 21
5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 22
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 27
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы 27
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» 28
7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение 28
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 29
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий 29
9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 33
Приложение 1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ 33
ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 35
1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины 35
2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины 35
3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины 37
4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине «Электрические машины» 40
Приложение 2. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ 66
РЕЦЕНЗИЯ .....
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины .....

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины состоит в формировании у обучающихся знаний, навыков и умений в области электрических машин.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

– знакомство с конструкцией и принципом работы электрических машин;
– обучение методикам расчета и экспериментальных исследований электрических машин;
– знакомство с характеристиками электрических машин;
– создание теоретической и практической базы для изучения последующих дисциплин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Дисциплина «Электрические машины» относится к базовой части Блока 1 и имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1.	Высшая математика	Электрические станции и подстанции
2.	Теоретические основы электротехники	Электроэнергетические системы и сети
3.	Электротехническое и конструкционное материаловедение	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
4.		Приемники и потребители электрической энергии
5.		Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах
6.		Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах
7.		Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий
8.		Электроснабжение
9.		Электрический привод
10.		Основы научных исследований
11.		Электрический привод
12.		MATLAB, Simulink и SimPowerSystems в электроэнергетике
13.		MATLAB, Simulink и SimPowerSystems в электротехнике
14.		Ознакомительная практика
15.		Эксплуатационная практика
16.		Научно-исследовательская работа

17.		Преддипломная практика
18.		Защита выпускной квалификационной работы, вклю-чая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
19.		Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки (специальности) и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:
1.	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Использует методы анализа электрических цепей, применительно к схемам замещения электрических машин.
			ОПК-4.2. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин различных типов
			ОПК-4.3. Использует знание электрических цепей для анализа работы электрических машин
2.	ПК-1	Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отдельным разделам темы	ПК-1.1. Использует стандартные методики, для исследования параметров схемы замещения электрической машины
			ПК-1.2. Осуществляет научно-исследовательские работы установившихся режимов работы электрических машин
			ПК-1.3. Оформляет документацию по результатам экспериментальных исследований электрических машин
3.	ПК-2	Способен подготовить проект систем электроснабжения объектов капитального строительства	ПК-2.1. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения
			ПК-2.2. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами переменного тока
			ПК-2.3. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока
	ПК-5	Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи	ПК-5.1. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям силовых трансформаторов систем электроснабжения
			ПК-5.2. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока
			ПК-5.3. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры*	
			№ 4	№ 5
			часов	часов
Аудиторная контактная работа (всего)		**158**	**68**	**90**
В том числе:				
Лекции (Л)		70	34	36
Лабораторные работы (ЛР)		70	34	36
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С). В том числе, практическая подготовка		18 -	- -	18 -
Внеаудиторная контактная работа (всего)		**4**	**2**	**2**
В том числе: индивидуальные и групповые консультации		4	2	2
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) ** **(всего)**		**99**	**38**	**61**
Работа с лекционным материалом		20	10	10
Работа с книжными источниками		15	5	10
Работа с электронными источниками		25	10	15
Подготовка к практическим занятиям		15	0	15
Подготовка к лабораторным работам		24	13	11
Промежуточная аттестация	экзамен (Э) **в том числе:**	63	Э 36	Э 27
	Прием экз., час.	1	0,5	0,5
	Консультация, час.	4	2	2
	СРО, час.	58	33,5	24,5
ИТОГО: Общая трудоемкость	**часов**	**324**	**144**	**180**
	зач. ед.	**9**	**4**	**5**

Заочная форма обучения

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры*	
			№ 5	№ 6
			часов	часов
Аудиторная контактная работа (всего)		**34**	**14**	**20**
В том числе:				
Лекции (Л)		16	8	8
Лабораторные работы (ЛР)		12	6	6
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С). В том числе, практическая подготовка		6	0	6
Внеаудиторная контактная работа (всего)		**2**	**1**	**1**
В том числе: индивидуальные и групповые консультации		4	2	2
Самостоятельная работа обучающегося (СРО) ** **(всего)**		**270**	**122**	**148**
Работа с лекционным материалом		52	22	30
Работа с книжными источниками		50	30	20
Работа с электронными источниками		50	20	30
Подготовка к практическим занятиям		60	30	30
Подготовка к лабораторным работам		58	20	38
Промежуточная аттестация	экзамен (Э) **в том числе:**		Э (5)	Э (6)
	Прием экз., час.	1	0,5	0,5
	Консультация, час.	-	-	-
	СРО, час.	17	8,5	8,5
ИТОГО: Общая трудоемкость	**часов**	**324**	**144**	**180**
	зач. ед.	**9**	**4**	**5**

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу учащихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	всего	
1.	5	**Трансформаторы**	14	20		16	50	Контрольные вопросы
2.	5	**Общие вопросы теории машин переменного тока**	6	-		6	12	Контрольные вопросы
3.	5	**Асинхронные машины**	14	14		16	44	Контрольные вопросы
4.	5	Внеаудиторная контактная работа					***(2)***	Индивидуальные и групповые консультации
5.		Консультации (экзамен)					***(2)***	
6.	5	Промежуточная аттестация					***(0,5)***	5 семестр Экзамен
6.	5	СРО (экзамен)					***(33,5)***	
7.	5	**ИТОГО** (5 семестр)**:**	**34**	**34**		**38**	**144**	
1.	6	**Синхронные машины**	20	20	10	34	84	Контрольные вопросы
2.	6	**Машины постоянного тока**	16	16	8	27	67	Контрольные вопросы
3.	6	Внеаудиторная контактная работа					***(2)***	Индивидуальные и групповые консультации
4.	6	Консультации (экзамен)					***(2)***	
5.	6	Промежуточная аттестация					***(0.5)***	6 семестр Экзамен
6.	6	СРО (экзамен)					***(24,5)***	
7	6	**ИТОГО** (6 семестр)**:**	**36**	**36**	**18**	**61**	**180**	
8	6	**ИТОГО:**	**70**	**70**	**18**	**99**	**324**	

Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу учащихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	всего	
1.	4	**Трансформаторы**	2	4		50	56	Контрольные вопросы
2.	4	**Общие вопросы теории машин переменного тока**	2			20	22	Контрольные вопросы
3.	4	**Асинхронные машины**	4	2		52	58	Контрольные вопросы
4.	4	Внеаудиторная контактная работа					***(1)***	Индивидуальные и групповые консультации
5.	4	Промежуточная аттестация					***(0,5)***	5 семестр Экзамен
6.	4	СРО (экзамен)					***(8,5)***	
7.	4	**ИТОГО** (5 семестр)**:**	**8**	**6**		**122**	**146**	
8.	5	**Синхронные машины**	4	4	6	80	94	Контрольные вопросы
9.	5	**Машины постоянного тока**	4	2		68	80	Контрольные вопросы
10.	5	Внеаудиторная контактная работа					***(1)***	Индивидуальные и групповые консультации
11.	5	Промежуточная аттестация					***(0.5)***	6 семестр Экзамен
12.	5	СРО (экзамен)					***(8,5)***	
13.	5	**ИТОГО** (6 семестр)**:**	**8**	**6**	**6**	**148**	**178**	
14.	5	**ИТОГО:**	**16**	**12**	**6**	**270**	**324**	

4.2.2. Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела у дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов	
				ОФО	ЗФО
1	2	3	4	5	
			Семестры:	**№4**	**№5**
1.	**1. Трансформаторы**	*Введение*	Предмет, задачи, структура и содержание курса. Его роль и место в подготовке инженера-электрика, связь с другими дисциплинами. Организация изучения предмета. Основные понятия и определения. Закон электромагнитной индукции.	2	1
2.		Материалы, применяемые в электромашиностроении. Конструкция и принцип действия, трансформатора.	Изоляционные и проводниковые материалы. Классы материалов по нагреваемости. Кривые намагничивания ферромагнитных материалов. Роль трансформаторов в электроэнергетике. Конструкции трансформаторов. Процессы, происходящие в трансформаторе на холостом ходу и под нагрузкой.	2	
3.		Основные уравнения, схема замещения трансформатора.	Дифференциальные уравнения трансформатора. Уравнения установившегося режима. Приведение вторичной обмотки к первичной. Векторная диаграмма. Схема замещения. Учет магнитных потерь.	2	
4.		Опыты ХХ и КЗ.	Определение характеристик холостого хода. Электрическая схема проведения опыта. Определение параметров намагничивающего контура. Анализ характеристик холостого хода. Определение характеристик короткого замыкания. Электрическая схема проведения опыта. Определение параметров обмоток трансформатора.	2	1
5.		Внешние характеристики. Изменение напряжения. Потери и КПД трансформатора с учетом изменения	Причины изменения вторичного напряжения трансформатора. Влияние характера нагрузки на изменение напряжения. Внешние характеристики трансформатора. Связь между параметрами трансформатора и	2	

		магнитных потерь под действием нагрузки.	изменением напряжения. Влияние нагрузки на потери в трансформаторе. Характер нагрузки и КПД трансформатора. Диаграммы преобразования активной и реактивной мощностей в трансформаторе.		
6.	**1. Трансформаторы**	Трехфазные двухобмоточные трансформаторы. Группы соединения. Параллельная работа трансформаторов	Некоторые особенности схем и конструкций трехфазных трансформаторов. Группы соединения однофазных и трехфазных трансформаторов. Условия параллельной работы трансформаторов. Уравнительные токи.	2	1
7.		Регулирование напряжения трансформатора. Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы.	Типы переключающих устройств. Схемы выполнения ответвлений для регулирования напряжения. Уравнения и схема замещения трехобмоточного трансформатора. Автотрансформаторы. Достоинства и недостатки.	2	
8.	**2. Общие вопросы теории машин переменного тока**	Конструкция асинхронной машины. Конструкция синхронной машины. Обмотки машин.	Общая характеристика обмоток. Понятие об электрическом градусе. Классификация обмоток. Однослойные и двухслойные обмотки.	2	
9.		ЭДС обмоток машин переменного тока.	Создание кругового вращающегося поля. ЭДС катушки, катушечной группы и фазы. Улучшение формы кривой ЭДС.	2	2
10.		МДС обмоток машин переменного тока.	МДС обмоток машин переменного тока.	2	
11.	**3. Асинхронные машины**	Режимы работы АМ.	Режимы работы асинхронной машины. Режим идеального холостого хода. Режим реального холостого хода. Псевдорекуперативный (псевдогенераторный) режим.	2	
12.		Основные уравнения и векторная диаграмма АМ.	ЭДС вращающегося и неподвижного ротора. Скольжение. Замена вращающегося ротора неподвижным. Приведение обмотки ротора к обмотке статора. Коэффициенты приведения ЭДС и МДС. Уравнения напряжений статора и ротора. Уравнение МДС. Векторная диаграмма.	2	1
13.		Схемы замещения АМ. Энергетическая диаграмма. Реактивная мощность АМ.	Т-образная и Г-образная схемы замещения АМ. Учет магнитных потерь в схемах замещения. Постоянные и переменные потери в АМ. Энергетическая диаграмма. Реактивная мощность, потребляемая АМ.	2	
14.		Электромагнитный	Вывод уравнения электромагнитного	2	

		момент и механические характеристики АМ.	момента. Механические характеристики АМ в различных осях. Условия устойчивой работы АД с нагрузкой.		
15.		Регулирование скорости вращения АД.	Способы регулирования скорости вращения и соответствующие механические характеристики.	2	2
16.		Пуск АД с фазным ротором. АД с улучшенными пусковыми свойствами.	Достоинства и недостатки АД с фазным ротором. Реостатный пуск АД с фазным ротором. АД с улучшенными пусковыми свойствами. Механические характеристики.	2	
17.		Однофазные АД. Конденсаторный АД. Асинхронный генератор с конденсаторным возбуждением	Пульсирующее поле. Механическая характеристика однофазного АД. Создание пускового момента. Фазосдвигающие элементы. Механическая характеристика АД с пусковой обмоткой. Особенности конденсаторного АД. Схемы подключения трехфазного АД к однофазной сети. Принцип работы и условия самовозбуждения асинхронного генератора. Достоинства и недостатки генератора.	2	
	ИТОГО часов в 4 (ОФО) и 5 (ЗФО) семестрах:			34	8
			Семестры	**№5**	**№6**
1.	**4. Синхронные машины**	Конструкция и принцип работы СМ	Неявнополюсные (турбогенераторы) и явнополюсные (гидрогенераторы) синхронные машины. Принцип работы СМ. Системы возбуждения. Холостой ход СМ.	2	1
2.		Реакция якоря. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора.	Реакция якоря при подключении активной, емкостной и индуктивной нагрузки. Уравнение напряжений неявнополюсного генератора. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора без учета насыщения.	2	
3.		Особенности реакции якоря и векторная диаграмма явнопоюсного СГ	Метод двух реакций. Уравнение напряжений явнополюсного синхронного генератора.	2	
4.		Характеристики синхронного генератора.	Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Индукционная нагрузочная характеристика. Внешние характеристики. Регулировочная характеристика.	2	1
5.		Способы включения синхронного генератора на параллельную	Точная и грубая синхронизация. Ламповый синхроскоп. Условия точной синхронизации. Самосинхронизация.	2	

		работу с сетью.			
6.		Регулирование активной мощности. Угловые характеристики синхронной машины.	Уравнение баланса активных мощностей. Уравнение электромагнитной мощности и момента. Угловая характеристика явнополюсного генератора. Угловая характеристика неявнополюсного генератора.	2	1
7.		Условия статической устойчивости СМ.	Условия статической устойчивости СМ при параллельной работе с сетью.	2	2
8.		Регулирование реактивной мощности. U-образные характеристики.	Построение упрощенных векторных диаграмм при различных значениях тока возбуждения. Недовозбуждение, перевозбуждение и нормальное возбуждение СМ. Векторная диаграмма неявнополюсной СМ при постоянной активной мощности и регулировании тока возбуждения. U-образные характеристики.	2	
9.		Особенности двигательного режима синхронных машин. Синхронные компенсаторы.	Угловые и U-образные характеристики синхронных двигателей. Рабочие характеристики СД. Пуск СД. Достоинства и недостатки СД по сравнению с АД. Синхронные компенсаторы.	2	
10.		Синхронные машины специального назначения.	Конструкция и уравнение электромагнитного момента синхронных реактивных двигателей. Синхронные двигатели с возбуждением от постоянных магнитов. Гистерезисные двигатели. Шаговые двигатели. Вентильные реактивные двигатели.	2	1
11.	**5. Машины постоянного тока**	Конструкция машин постоянного тока.	Конструкция машин постоянного тока. Ротор (якорь) и статор (индуктор) МПТ. Коллектор и щетки машины. Принцип работы МПТ.	2	
12.		Обмотки якоря.	Классификация обмоток. Петлевые, волновые и комбинированные обмотки. Схема простой петлевой обмотки. Схема простой волновой обмотки.	2	
13.		Электродвижущая сила обмотки якоря. Электромагнитный момент.	ЭДС проводника. ЭДС машины. Электромагнитный момент машины постоянного тока.	2	1
14.		Реакция якоря в машине постоянного тока.	Распределение силовых линий магнитного поля возбуждения и поля якоря при установке щеток на геометрическую нейтраль. Влияние реакции якоря на работу машины постоянного тока. Дополнительные полюса и компенсационная обмотка.	2	
15.		Генераторы постоянного тока.	Классификация и основные уравнения генераторов. Характеристики ХХ и КЗ.	2	

			Нагрузочная, регулировочная и внешняя характеристики ГПТ. Условия самовозбуждения.		
16.		Двигатели постоянного тока.	Классификация и основные уравнения двигателей постоянного тока. Механические характеристики ДПТ. Тормозные режимы работы ДПТ.	2	1
17.		Способы пуска и регулирования частоты вращения ДПТ.	Реостатный пуск ДПТ. Искусственные механические характеристики. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого (параллельного) и последовательного возбуждения.	2	
18.		Коллекторные машины переменного тока.	Особенности конструкции. Принцип работы. Основные характеристик машины. Достоинства и недостатки.	2	
	ИТОГО часов в 5 (ОФО) и 6 (ЗФО) семестрах:			**36**	**8**
	ИТОГО:			**70**	**16**

4.2.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Всего часов	
				ОФО	ЗФО
1	2	3	4	5	
			Семестры:	**№4**	**№5**
1.	**1. Трансформаторы**	Исследование однофазного трансформатора	Проведение опытов ХХ и КЗ. Определение параметров схемы замещение. Исследование внешних характеристик трансформатора.	6	2
2.		Исследование однофазного автотрансформатора	Проведение опытов ХХ и КЗ. Определение параметров схемы замещение автотрансформатора. Исследование внешних характеристик автотрансформатора.	4	
3.		Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора	Проведение опытов ХХ и КЗ. Определение параметров схемы замещение трехфазного трансформатора.	6	2
4.		Исследование параллельной работы трехфазных трансформаторов	Измерение потерь ХХ при раздельной и параллельно работе трансформаторов с разыми напряжениями вторичных обмоток. Исследование влияния уравнительного тока на перераспределение общей нагрузки между трансформаторами.	4	

5.	**3. Асинхронные машины**	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	Определение активного сопротивления обмотки статора. Проведение опытов ХХ и КЗ. Расчет параметров схемы замещения АД. Исследование рабочей характеристики АД.	8	2
6.		Исследование конденсаторного двигателя с трехфазной обмоткой статор	Проведение экспериментальных исследований и построение векторной диаграммы однофазного конденсаторного АД.	6	
ИТОГО часов в 4 (ОФО) и 5 (ЗФО) семестрах:				**34**	**6**

			Семестр:	**№5**	**№6**
1.	**4. Синхронные машины**	Исследование трехфазного синхронного генератора	Исследование характеристик ХХ, КЗ, нагрузочной, внешней и регулировочной характеристик.	12	2
2.		Исследование параллельной работы трехфазного синхрон-ного генератора с сетью	Осуществление подключения СГ к сети. Исследование и построение угловой и V-образной характеристик СГ.	10	2
3.	**5. Машины постоянного тока**	Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения	Проведение опытов по снятию характеристики ХХ, внешней и регулировочной характеристик.	6	2
4.		Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	Исследование способов регулирования скорости ДПТ. Построение механических характеристик.	6	
	ИТОГО часов в 5 (ОФО) и 6 (ЗФО) семестрах:			**34**	**6**
	ИТОГО:			**68**	**12**

4.2.4. Практические занятия

№ п/п	**Наименование раздела дисциплины**	**Наименование практического занятия**	**Содержание практического занятия**	**Всего часов**	
				ОФО	**ЗФО**
			Семестры:	**№5**	**№6**
1.	**1.Трансформаторы**	Расчет параметров трансформатора	Расчет параметров трансформатора по каталожным данным. Расчет внешней характеристики и установившегося тока короткого замыкания.	2	0,5
2.		Моделирование	Создание модели однофазного	2	0,5

		переходных процессов в трансформаторе при КЗ.	трансформатора в среде MATLAB/SPS (ОФО) или Scilab/xcos (ЗФО). Моделирование токов, которые возникают при КЗ.		
3.	**2. Асинхронные машины**	Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя.	Расчет параметров асинхронного двигателя по каталожным данным. Построение механической характеристики двигателя.	2	1
4.		Расчет пусковых токов и электромагнитного момента двигателя.	Создание модели в среде MATLAB/SPS (ОФО) или Scilab/xcos (ЗФО). Моделирование пусковых токов и электромагнитного момента двигателя.	2	1
5.	**4. Синхронные машины**	Расчет тормозных моментов гидрогенератора.	Расчет: полюсного деления; основного магнитного потока; ЭДС; синхронной скорости; основного момента; реактивного момента; критического момента. Построение угловой характеристики.	2	0,5
6.		Расчет активной и реактивной мощности генератора.	Расчет: тока; его активной и реактивной составляющей; полной мощности, активной и реактивной мощности при нагрузке, которая отличается от номинальной.	2	0,5
7.		Расчет асинхронного момента входа в синхронизм синхронного двигателя.	Расчет: частоты вращения; номинального и пускового токов; асинхронного момента входа в синхронизм.	2	1
8.	**5. Машины постоянного тока**	Расчет параметров двигателя постоянного тока.	Определение расхода воздуха для охлаждения АД.	2	0,5
9.		Разработка модели двигателя параллельно возбуждения.	Разработка модели двигателя параллельно возбуждения в среде MATLAB/SPS (ОФО) или Scilab/xcos (ЗФО). Построение кривых момента при пуске двигателя.	2	0,5
	ИТОГО часов в 5 (ОФО) и 6 (ЗФО) семестрах:			**18**	**6**

4.3. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СРО	Всего часов	
				ОФО	ЗФО
1	2	3	4	6	7
			Семестр:	**№4**	**№5**
1.	**1. Трансформаторы**	1.1.	Самостоятельное изучение материала по теме «Введение». Оформление лабораторной работы №1 «Исследование однофазного трансформатора».	2	6
		1.2.	Самостоятельное изучение материала по теме «Материалы, применяемые в электромашиностроении. Конструкция и принцип действия, трансформатора». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №1. Заполнение таблиц подсчетов и построение соответствующих графиков. Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №1. Оформление лабораторной работы №2 «Исследование автотрансформатора».	4	12
		1.3.	Самостоятельное изучение материала по теме «Основные уравнения, схема замещения трансформатора». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №2. Заполнение таблиц подсчетов и построение соответствующих графиков. Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №2. Оформление лабораторной работы №3.	2	6
		1.4.	Самостоятельное изучение материала по теме «Опыты ХХ и КЗ». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №3. Заполнение таблиц подсчетов и построение соответствующих графиков. Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №3. Оформление лабораторной работы №4.	2	8
		1.5.	Самостоятельное изучение материала по теме «Внешние характеристики. Изменение напряжения.	2	6

			Потери и КПД трансформатора с учетом изменения магнитных потерь под действием нагрузки». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №4. Заполнение таблиц подсчетов и построение соответствующих графиков.		
		1.6.	Самостоятельное изучение материала по теме «Трехфазные двухобмоточные трансформаторы. Группы соединения. Параллельная работа трансформаторов» Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №4.	2	8
		1.7.	Самостоятельное изучение материала по теме «Регулирование напряжения трансформатора. Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы». Подготовка к защите лабораторных работ №1 – №4.	2	6
2	**2. Общие вопросы теории машин переменного тока**	2.1.	Самостоятельное изучение материала по теме «Конструкция асинхронной машины. Создание вращающегося поля. Обмотки асинхронных двигателей	2	6
		2.2.	Самостоятельное изучение материала по теме «ЭДС обмоток переменного тока».	2	6
		2.3.	Самостоятельное изучение материала по теме «МДС обмоток переменного тока».	2	6
3	**3. Асинхронные машины**	3.1.	Самостоятельное изучение материала по теме «Принцип работы и режимы работы АМ». Оформление лабораторной работы №5 «Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором».	2	8
		3.2.	Самостоятельное изучение материала по теме «Основные уравнения и векторная диаграмма АМ». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №5. Заполнение таблиц подсчетов и построение соответствующих графиков.	2	8
		3.3.	Самостоятельное изучение материала по теме «Схемы замещения АМ. Энергетическая диаграмма. Реактивная мощность АМ». Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №5.	2	6
		3.4.	Самостоятельное изучение материала по теме «Электромагнитный момент и механические характеристики АМ». Оформление лабораторной работы №6. «Исследование конденсаторного двигателя с трехфазной обмоткой статор».	2	10

		3.5.	Самостоятельное изучение материала по теме «Регулирование скорости вращения АД». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №6. Заполнение таблиц подсчетов и построение соответствующих графиков.	2	6
		3.6.	Самостоятельное изучение материала по теме «Пуск АД с фазным ротором. АД с улучшенными пусковыми свойствами». Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №6.	4	6
		3.7.	Самостоятельное изучение материала по теме «Однофазные АД». Подготовка к защите лабораторных работ путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторным работам №5 и №6.	2	6
	ИТОГО часов в 4 (ОФО) и 5 (ЗФО) семестрах:			**38**	**122**
	Семестры:			**№5**	**№6**
1	**4. Синхронные машины**	1.1.	Самостоятельное изучение материала по темам «Конструкция и принцип работы СМ». Подготовка к лабораторной работе № 1 «Исследование трехфазного синхронного генератора» и её оформление.	2	8
		1.2.	Самостоятельное изучение материала по темам «Реакция якоря. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора». Подготовка к лабораторной работе № 1 «Исследование трехфазного синхронного генератора» и её оформление.	4	8
		1.3.	Самостоятельное изучение материала по теме «Особенности реакции якоря и векторная диаграмма явнопоюсного СГ». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №1.	2	8
		1.4.	Самостоятельное изучение материала по теме «Характеристики синхронного генератора». Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №1.	4	8
		1.5.	Самостоятельное изучение материала по теме «Способы включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью». Подготовка к лабораторной работе №2 «Исследование параллельной работы трехфазного синхронного генератора с сетью» и её оформление.	4	8
		1.6.	Самостоятельное изучение материала по теме «Регулирование активной мощности. Угловые характеристики синхронной машины. Условия статической устойчивости СМ». Обработка данных,	4	8

			полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №2.		
		1.7.	Самостоятельное изучение материала по теме «Регулирование реактивной мощности. U-образные характеристики». Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №2.	4	8
		1.8.	Самостоятельное изучение материала по теме «Особенности двигательного режима синхронных машин. Синхронные компенсаторы».	3	6
		1.9.	Самостоятельное изучение материала по теме «Синхронные машины специального назначения».	2	8
		1.10.	Самостоятельное изучение материала по теме «Синхронные машины специального назначения».	2	6
2	**5. Машины постоянного тока**	2.1.	Самостоятельное изучение материала по теме «Конструкция машин постоянного тока» и «Обмотки якоря». Подготовка к лабораторной работе №3 «Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения» и её оформление.	2	6
		2.2.	Самостоятельное изучение материала по теме «Электродвижущая сила обмотки якоря. Электромагнитный момент». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №3.	2	6
		2.3.	Самостоятельное изучение материала по теме «Реакция якоря в машине постоянного тока» и «Генераторы постоянного тока». Подготовка к защите лабораторной работы путем изучения и нахождения ответов на вопросы по лекционному курсу и лабораторной работе №3.	2	6
		2.4.	Самостоятельное изучение материала по теме «Двигатели постоянного тока». Оформление лабораторной работы №4 «Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения».	2	6
		2.5.	Самостоятельное изучение материала по теме «Способы пуска и регулирования частоты вращения. ДПТ».	2	6
		2.6	Самостоятельное изучение материала по теме «Способы пуска и регулирования частоты вращения. ДПТ». Обработка данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований по плану лабораторной работы №4 и подготовка к её защите.	2	6
3	**Практические занятия**	3.1	Расчет параметров трансформатора	2	4
		3.2	Моделирование переходных процессов в трансформаторе при КЗ.	2	4
		3.3	Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя.	2	4
		3.4	Расчет пусковых токов и электромагнитного момента двигателя.	2	4

		3.5	Расчет тормозных моментов гидрогенератора.	2	4
		3.6	Расчет активной и реактивной мощности генератора.	2	4
		3.7	Расчет асинхронного момента входа в синхронизм синхронного двигателя.	2	4
		3.8	Расчет параметров двигателя постоянного тока.	2	4
		3.9	Разработка модели двигателя параллельно возбуждения.	2	4
ИТОГО часов в 5 (ОФО) и 6 (ЗФО) семестрах:				**61**	**148**
ИТОГО:				**99**	**270**

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям

После первой лекции по дисциплине «Электрические машины» необходимо взять книги из рекомендуемого лектором списка литературы, которые могут быть в дальнейшем использованы как для закрепления материалов лекции, так и для самостоятельной работы и углубления знаний в этой области. Кроме того, необходимо освежить в памяти основные законы электротехники, такие как: закон Ома; Крихгофа; Фарадея, Джоуля-Ленца, а также правила: левой руки; правой руки; буравчика (штопора). Всё это позволит более уверенно чувствовать себя на лекциях и с меньшими усилиями воспринимать новую информацию. Если во время лекции возникли «туманные места» сомнений, то их обязательно следует развеять. Для этого процесса можно привлечь своего верного союзника в лице лектора. Причем как во время лекций, так и после. В любом случае следует запомнить две прописные истины, первая – преподаватель получает заработную плату за то, что оказывает образовательные услуги студентам, т.е. обучает их, а вторая – он обожает тех обучающихся, которые любят его дисциплину. В свою очередь, студентам следует выражать свою любовь стабильным посещением его занятий, активной работой на лекциях, практических и лабораторных занятиях, прилежным изучением его дисциплины, а также многочисленными вопросами, которые обычно демонстрируют искреннюю заинтересованность в получении знаний по дисциплине. В любом случае, чем больше вопросов вы зададите во время семестра, тем меньше их возникнет во время экзамена.

Настоятельно рекомендую перед очередной лекцией выучить содержание предыдущей. Помните, если вы пропустили лекцию или не поняли что-то из предыдущей, то нужно обязательно её переписать и выучить. За возникшими вопросами, если нет возможности связаться с преподавателем, следует обратиться к своим одногруппникам, возможно они смогут вам помочь. Помните, что каждая последующая лекция базируется на предыдущей, это как ступеньки на вершину познания этой дисциплины, это как буквы алфавита, чем больше вы знаете букв, тем легче прочесть слово. Надеюсь, что после завершения курса лекций по электрическим машинам, вы сможете легко их «читать», т.е. находить неисправности, эксплуатировать, ремонтировать и удивляться красоте этих «вечно» вращающихся машин, преобразующих механическую энергию в электрическую и наоборот.

5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям

Лабораторные работы по электрическим машинам базируются на теоретических знаниях, полученных во время изучения лекционного курса. В силу этого, насколько хорошо будете знать теорию, настолько же уверенно будете себя чувствовать при

проведении замеров, обработке полученных результатов, проведении их анализа и защите лабораторной работы. В конце каждой лабораторной работы имеются вопросы, на которые необходимо знать ответы. Это позволит вникнуть в суть лабораторной работы, успешно осуществить экспериментальные исследования и обработать, полученные данные.

При подготовке к лабораторной работе необходимо подготовить таблицы замеров и подсчетов с учетом того, что в каждой таблице должно быть 5-7 строк для занесения результатов замеров и вычислений.

По результатам выполнения лабораторной работы составляется отчет, который должен содержать название работы, необходимые схемы, выражения, таблицы и соответствующие графики. В ходе защиты лабораторной работы учащийся должен продемонстрировать знание конструкции объекта исследования, принципа его работы и умение анализировать полученные результаты. Кроме того, обучающийся должен знать порядок действий при выполнении экспериментов, разбираться в электрических схемах лабораторной работы и знать ответы на вопросы к лабораторной работе.

Приветствуется использование различных программных продуктов, например, таких как MATLAB, Scilab, Octave, Excel и т.д., при обработке полученных экспериментальных данных и построении характеристик электрических машин. При этом программа должна быть написана самим учащимся, а один из серии опытов должен быть рассчитан в ручном режиме, т.е. с помощью калькулятора.

5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям

В процессе подготовки и проведения практических занятий обучающиеся закрепляют полученные ранее теоретические знания, приобретают навыки их практического применения, опыт рациональной организации учебной работы.

Поскольку активность на практических занятиях является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к таким занятиям требует ответственного отношения.

При подготовке к занятию в первую очередь должны использовать материал лекций и соответствующих литературных источников. Самоконтроль качества подготовки к каждому занятию осуществляют, проверяя свои знания и отвечая на вопросы для самопроверки по соответствующей теме.

Входной контроль осуществляется преподавателем в виде проверки и актуализации знаний обучающихся по соответствующей теме.

Выходной контроль осуществляется преподавателем проверкой качества и полноты выполнения задания.

Подготовку к практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучение обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий.

Обучающийся при подготовке к практическому занятию может консультироваться с преподавателем. Он может получать от него наводящие разъяснения и задания для самостоятельной работы.

5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Работа с литературными источниками и интернет ресурсами

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

Промежуточная аттестация

По итогам семестра проводится экзамен. К нему допускаются студенты, которые успешно защитили лабораторные работы и выполнили все индивидуальные задания по практическим занятиям. При подготовке к сдаче экзамена рекомендуется использовать лекции, материалы практических и лабораторных занятий, а также материалы, которые были рекомендованы для самостоятельного изучения.

Экзамен проводится в устной форме. В ходе экзамена студент должен ответить на теоретические вопросы и решить задачу. По итогам экзамена выставляется оценка.

Темы и вопросы для самостоятельного изучения

1. Краткая история развития электрических машин.
2. Нагревостойкость изоляционных материалов.
3. Шихтовка магнитопровода трансформатора.
4. Отличие электротехнических сталей от конструкционных.
5. Перенапряжения в трансформаторе.
6. Переходные процессы при включении трансформатора под напряжение.
7. Переходные процессы в трансформаторе при КЗ.
8. Несимметричная нагрузка трансформаторов.
9. Системы охлаждения трансформаторов.
10. Трансформаторы напряжения.
11. Трансформаторы тока.
12. Трансформаторы числа фаз (Преобразование трехфазной системы в шестифазную).
13. Достоинства и недостатки асинхронной машины с фазным ротором.
14. Одно-двухслойные обмотки асинхронной машины.
15. Однослойные обмотки с дробным числом пазов на полюс и фазу.
16. Круговая диаграмма асинхронной машины.
17. Влияние высших гармоник поля на момент асинхронной машины.
18. Асинхронный двигатель с двойной беличьей клеткой.
19. Асинхронный двигатель с глубокопазным ротором.
20. Переходные процессы в асинхронной машине.
21. Электромеханический каскад.
22. Электрический каскад.

23. Аномальные режимы работы асинхронной машины.
24. Псевдогенераторный (псевдорекуперативный) режим работы асинх. машины.
25. Математическая модель АД в заторможенной системе координат α и β.
26. Особенности конструкции турбогенератора.
27. Особенности конструкции гидрогенератора.
28. Возбудители синхронных генераторов.
29. Охлаждение синхронных генераторов.
30. Несимметричная нагрузка трехфазных генераторов.
31. Несимметричные короткие замыкания.
32. Переходные процессы в синхронных генераторах.
33. Качения синхронных машин. Динамическая устойчивость.
34. Синхронные машины со сверх проводящими обмотками возбуждения.
35. Синхронные машины с постоянными магнитами.
36. Машины с клювообразным ротором.
37. Шаговые двигатели.
38. Гистерезисные двигатели.
39. Синхронная машина двойного питания.
40. Бесконтактный синхронный генератор.
41. Математическая модель синхронного генератора. Уравнения Парка-Горева.
42. Обмотки якоря машин постоянного тока.
43. Коммутация машин постоянного тока.
44. Параллельная работа генераторов постоянного тока.
45. Система Г-Д.
46. Переходные процессы в машинах постоянного тока.
47. Особенности самовозбуждения генератора постоянного тока.
48. Электромашинный усилитель поперечного поля.
49. Униполярные генераторы и двигатели.
50. Двигатели постоянного тока с полым ротором.

Контрольные вопросы (самоконтроль)

5 семестр

1. Перечислите выдающихся ученых в области электрических машин.
2. Перечислите существующие классы изоляции.
3. С какой целью магнитопровод трансформатора и эл. машин делают шихтованным?
4. Чем изотропная электротехническая сталь отличается от анизотропной?
5. Перечислите причины возникновения перенапряжений в трансформаторе.
6. Назовите причину возникновения броска намагничивающего тока при подключении трансформатора к сети.
7. Что такое ударный ток?
8. Причины возникновения несимметричной нагрузки и к каким последствиям приводит её подключение к трансформатору?
9. Перечислите основные системы охлаждения трансформатора.
10. Назначение трансформаторов напряжения и их основные особенности.
11. Назначение трансформаторов тока и их основные особенности.
12. С какой целью с помощью трансформатора преобразуют количество фаз?
13. Чем отличается асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором от асинхронного двигателя с фазным ротором?
14. Достоинства и недостатки одно-двухслойных обмоток асинхронных машин.
15. Причина возникновения дробного числа пазов на полюс и фазу.
16. Причины возникновения высших гармоник в асинхронной машине.
17. Достоинства асинхронного двигателя с двойной беличьей клеткой?

18. Достоинства асинхронного двигателя с глубокопазным ротором.
19. Какие переходные процессы могут возникнуть в асинхронно двигателе?
20. Достоинства и недостатки электромеханический каскад.
21. Достоинства и недостатки электрического каскада.
22. Перечислите аномальные режимы работы асинхронной машины.
23. Особенности псевдогенераторного (псевдорекуперативного) режима работы асинхронной машины.
24. Напишите систему дифференциальных уравнений математической модели асинхронного двигателя в заторможенной системе координат α и β.
25. Как увеличить пусковой момент асинхронного двигателя?

6 семестр

1. Нарисуйте разрез турбогенератора.
2. Нарисуйте разрез гидрогенератора.
3. Начертите упрощенную схему синхронного генератора и возбудителя.
4. Перечислите системы охлаждения синхронных машин.
5. К чему приводит подключение несимметричной нагрузки к трехфазному генератору?
6. Особенности КЗ в синхронных генераторах.
7. Перечислите индуктивные сопротивления синхронной машины, которые используются при расчете переходных процессов.
8. Начертите угловые характеристики синхронной машины и объясните, как можно оценить динамическую устойчивость генератора при снижении напряжения.
9. Достоинства и недостатки синхронной машины со сверхпроводящей обмоткой возбуждения.
10. Конструкция синхронной машины с постоянными магнитами. Достоинства и недостатки.
11. Конструкция машины с клювообразным ротором.
12. Конструкция шаговых двигателей. Область применения и принцип работы.
13. Конструкция гистерезисных двигателей. Область применения. Достоинства и недостатки.
14. Конструкция машины двойного питания. Достоинства и недостатки.
15. Конструкция бесконтактного синхронного генератора.
16. Напишите уравнения Парка-Горева.
17. Построить простую петлевую обмотку машины постоянного тока.
18. Чем отличается ускоренная коммутация от замедленной?
19. Начертите электрическую схему при параллельной работе генераторов постоянного тока.
20. Достоинства и недостатки системы Г-Д.
21. Начертите кривые тока и скорости при пуске машины постоянного тока.
22. Перечислите условия самовозбуждения ГПТ.
23. Конструкция электромашинного усилителя поперечного поля. Принцип работы.
24. Перечислите достоинства и недостатки униполярных генераторов и двигателей.
25. Назначение двигателя постоянного тока с полым ротором. Достоинства.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Всего часов	
				ОФО	ЗФО
1	2	3	4	5	
			Семестр:	**№4**	**№5**
1.	5	Лекция «Материалы, применяемые в электромашиностроении. Конструкция и принцип действия, трансформатора».	Презентация.	2	
2.		Лекция «Опыты ХХ и КЗ».	Интерактивная лекция.	2	2
3.		Лекция «Трехфазные двухобмоточные трансформаторы. Группы соединения. Параллельная работа трансформаторов».	Лекция-визуализация.	2	0
4.		Лекция «Конструкция асинхронной машины. Создание вращающегося поля. Обмотки асинхронных двигателей»	Лекция-визуализация.	2	0
5.		Лекция «Принцип работы и режимы работы АМ».	Интерактивная лекция.	2	2
6.		Лекция «Схемы замещения АМ. Энергетическая диаграмма. Реактивная мощность АМ».	Интерактивная лекция.	2	0
7.		Лекция «Регулирование скорости вращения АД».	Интерактивная лекция.	2	2
8.	5	Лабораторные работы по разделам «Трансформаторы и Асинхронные машины».	Индивидуальный опрос обучающихся по вопросам к лабораторной работе и её защита.	14	0
		ИТОГО часов в 4 (ОФО) и 5 (ЗФО) семестрах:		**28**	**6**
1.	6	Лекция «Конструкция и принцип работы СМ».	Лекция-визуализация.	2	0
2.	6	Лекция «Реакция якоря.	Интерактивная лекция.	2	0

		Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генераторам.			
3.	6	Лекция «Особенности реакции якоря и векторная диаграмма явнополюсного СГ».	Интерактивная лекция.	2	0
	6	Лекция «Способы включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью».	Интерактивная лекция.	2	0
4.	6	Лекция «Регулирование активной мощности. Угловые характеристики синхронной машины. Условия статической устойчивости СМ».	Интерактивная лекция.	2	2
5.	6	Лекция «Регулирование реактивной мощности. U-образные характеристики".	Интерактивная лекция.	2	0
6.	6	Лекция «Конструкция машин постоянного тока».	Лекция-визуализация.	2	0
7.	6	Лекция «ЭДС проводника. ЭДС машины. Электромагнитный момент машины постоянного тока».	Интерактивная лекция.	2	0
8.	6	Лекция «Классификация и основные уравнения двигателей постоянного тока. Механические характеристики ДПТ. Тормозные режимы работы ДПТ».	Интерактивная лекция.	2	2
9.	6	Лекция «Способы пуска и регулирования частоты вращения. ДПТ.	Интерактивная лекция.	2	0
10.	6	Лабораторные работы по разделам «Синхронные машины и Машины постоянного тока»	Индивидуальный опрос обучающихся по вопросам к лабораторной работе и её защита.	14	0
11.	**ИТОГО часов в 5 (ОФО) и 6 (ЗФО) семестрах:**			**34**	**4**
12.	**Всего:**			**52**	**10**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

	Основная литература
1.	Угольников, А. В. Электрические машины : учебное пособие / А. В. Угольников. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 157 с. — ISBN 978-5-4497-0020-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/154233.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2.	Зятиков, И. Д. Электрические машины : учебное пособие / И. Д. Зятиков, Н. С. Благодарный, В. И. Королев. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-91646-312-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/140205.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3.	Меньшенин, С. Е. Электрические машины переменного тока : учебное пособие / С. Е. Меньшенин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 124 с. — ISBN 978-5-4497-2277-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/131964.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/131964
4.	Галишников, Ю. П. Трансформаторы и электрические машины : курс лекций / Ю. П. Галишников. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0602-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/114988.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей
	Дополнительная литература
5.	Основы электромеханики : учебное пособие / В. П. Кочетков, В. Я. Беспалов, Е. Я. Глушкин [и др.] ; под редакцией В. П. Кочетков. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 639 с. — ISBN 978-5-4486-0259-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/73337.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/73337
6.	Парамонова, В.И. 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 - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Методические материалы

1. Джендубаев А.-З.Р. Электрические машины: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» / А.-З.Р. Джендубаев – Черкесск: БИЦ СКГА, 2026. – 84 с.

2. Джендубаев А.-З.Р. Электрические машины. Трансформаторы и асинхронные машины: Методические указания к практическим занятиям для студентов бакалавриата направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» / А.-З.Р. Джендубаев – Черкесск: БИЦ СКГА, 2025. – 25 с.
3. Джендубаев А.-З.Р. Электрические машины (Трансформаторы и асинхронные машины): методические указания к контрольным работам для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» / А.-З.Р. Джендубаев – Черкесск: БИЦ СКГА, 2024. – 20 с.
4. **Джендубаев А.-З.Р.** Электрические машины (Синхронные машины и машины постоянного тока): методические указания к контрольным работам для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» / А.-З.Р. Джендубаев – Черкесск: БИЦ СКГА, 2024. – 14 с.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. https://ro-edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/ Национальная электронная библиотека (НЭБ) — федеральная государственная информационная система
3. Лекториум https://www.lektorium.tv/ Образовательная платформа с видеолекциями, онлайн-курсами и дополнительными образовательными материалами.
4. eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/ Научная электронная библиотека и информационно-аналитическая система, обеспечивающая поиск российских научных публикаций.

7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный договор № 100164437126100227 Срок действия: с 28.10.2026 до 30.11.2027
Консультант Плюс	Договор № 7 от 15.01.2026 г.
Цифровой образовательный ресурс IPR SMART	Лицензионный договор № 14172/26ПК от 24.06.2026 г. Срок действия: с 01.07.2026 г. по 30.06.2027 г.
ЛИРА	Сублицензионный договор № 2066/А от 21.01.2014 г.
MATLAB	Гос. контракт № 0379100003114000018 от 16 мая 2014 г.
Кодекс	Лицензионное соглашение № 5/4072 от 29.03.2026 г.
Бесплатное ПО	
LibreOffice, МойОфис, Visual Studio Community, Sumatra PDF, 7-Zip, Adobe Acrobat Reader, МТС Линк, 1С: Предприятие Учебная версия, Lazarus, Firebird, IBE Expert, VBA, MySQL,	

Virtual box, Visual Studio Code, Интерпретатор Python, Cisco Packet Tracer, Notepad++, StarUML – унифицированный язык моделирования, PostgreSQL, Blender 3D, ArchiCAD.Учебная версия, Simulink, Electronics Workbench, Компас 3d/.Учебная версия, Project, STDU Viewer, МКБ-10, Графический векторный редактор Inkscape, Графический редактор Krita, Программа для чертежей и 3d – Компас, Nanocad

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Код	Наименование специальности, направления подготовки	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
13.03.02	Электроэнергетика и электротехника направленность (профиль) «Электроснабжение»	Электрические машины	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Ауд. № 321 б	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: Автоматизированные рабочие места: Автоматизированное рабочее место -10 шт. Доска магнитно-маркерная Brauberg120*240 cm, алюминиевая марка,231702.- 1 шт. Интерактивная система, Ноутбук – 1 шт. Специализированная мебель: Стол ученический – 17 шт . Стул ученический - 34 шт. Стол преподавателя – 1 шт. Кресло стул мягкий преподавателя - 1шт. Книжный шкаф -1 шт. Вешалка - 1 Жалюзи вертикальные-2 шт. Тренажерный зал: Автоматизированные рабочие места: Автоматизированное рабочее место для студентов - 6 шт. LED Панель Samsung - 1 шт. Сервер - 1 шт. Источник бесперебойного питания- 1 шт. Шкаф напольный ZPAS 19- 1 шт. Коммутатор TP-LinkTL- SG3216 – 1 шт. Коммутатор Cisco Catalist 2960S 24 Gige - 1 шт. Контроллер видео сигнала - 1 шт. Плоттер - 1 шт. Специализированная мебель: Стол ученический –6 шт . Стул ученический - 12 шт.	Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок

				Стол преподавателя - 1шт. Стул преподавателя мягкий – 1 шт. Жалюзи вертикальные - 1 шт.	
			Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ауд. № 328	Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: Проектор в комплекте настенный экран с ноутбуком - 1 шт. Учебно-наглядные пособия (машины постоянного и переменного тока и их конструкционные детали, фазорегуляторы, сварочные аппараты, измерительные приборы, реостаты, конденсаторы, настенный стенд деталей конструкций электрических машин, настенные стенды с патентами и изобретениями сотрудников кафедры в области электрических машин) Вводной рубильник 380 В - 1 шт. Трансформатор трехфазный 380/220 В. Агрегат выпрямительный - 1 шт. Шкаф автоматических выключателей лабораторных стендов – 1 шт. Блок регулировочный – 1 шт. Специализированная мебель: Доска магнитно-маркерная Brauberg 120*240 cm, алюминиевая марка,231702. – 1 шт. Тумбочка- 1 шт. Стол компьютерный – 1 шт. Стол ученический – 14 шт. Стул ученический -22 шт. Стол преподавателя – 1 шт. Стул мягкий преподавателя –1 шт. Жалюзи вертикальные-3 шт.	Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок
			Лаборатория электрических машин Ауд. № 328	Лабораторное оборудование: Лабораторные стенды по дисциплине «Электрические машины» - 6 шт. Учебно-наглядные пособия (машины постоянного и переменного тока и их конструкционные детали, фазорегуляторы, сварочные аппараты, измерительные приборы, реостаты, конденсаторы, настенный стенд деталей конструкций электрических машин, настенные стенды с патентами и изобретениями сотрудни-	Выделенные стоянки автотранспортных средств для инвалидов; достаточная ширина дверных проемов в стенах, лестничных маршей, площадок

				ков кафедры в области электрических машин) Вводной рубильник 380 В - 1 шт. Трансформатор трехфазный 380/220 В. Агрегат выпрямительный - 1 шт. Шкаф автоматических выключателей лабораторных стендов – 1 шт. Блок регулировочный – 1 шт. Специализированная мебель: Доска магнитно-маркерная Brauberg 120*240 cm, алюминиевая марка,231702. – 1 шт. Тумбочка- 1 шт. Стол компьютерный – 1 шт. Стол ученический – 14 шт. Стул ученический -22 шт. Стол преподавателя – 1 шт. Стул мягкий преподавателя –1 шт. Жалюзи вертикальные-3 шт.	

Мультимедийный зал
Комплект учебной мебели: парты, компьютерные столы, стол компьютерный угловой преподавательский, стулья, доска Мультимедийная система: проектор, экран настенный рулонный
Компьютеры, обеспеченные доступом к локальной сети и к сети Интернет
Комплект учебной мебели: парты, компьютерные столы, стол компьютерный угловой преподавательский, стулья, доска
Компьютеры, обеспеченные доступом к локальной сети и к сети Интернет

8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

2. Рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

8.3. Требования к специализированному оборудованию

- нет

9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

Приложение 1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ Электрические машины

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Электрические машины

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
ОПК-3.	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ПК-1.	Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отдельным разделам темы

2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины		Формируемые компетенции (коды)		
	№ раздела	Темы	ОПК-3	ОПК-4	ПК-1
1	2	3	4	5	6
	Семестр 5				
1.	**1. Трансформаторы**	*Введение*			
2.		Материалы, применяемые в электромашиностроении. Конструкция и принцип действия, трансформатора.	+	+	
3.		Основные уравнения, схема замещения трансформатора.	+		+
4.		Опыты ХХ и КЗ.	+	+	+
5.		Внешние характеристики. Изменение напряжения. Потери и КПД трансформатора с учетом изменения магнитных потерь под действием нагрузки.	+	+	
6.		Трехфазные двухобмоточные трансформаторы. Группы соединения. Параллельная работа трансформаторов	+		+
7.		Регулирование напряжения трансформатора. Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы.	+		

8.	**2. Общие вопросы теории машин переменного тока**	Конструкция асинхронной машины. Создание вращающегося поля. Обмотки асинхронных двигателей.	+	+	
9.		ЭДС обмоток переменного тока.	+	+	
10.		МДС обмоток переменного тока.	+		+
11.	**3. Асинхронные машины**	Принцип работы и режимы работы АМ.	+		
12.		Основные уравнения и векторная диаграмма АМ.		+	
13.		Схемы замещения АМ. Энергетическая диаграмма. Реактивная мощность АМ.	+	+	+
14.		Электромагнитный момент и механические характеристики АМ.	+		
15.		Регулирование скорости вращения АД.	+		
16.		Пуск АД с фазным ротором. АД с улучшенными пусковыми свойствами.	+		
17.		Однофазные АД.	+	+	
	Семестр 6				
1.	**4. Синхронные машины**	Конструкция и принцип работы СМ	+		
2.		Реакция якоря. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора.	+	+	+
3.		Особенности реакции якоря и векторная диаграмма явнополюсного СГ	+		
4.		Характеристики синхронного генератора.	+	+	+
5.		Способы включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.	+	+	
6.		Регулирование активной мощности. Угловые характеристики синхронной машины. Условия статической устойчивости СМ.	+		+
7.		Регулирование реактивной мощности. U-образные характеристики.	+		
8.		Особенности двигательного режима синхронных машин. Синхронные компенсаторы.	+		
9.		Синхронные машины специального назначения.	+	+	
10.		Синхронные машины специального назначения	+		
11.	**5. Машины постоянного тока**	Конструкция машин постоянного тока.	+		+
12.		Обмотки якоря.	+	+	
13.		Электродвижущая сила обмотки якоря. Электромагнитный момент.	+		
14.		Реакция якоря в машине постоянного тока.	+	+	
15.		Генераторы постоянного тока.	+		
16.		Двигатели постоянного тока.	+		
17.		Способы пуска и регулирования частоты вращения ДПТ.	+		+

3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин						
Индикаторы достижения компетенции	**Критерии оценивания результатов обучения**				**Средства оценивания результатов обучения**	
	неудовлетворительно	**удовлетворительно**	**хорошо**	**отлично**	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
ОПК-4.1 Демонстрирует понимание принципа действия устройств	Не может продемонстрировать понимание принципа действия устройств	Частично демонстрирует понимание принципа действия устройств	В основном демонстрирует понимание принципа действия устройств	В полной мере демонстрирует понимание принципа действия устройств	Собеседование	Экзамен
ОПК-4.2 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	Не может анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	Частично анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	В основном анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	В полной мере анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	Собеседование	Экзамен

ПК-1. Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отдельным разделам темы		
Индикаторы достижения	**Критерии оценивания результатов обучения**	**Средства оценивания результатов обучения**

компетенции	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-1.1. Осуществляет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Не может осуществить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Частично осуществляет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	В основном осуществляет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	В полной мере осуществляет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Собеседование	Экзамен
ПК-1.2. Выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований	Не может выполнить эксперименты и оформить результаты исследований	Частично выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований	В основном выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований	В полной мере выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований	Собеседование	Экзамен
ПК-1.3. Подготавливает элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов исследовательских работ	Не может подготовить элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов исследовательских работ	Частично способен подготовить элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов исследовательских работ	В основном способен подготовить элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов исследовательских работ	В полной мере способен подготовить элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов исследовательских работ	Собеседование	Экзамен

ПК-2. Способен подготовить проект систем электроснабжения объектов капитального строительства						
Индикаторы достижения компетенции	**Критерии оценивания результатов обучения**				**Средства оценивания результатов обучения**	
	неудовлетворительно	**удовлетворительно**	**хорошо**	**отлично**	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
ПК-2.1. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	Не может осуществить часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	Частично осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	В основном осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	В полной мере осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	Собеседование	Экзамен
ПК-2.2. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами переменного тока	Не может осуществить часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами	Частично осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами переменного тока	В основном осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами переменного тока	В полной мере осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами переменного тока	Собеседование	Экзамен
ПК-2.3. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока	Не может осуществить часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока	Частично способен осуществить часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока	В основном способен осуществить часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока	В полной мере способен осуществить часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока	Собеседование	Экзамен

ПК-5. Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи						
Индикаторы достижения компетенции	**Критерии оценивания результатов обучения**				**Средства оценивания результатов обучения**	
	неудовлетворительно	**удовлетворительно**	**хорошо**	**отлично**	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
ПК-5.1. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям силовых трансформаторов систем электроснабжения	Не может осуществить часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	Частично осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	В основном осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	В полной мере осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения	Собеседование	Экзамен
ПК-5.2. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока	Не может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока	Частично может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока	В основном может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока	В полной мере может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока	Собеседование	Экзамен
ПК-5.3. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока	Не может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока	Частично может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока	В основном может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока	В полной мере может осуществить отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока	Собеседование	Экзамен

4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине «Электрические машины»

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

20__-20__ учебный год

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине «Электрические машины»
для обучающихся направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Конструкция, принцип действия и основные уравнения трансформатора.
2. Схемы обмоток статора асинхронной машины. Обмоточный коэффициент.
3. Определить скольжение и режим работы асинхронной машины, если число пар полюсов $p = 3$, частота сети $f_1 = 50$Гц, а частота вращения ротора $n_2 = 1500$ об/мин.

Зав. кафедрой _____

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

20__-20___ учебный год

Экзаменационный билет № 2

по дисциплине «**Эл**ектрические машины»
для обучающихся направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Схема замещения трансформатора. Векторная диаграмма.
2. Конструкция, принцип работы асинхронной машины. Режимы работы АМ.
3. Напряжение КЗ трансформатора составляет $u_k = 10\%$. Определить ток КЗ трансформатора, если его номинальный ток равен $I_н = 10$А.

Зав. кафедрой _____

Критерии оценки:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание изученного материала в соответствии с рабочей программой дисциплины, без подготовки, уверенно, подробно, а также без ошибок отвечает на дополнительные вопросы по всему курсу лекций; активно работал на лекциях, лабораторных и практических занятиях по дисциплине;
- оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся демонстрирует знание подавляющей части материала, уверенно отвечает на дополнительные вопросы, допуская при этом незначительные ошибки, или находит верный ответ после наводящих вопросов преподавателя; проявлял заметный интерес к дисциплине при проведении лекций, лабораторных и практических занятий;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся демонстрирует знание только части материала, испытывает проблемы при ответе на большинство дополнительных вопросов несмотря на наводящие вопросы преподавателя, активность обучающегося на лекциях, лабораторных и практических занятий оставляла желать лучшего;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся демонстрирует поверхностные знания, а в ходе его опроса обнаруживаются значительные пробелы в объеме изученного материала, он не проявлял особого интереса к дисциплине при проведении лекций, лабораторных и практических занятий.

Вопросы, выносимые на собеседование

по дисциплине "Электрические машины"

4 семестр

Раздел 1. Трансформаторы

1. Приведите все формы аналитического выражения закона электромагнитной индукции.
2. Почему магнитные сердечники трансформаторов и электрических машин выполняются шихтованными?
3. Чем электротехнические стали отличаются от конструкционных?
4. Принцип работы трансформатора.
5. Приведите основные уравнения трансформатора.
6. Какие параметры схемы замещения зависят от насыщения?
7. Какие параметры трансформатора определяются по данным опытов холостого хода и короткого замыкания.
8. Дайте определение напряжения короткого замыкания трансформатора, измеренного в процентах. От чего зависит и для чего используется этот параметр?
9. Почему при $U_1 = \text{const}$ изменение нагрузки приводит к изменению вторичного напряжение трансформатора U_2?
10. Что такое внешняя характеристика трансформатора? Какой она имеет вид при различном характере нагрузки?
11. Что представляет собой КПД трансформатора и от чего он зависит?
12. Какие потери мощности возникают в трансформаторе и почему?
13. Перечислите достоинства и недостатки автотрансформаторов.
14. Покажите взаимосвязь достоинств и недостатков автотрансформатора с коэффициентом трансформации.
15. Объясните устройство автотрансформатора с переменным коэффициентом трансформации.
16. Выразите мощности трехфазной системы через фазные и линейные токи и напряжения.
17. Что представляет собой группа соединения обмоток трехфазного трансформатора?
18. Чем объясняется несимметрия токов холостого хода (намагничивающих токов) в трехфазном стержневом трансформаторе?
19. Перечислите способы регулирования вторичного напряжения трансформаторов и поясните их особенности.
20. Какие группы соединения предусмотрены ГОСТом?
21. Каковы условия включения трансформаторов на параллельную работу?

22. Как распределяются ток и мощность нагрузки между параллельно работающими трансформаторами?

Раздел 2. Общие вопросы теории машин переменного тока

1. Какова конструкция асинхронного двигателя?
2. Перечислите условия создания кругового вращающегося магнитного поля в электрических машинах переменного тока.
3. Начертите однослойную трехфазную обмотку машины переменного тока (Z_1=6, 2p=2).
4. Начертите двухслойную трехфазную обмотку машины переменного тока (Z_1=6, 2p=2).
5. Перечислите достоинства и недостатки двухслойной трехфазной обмотки.

Раздел 3. Асинхронные машины

1. Объясните принцип работы асинхронного двигателя.
2. Почему относительная величина тока холостого хода ($I_0/I_{1\text{ном}}$) у асинхронного двигателя больше, чем у трансформатора такой же мощности?
3. Почему при уменьшении нагрузки снижается коэффициент мощности асинхронного двигателя?
4. Перечислите способы уменьшения пускового тока асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
5. Как осуществить реверс в трехфазном асинхронном двигателе?
6. Достоинства и недостатки асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
7. Почему однофазный двигатель не создает пускового момента?
8. С какой целью в цепь пусковой обмотки однофазного двигателя включают фазосмещающий элемент?
9. Чем отличается однофазный двигатель от конденсаторного двигателя?
10. Как можно повысить пусковой момент в конденсаторном двигателе?
11. Начертите несколько электрических схем, которые позволяют использовать трехфазный асинхронный двигатель в однофазной сети?
12. Почему коэффициент мощности конденсаторного двигателя выше, чем у трехфазного двигателя?

6 семестр

Раздел 4. Синхронные машины

1. Какова конструкция явнополюсного и неявнополюсного синхронного генератора?
2. Объясните принцип работы синхронного генератора.
3. Можно ли регулировать напряжение автономного синхронного генератора изменением частоты вращения?
4. Почему внешние характеристики генератора, снятые при различном характере нагрузки, не совпадают?

5. Как поддержать неизменным напряжение синхронного генератора при изменении величины и характера нагрузки?
6. Какие системы возбуждения применяются для синхронных машин?
7. Что такое реакция якоря и как она влияет на работу генератора?
8. Почему характеристика короткого замыкания является линейной?
9. Чем и почему отличаются внешние характеристики генератора при различном характере нагрузки?
10. Назовите два способа синхронизации и поясните, когда они применяются.
11. Назовите условия точной синхронизации.
12. Объясните назначение синхроскопа.
13. Назовите условия грубой синхронизации (самосинхронизации) и поясните необходимость выполнения этих условий.
14. От чего зависит значение максимальной электромагнитной мощности генератора?
15. Как увеличить активную мощность синхронного генератора, который работает параллельно с сетью?
16. Что такое перегрузочная способность синхронной машины или коэффициент статической перегружаемости?
17. Как изменить характер реактивной мощности синхронного генератора, который работает параллельно с сетью?
18. Как перевести синхронный генератор в режим синхронного двигателя?
19. Покажите на угловой характеристике область устойчивой работы синхронного генератора.
20. Как перевести синхронный двигатель в режим источника реактивной мощности?
21. Конструкция и назначение синхронного компенсатора.

Раздел 5. Машины постоянного тока

1. Конструкция и принцип работы коллекторной машины постоянного тока.
2. Каково назначение коллектора в генераторе и двигателе?
3. Какие способы возбуждения применяются в ГПТ? Начертите соответствующие электрические схемы.
4. Почему ГПТ параллельного возбуждения имеет более мягкую внешнюю характеристику по сравнению с генератором независимого возбуждения?
5. Какие условия необходимы для самовозбуждения ГПТ?
6. Перечислите способы улучшения коммутации в машинах постоянного тока.
7. Принцип работы ДПТ.
8. Какие способы регулирования скорости вращения возможны в ДПТ параллельного возбуждения?

9. Почему при увеличении нагрузки ДПТ уменьшается скорость вращения?
10. Как изменить направление вращения ДПТ?
11. Какие способы ограничения пускового тока применяются в ДПТ?
12. Начертите механические характеристики ДПТ параллельного и последовательного возбуждения.
13. Какова разница в конструкции коллекторных двигателей постоянного и переменного тока?

Критерии оценки собеседования:

Оценку «зачтено» заслуживает обучающийся, который уверенно ответил на все вопросы собеседования, подготовил отчет и защитил лабораторные работы по соответствующим разделам.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не смог ответить на большинство вопросов собеседования, не подготовил отчет по лабораторным работам соответствующих разделов.

Комплект тестовых заданий

по дисциплине "Электрические машины"

(Трансформаторы и асинхронные машины. **4 семестр**)

(ОПК - 4)

1. Отметить **неверное** уравнение закона электромагнитной индукции

1	2	3	4
$e = -w\frac{d\psi}{dt}$	$e = -\frac{d\psi}{dt}$	$e = -w\frac{d\Phi}{dt}$	$e = -L\frac{di}{dt}$,
где: w – число витков; ψ – потокосцепление; Φ – магнитный поток; L – индуктивность; i – ток.			

[1]

(ОПК - 4)

2. Отметить уравнение закона Джоуля-Ленца .
   1. $\Delta P_{эл} = I \cdot r$
   2. $\Delta P_{эл} = I^2 \cdot r^2$
   3. $\Delta P_{эл} = I \cdot r^2$
   4. $\Delta P_{эл} = I^2 \cdot r$

(ОПК - 4)

3. Какие векторы связывает правило правой руки?

[1] Выделить и выбрать черный цвет текста

1. Вектор скорости проводника, направление силовых линий магнитного поля, направление тока в проводнике.
2. Вектор скорости проводника, направление силовых линий магнитного поля, направление ЭДС в проводнике.
3. Вектор силы, действующий на проводник, направление силовых линий магнитного поля, направление тока в проводнике.
4. Вектор силы, действующий на проводник, направление силовых линий магнитного поля, направление ЭДС в проводнике.

(ОПК - 4)

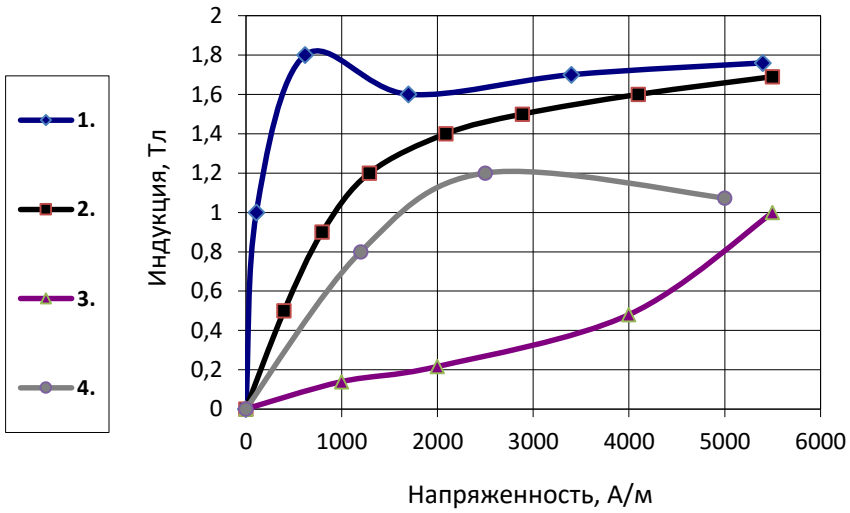
4. Какие векторы связывает правило левой руки?
    1. Вектор скорости проводника, направление силовых линий магнитного поля, направление тока в проводнике.
    2. Вектор скорости проводника, направление силовых линий магнитного поля, направление ЭДС в проводнике.
    3. Вектор силы, действующий на проводник, направление силовых линий магнитного поля, направление тока в проводнике.
    4. Вектор силы, действующий на проводник, направление силовых линий магнитного поля, направление ЭДС в проводнике.

(ОПК - 4)

5. Как зависят потери в электротехнической стали от площади её петли гистерезиса?
    1. Чем больше площадь петли гистерезиса, тем меньше потери на гистерезис.
    2. Потери не зависят от площади петли гистерезиса.
    3. Чем больше площадь петли гистерезиса, тем больше потери.
    4. С ростом площади петли гистерезиса потери в начале возрастают, а потом уменьшаются.

(ОПК - 4)

6. Укажите кривую намагничивания электротехнической стали. (ОПК - 4).



(ОПК - 4)

7. Как потери на вихревые токи зависят от толщины электротехнической стали?

   1. Не зависят.
   2. С ростом толщины электротехнической стали потери уменьшаются.
   3. С ростом толщины электротехнической стали потери возрастают, а после определенного значения начинают уменьшаться.
   4. По мере уменьшения толщины электротехнической стали потери уменьшаются.

(ПК - 1)

8. Какая последовательность причинно-следственной связи описывает принцип работы силового трансформатора на холостом ходу?

   1. $I_{\text{хх}} \Rightarrow E_1 \text{и} E_2 \Rightarrow Z_{\text{нагр}}$.
   2. $I_{\text{хх}} \Rightarrow E_1 \text{и} E_2 \Rightarrow I_2 = U_2/Z_{\text{нагр}}$.
   3. $U_1 \Rightarrow I_{\text{хх}} \Rightarrow \text{МДС} \Rightarrow \Phi \Rightarrow \text{Е}_1 \text{и} E_2$.
   4. $U_1 \Rightarrow I_{\text{хх}} \Rightarrow \Phi \Rightarrow \text{Е}_1 \text{и} E_2 \Rightarrow \text{МДС}$.

(ПК - 1)

9. С какой целью шихтуют магнитопроводы трансформаторов?

   1. Для снижения потерь на гистерезис.
   2. Для снижения потерь на вихревые токи.
   3. Для снижения потерь в стенках бака трансформатора.
   4. Для снижения тока холостого хода.

(ПК - 1)

10. Перечислите условия параллельной работы трансформатора.

(ПК - 1)

11. Для какой цели на электрических станциях в начале линии электропередачи устанавливают повышающие трансформаторы? Какой из ответов неправильный?

    1. Для уменьшения расхода провода на линию электропередачи.
    2. Для повышения коэффициента мощности системы.
    3. Для уменьшения потерь энергии в проводах линии электронередачи.
    4. Для уменьшения капитальных затрат на сооружение линии электропередачи.

(ПК - 1).

12. По результатам опыта короткого замыкания ($\Delta P_к = 800$Вт; $u_к = 20$В; $I_к = 100A$) определить индуктивное сопротивление короткого замыкания ($x_к$) трансформатора. (ПК - 1).

(ПК - 1).

13. По результатам опыта короткого замыкания ($\Delta P_к = 800$Вт;$u_к = 20$В; $I_к = 100A$) определить активное сопротивление короткого замыкания ($r_к$) трансформатора.

(ПК - 1).

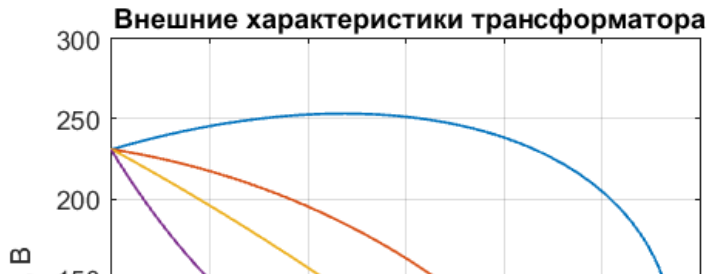
14. Напряжением короткого замыкания трансформатора (uk% = 4–15%) называется напряжение, при котором в обмотках протекают (дописать предложение) (ПК - 1).)
    …_____

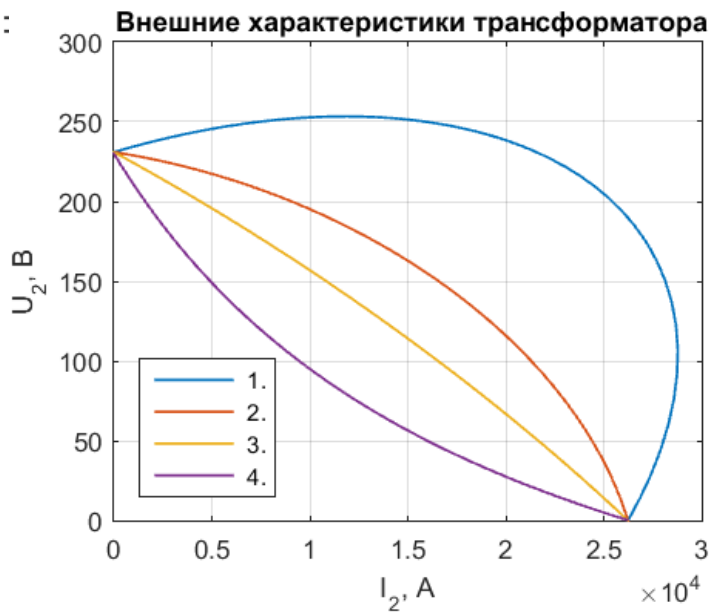
(ПК - 1).

15. Трехфазный трансформатор имеет следующие данные: $S_{ном} = 1000$кВт; $U_{1лин} = 10$кВ; $u_к = 5\%$. Определить установившийся ток короткого замыкания.

(ПК - 1).

16. Какая из представленных кривых является внешней характеристикой трансформатора при активной нагрузке.





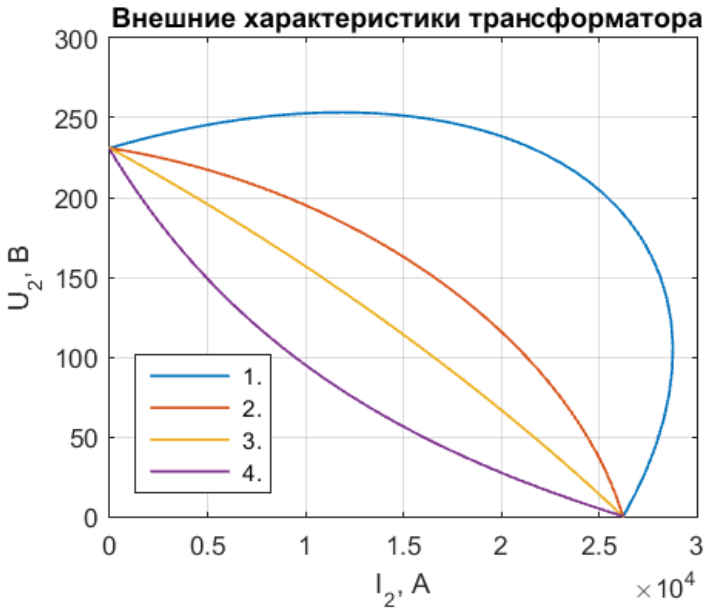
(ПК - 1).

17. Какая из представленных кривых является внешней характеристикой

трансформатора при активно-индуктивной нагрузке

(ПК - 1).

18. Какая из представленных кривых является внешней характеристикой трансформатора при активно-емкостной нагрузке



(ПК - 1)

19. Для чего магнитопроводы силовых трансформаторов выполняются из электротехнической стали, а не из неферромагнитного материала? Указать неправильный ответ.

1. Для уменьшения тока холостого хода.
2. Для увеличения магнитной связи между обмотками.
3. Для уменьшения расхода меди.
4. Для удобства сборки трансформатора.
5. Для уменьшения индуктивного сопротивления обмоток, обусловленных потоками рассеяния.

(ПК - 1)

20. Назовите условия создания вращающегося поля:

(ПК - 1).

21. Обмоточный коэффициент обмотки – это произведение:

1. коэффициентов распределения, укорочения и скоса пазов;
2. числа витков, количества пар полюсов и параллельных ветвей;
3. числа витков, количества пар полюсов и параллельных ветвей;
4. коэффициента распределения, шага обмотки и числа пазов на полюс и фазу.

(ПК - 1).

22. Какая из формул позволяет рассчитать число пазов на полюс и фазу АД?

1	2	3	4
$q = \frac{2Z}{pm}$	$q = \frac{Z}{pm}$	$q = \frac{Z}{2pm}$	$q = \frac{Z}{2p}$,

здесь: Z – число пазов; m – количество фаз; p – число пар полюсов.

(ПК - 1).

23. Укажите выражение, которое позволяет рассчитать частоту вращения кругового магнитного поля в *об/мин*.

1	2	3	4
$n_1 = \frac{60f_1}{p}s$	$n_1 = \frac{2\pi f_1}{p}$	$n_1 = \frac{60f_1}{s}$	$n_1 = \frac{60f_1}{p}$,
здесь: f_1 – частота сети; p – число пар полюсов; s – скольжение.			

(ПК - 1).

24. Почему намагничивающий ток асинхронного двигателя составляет (20-60 %)$I_{\text{ном}}$, в то время как у трансформатора он составляет (0,3-10 %)$I_{\text{ном}}$?

Указать основную причину.

1. Магнитная индукция отдельных участков магнитной цепи двигателя больше, чем у трансформатора.
2. Среднее значение индукции вдоль всего магнитопровода АД больше, чем у трансформатора.
3. Воздушный зазор между магнитной системой статора и ротора значительно больше воздушных промежутков на стыках электротехнической стали трансформатора.
4. Электротехническая сталь у АД изотропная, а у трансформаторов – анизотропная.

(ПК - 2).

25. Скольжение АД это?

1	2	3	4
$s = n_1 - n_2$	$s = n_2 - n_1$	$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$	$s = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$
здесь: n_1 – скорость вращения поля статора; n_2 – скорость вращения ротора.			

(ПК - 1).

26. Описание какого параметра схемы замещения асинхронного двигателя не соответствует действительности?

1. r_1 – активное сопротивление фазы обмотки статора.
2. x_μ – индуктивное сопротивление фазы обмотки статора, обусловленное потоком рассеяния.
3. r_μ – активное сопротивление, потери в котором равны магнитным потерям.

4. x_2' – индуктивное сопротивление рассеяния фазы обмотки неподвижного ротора, приведенное по числу витков к обмотке статора.

(ПК - 2).

27. С какой целью делают скос пазов на роторе асинхронного двигателя?
    1. Для увеличения частоты вращения.
    2. Для подавления третьей гармоники поля.
    3. Для подавления зубцовых гармоник поля.
    4. Для снижения намагничивающего тока.

(ПК – 1)

28. Чем отличается генераторный (рекуперативный) режим работы асинхронной машины от псевдогенераторного (псевдорекуперативного) режима?
    1. В этом режиме механическая мощность, поступающая с вала, преобразуется в электрическую и отдается в сеть.
    2. Механическая мощность, поступающая со стороны вала, и электрическая мощность, поступающая со стороны сети, выделяются в виде потерь. При этом скорость вращения ротора приблизительно в два раза больше скорости вращения магнитного поля.
    3. Электрическая мощность поступает со стороны сети и преобразуется в механическую.
    4. Ротор и поле вращаются в противоположные стороны, при этом механическая и электрическая мощности поступают в двигатель и выделяются в виде потерь.

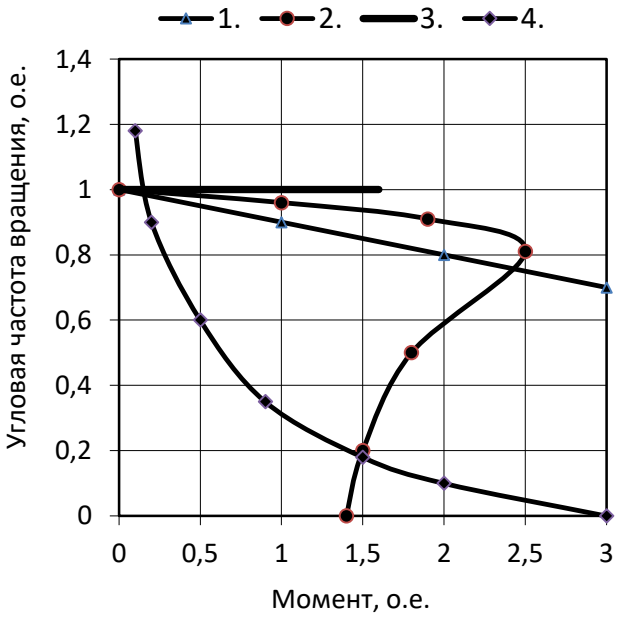
(ПК-5)

29. Кратность пускового тока асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором обычно находится в диапазоне:

1	2	3	4
$I_{\text{пуск}} = (10 \div 15)I_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}} = (5 \div 7)I_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}} = (7 \div 10)I_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}} = (2 \div 5)I_{\text{ном}}$

(ПК - 1)

30. Механическая характеристика асинхронного двигателя имеет вид:



(ПК - 1)

31. Определить частоту вращения ротора при следующих значениях частоты напряжения, подводимого к АД, числе пар полюсов и скольжении: $f = 40$Гц, $p = 4$, $s = 0{,}04$. (ПК-5)

1. n_2 = 630 *об/мин*.
2. n_2 = 745 *об/мин*.
3. n_2 = 576 *об/мин*.
4. n_2 = 521 *об/мин*.

(ПК - 5)

32. Достоинство однофазного АД с пусковой обмоткой по сравнению с однофазным АД без пусковой обмотки:

1. наличие пусковой обмотки.
2. наличие скольжения.
3. наличие пускового момента.
4. возможность реверсирования.

(ПК - 1)

33. Достоинство конденсаторного двигателя по сравнению с однофазным АД с пусковой обмоткой.

1. Пульсирующее магнитное поле.
2. Наличие пускового момента.
3. Наличие двух обмоток.
4. Высокий коэффициент мощности.

(ПК - 5)

34. Во сколько раз уменьшится максимальный момент АД, если напряжение на обмотке статора уменьшить в два раза по сравнению с номинальным?

    1. Не уменьшится.
    2. В 2 раза.
    3. В 1,5 раза.
    4. В 4 раза.

(ОПК - 4)

35. В скольких режимах может работать трехфазный асинхронный двигатель, подключенный к сети переменного тока, при с точки зрения изменения его электрической и механической мощности изменении скольжения ротора s от $-\infty$ до $+\infty$?

    1. В трех режимах.
    2. В четырех режимах.
    3. В пяти режимах.
    4. В шести режимах.

(ПК - 1)

36. Определите мощность скольжения (электрические потери в роторе), если скольжение ротора АД равно s = 0,05%, а электромагнитная мощность – $P_{ЭМ}$ = 10 кВт.

    _____

(ПК - 1)

37. Как перевести асинхронный двигатель в режим противовключения?

    _____

(ПК - 1)

38. Как перевести асинхронный двигатель в генераторный режим (режим рекуперации)?

(ПК - 1)

39. Как перевести асинхронный двигатель в режим динамического торможения?

(ПК - 1)

40. Перечислите способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.

Комплект тестовых заданий

по дисциплине "Электрические машины"

(Синхронные машины. Машины постоянного тока. **5 семестр**)

(ОПК - 4)

1. Отметить <u>неверное уравнение</u> закона электромагнитной индукции.

1	2	3	4
$e = -w\frac{d\psi}{dt}$	$e = -\frac{d\psi}{dt}$	$e = -w\frac{d\Phi}{dt}$	$e = -L\frac{di}{dt}$,

где: w – число витков; ψ – потокосцепление; Φ – магнитный поток; L – индуктивность; i – ток.

(ПК - 1)

2. Назовите бесконтактные электрические машины

   1. Асинхронные короткозамкнутые и синхронные реактивные машины.
   2. Машины постоянного тока (МПТ), универсальные машины.
   3. Универсальные машины, асинхронные машины с фазным ротором.
   4. МПТ и синхронные машины.
   5. Синхронные машины и асинхронные машины с фазным ротором.

(ОПК - 4)

3. Нарисуйте ротор гидрогенератора в разрезе.

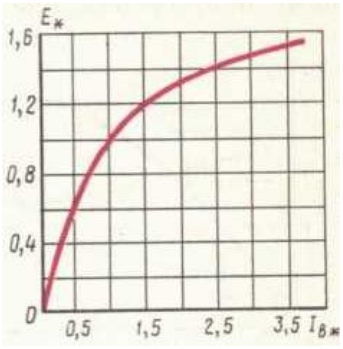
(ОПК - 4)

4. Нарисуйте ротор турбогенератора в разрезе.

(ПК - 1)

5. Какая характеристика СГ изображена на рисунке?

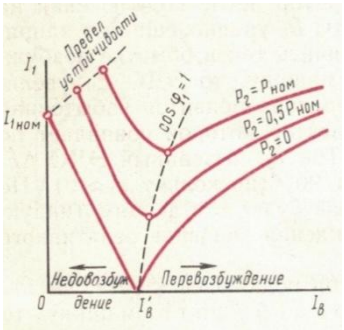
   1. Характеристика холостого хода.
   2. Характеристика короткого замыкания.
   3. Нагрузочная характеристика.
   4. Внешняя характеристика.



(ПК - 1)

6. Какая характеристика СГ изображена на рисунке?

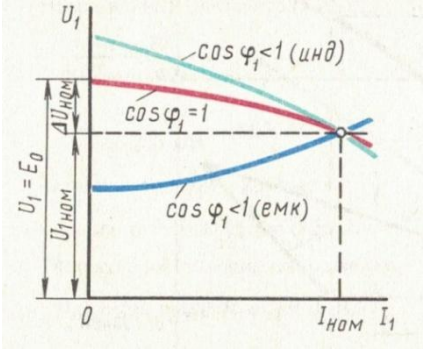
   1. Характеристика холостого хода.
   2. Характеристика короткого замыкания.
   3. Нагрузочная характеристика.
   4. U-образная.



(ПК - 1)

7. Какая характеристика СГ изображена на рисунке?

   1. Регулировочная характеристика.
   2. Характеристика короткого замыкания.
   3. Нагрузочная характеристика.



4. Внешняя характеристика.

(ОПК - 4)

8. Генератор имеет следующие данные: $S_{\text{ном}} = 330\text{кВА}$; $\eta_{\text{ном}} = 0{,}92$; $\cos\varphi_{\text{ном}} = 0{,}9$. Определить механическую мощность на валу генератора.

1. $P_1 = P_{\text{мех}} = 297\ кВт$.
2. $P_1 = P_{\text{мех}} = 323\ кВт$.
3. $P_1 = P_{\text{мех}} = 351\ кВт$.
4. $P_1 = P_{\text{мех}} = 338\ кВт$.

(ПК - 5)

9. Какое из выражений соответствует угловой характеристике электромагнитной мощности гидрогенератора?

1. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1 E_0}{x_{\text{с}}} \sin\theta$
2. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1 E_0}{x_d} \sin\theta + \dfrac{m_1 U_1^2}{2}\left(\dfrac{1}{x_q} - \dfrac{1}{x_d}\right)\sin(2\theta)$
3. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1^2}{2}\left(\dfrac{1}{x_q} - \dfrac{1}{x_d}\right)\sin(2\theta)$
4. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1^2 \left(\dfrac{r_2'}{s}\right)}{\left[\left(r_1 + \dfrac{c_1 r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + c_1 x_2')^2\right]}$

(ПК - 1)

10. Какое из выражений соответствует угловой характеристике электромагнитной мощности турбогенератора?

1. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1 E_0}{x_{\text{с}}} \sin\theta$
2. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1 E_0}{x_d} \sin\theta + \dfrac{m_1 U_1^2}{2}\left(\dfrac{1}{x_q} - \dfrac{1}{x_d}\right)\sin(2\theta)$
3. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1^2}{2}\left(\dfrac{1}{x_q} - \dfrac{1}{x_d}\right)\sin(2\theta)$
4. $P_{\text{эм}} = \dfrac{m_1 U_1^2 \left(\dfrac{r_2'}{s}\right)}{\left[\left(r_1 + \dfrac{c_1 r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + c_1 x_2')^2\right]}$

(ПК - 2)

11. Выберите вариант, в котором приведены условия точной синхронизации генератора с сетью.

1. ----------
   a) Частота генератора и сети равны: $f_{\text{г}} = f_{\text{с}}$.
   b) Напряжение генератора и сети равны по амплитуде и по фазе: $\dot{U}_{\text{г}} = \dot{U}_{\text{с}}$.
   c) Одинаковый порядок чередования фаз сети и генератора.
2. ----------

a) Частота генератора и сети равны: $f_г = f_с$.

b) Напряжение сети и генератора имеют одинаковые амплитуды, но отличаются (сдвинуты) по фазе.

c) Одинаковый порядок чередования фаз сети и генератора.

3. ----------

a) Частота генератора равна частоте сети: $f_г = f_с$.

b) Напряжение сети и генератора равны по амплитуде и по фазе: $\dot{U}_г = \dot{U}_с$.

c) Чередование фаз генератора отличается от чередования фаз сети.

4. ----------

a) Частота генератора больше частоты сети: $f_г > f_с$.

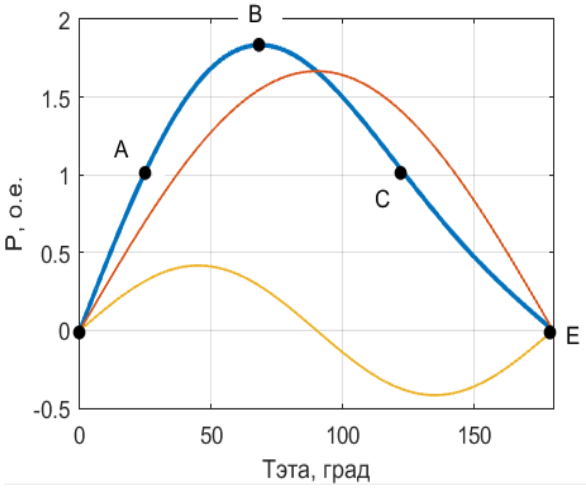
b) Напряжение сети и генератора равны по амплитуде и по фазе: $\dot{U}_г = \dot{U}_с$.

c) Одинаковый порядок чередования фаз генератора и сети.

(ПК - 2)

12. Укажите область статической устойчивости параллельной работы гидрогенератора.

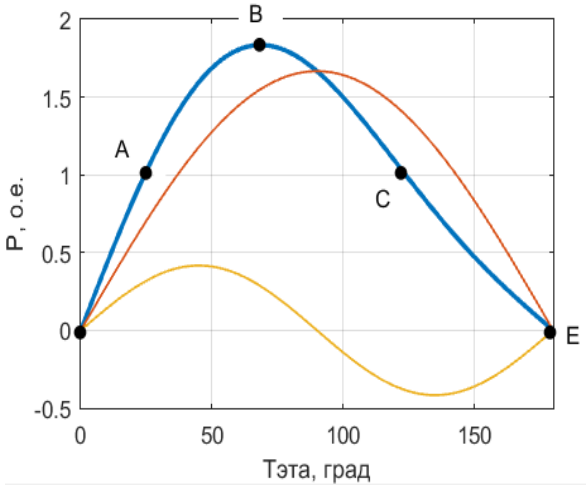
1. 0A.
2. 0B.
3. BC.
4. BE.



(ПК - 1)

13. По угловой характеристике определите значение статической перегружаемости гидрогенератора.

1. ≈1,8.
2. ≈1,65.
3. ≈0,4.
4. ≈–0,4.



(ОПК - 4)

14. Как перевести синхронную машину, работающую в режиме холостого хода, в генераторный режим?

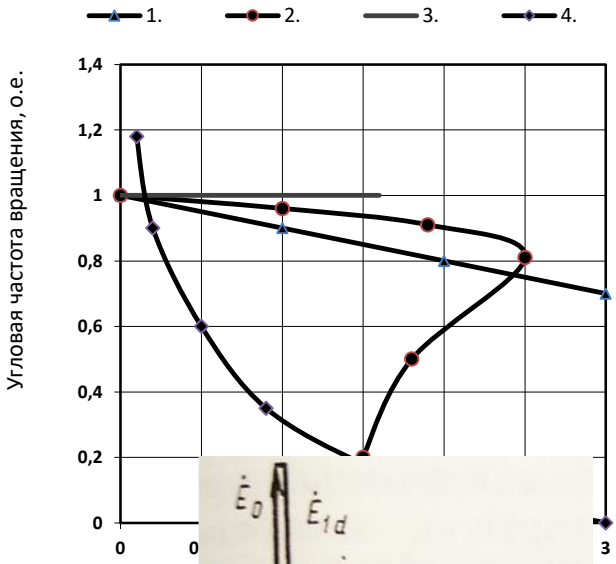
_____

(ПК - 1)

15. Синхронная машина, работающая при полном (нормальном) возбуждении станет источником реактивной мощности, если

(ПК - 1)

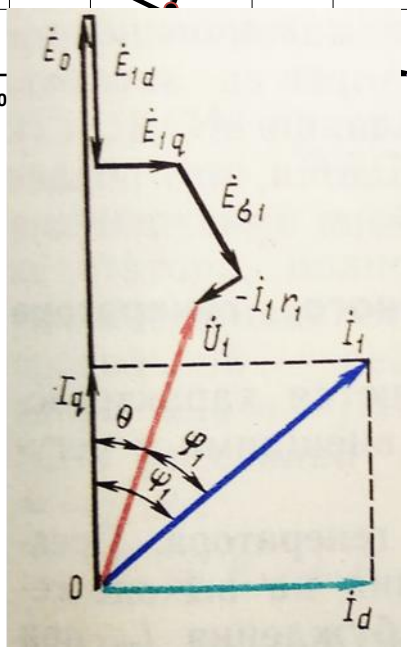
16. Какая из механических характеристик в установившемся режиме принадлежит синхронному двигателю?



(ОПК-4)

17. В каком режиме работает синхронная машина, векторная диаграмма которой представлена на рисунке?
Здесь $\dot{U}_1$ – напряжение сети.

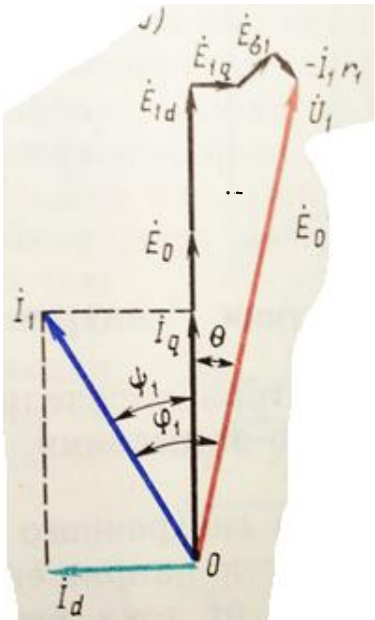
    1. В режиме перевозбужденного генератора.
    2. В режиме недовозбужденного генератора.
    3. В режиме перевозбужденного синхронного компенсатора.
    4. В режиме недовозбужденного двигателя.



(ОПК-4)

18. В каком режиме работает синхронная машина, векторная диаграмма которой представлена на рисунке? Здесь $\dot{U}_1$ – напряжение сети.

    1. В режиме перевозбужденного генератора.
    2. В режиме недовозбужденного генератора.
    3. В режиме перевозбужденного синхронного компенсатора.
    4. В режиме недовозбужденного двигателя.



(ПК-1)

19. Синхронный двигатель отличается от асинхронного двигателя тем, что:

1. частоты вращения ротора и магнитного поля не совпадают;
2. частота вращения ротора равна частоте вращения магнитного поля;
3. частота вращения ротора больше частоты вращения магнитного поля;
4. частота вращения ротора меньше частоты вращения магнитного поля.

(ПК-1)

20. Ротор синхронного двигателя снабжают дополнительной короткозамкнутой обмоткой:

1. для создания начального вращающего момента;
2. увеличения номинальной частоты вращения;
3. быстрого торможения;
4. уменьшения пусковых токов.

(ПК-1)

21. Ротору синхронного двигателя сразу же после подачи питания на обмотку статора приходить во вращение мешает:

1. кольца со щетками;
2. значительный момент инерции ротора;
3. высокий пусковой момент;
4. низкое напряжение на обмотке ротора.

(ПК-1)

22. В основу работы синхронного двигателя положено:

1. взаимодействие вращающегося магнитного поля, создаваемого обмотками статора, с вращающимся магнитным полем, создаваемым обмотками ротора;
2. синхронная работа;
3. преобразование электрической энергии в тепловую;
4. взаимодействие вращающегося магнитного поля, создаваемого обмотками статора, с постоянным магнитным полем, создаваемым обмотками ротора.

(ПК-1)

23. Можно ли использовать статор с обмоткой трехфазного асинхронного двигателя в качестве статора трехфазного синхронного генератора?

(ПК-1)

24. Можно ли использовать фазный ротор трехфазного асинхронного двигателя в качестве ротора трехфазного синхронного двигателя?

1. можно;
2. можно с небольшими доработками схемы подключения обмотки ротора;
3. нельзя.

(ПК-1)

25. Каково действие реакции якоря при активной нагрузке синхронного генератора?

_____

(ПК-1)

26. Каково действие реакции якоря при индуктивной нагрузке синхронного генератора?

_____

(ПК-1)

27. Каково действие реакции якоря при емкостной нагрузке синхронного генератора?

_____

(ПК-1)

Какие виды потерь имеют место в синхронной машине?

_____

(ПК-1)

Условия параллельной работы синхронной машины с сетью:

_____

(ПК-1)

28. Напряжение двигателя постоянного тока $U_{\text{ном}} = 440\text{В}$; номинальная мощность $P_{\text{ном}} = 120\text{кВт}$; КПД двигателя $\eta = 92\%$. Определить ток, потребляемый ДПТ при номинальной нагрузке?

(ПК-1)

29. Какой процесс в машинах постоянного тока называется коммутацией?

_____

(ПК-1)

30. Каково назначение синхронного компенсатора?

_____

(ПК-1)

31. Как перевести синхронную машину в двигательный режим?

_____

(ПК-1)

32. Характеристика короткого замыкания СГ является линейной потому, что реакция якоря ….

_____

(ПК-1)

33. Якорем называется:

1. вращающаяся часть электрической машины.
2. часть электрической машины, в обмотке которой наводится ЭДС.

3. часть электрической машины, обмотка которой создает основной магнитный поток.
4. неподвижная часть электрической машины.

(ПК-1)

34. Каково назначение коллекторно-щеточного узла при работе машины постоянного тока в генераторном режиме?

1. Преобразование постоянного тока в переменный (механический инвертор).
2. Уменьшение трения.
3. Повышение мощности.
4. Выпрямление переменной ЭДС и тока якоря (механический выпрямитель).

(ПК-1)

35. Каково назначение коллекторно-щеточного узла при работе машины постоянного тока в двигательном режиме?

1. Преобразование постоянного тока в переменный (механический инвертор).
2. Уменьшение трения.
3. Повышение мощности.
4. Выпрямление переменной ЭДС и тока якоря (механический выпрямитель).

(ПК-1)

36. Напишите уравнение электромагнитного момента двигателя постоянного тока.

_____

(ПК-1)

37. Напишите уравнение ЭДС двигателя постоянного тока.

_____

(ПК-1)

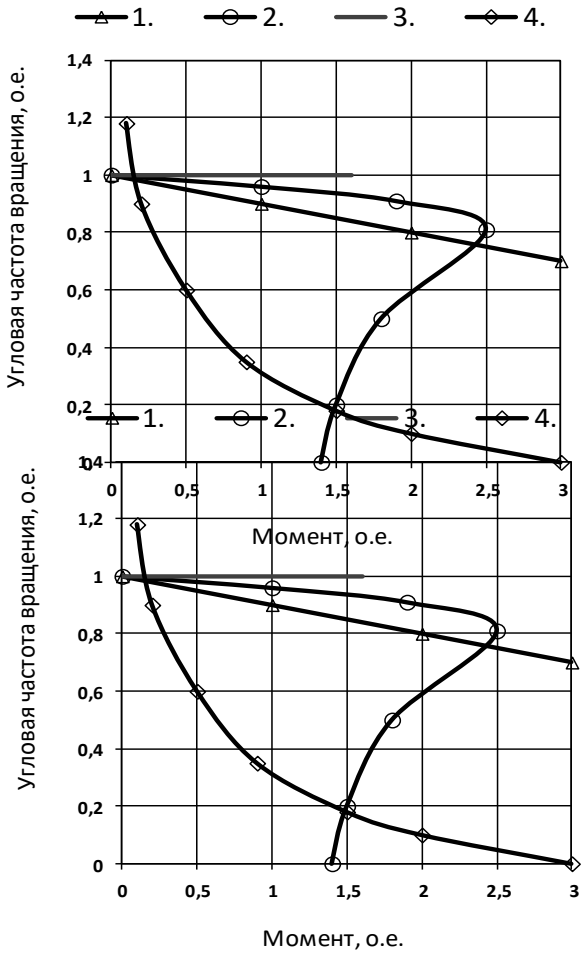
38. Какая из механических характеристик принадлежит двигателю постоянного тока параллельного возбуждения?

(ПК-1)

39. Какая из механических характеристик принадлежит двигателю постоянного тока последовательного возбуждения?

(ПК-1)

40. Выберите уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока.



1. $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{\mathrm{MR}}{(k\Phi)^2}$

2. $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{\mathrm{IR}}{(k\Phi)^2}$

3. $\omega = \frac{U}{k\Phi} + \frac{\mathrm{IR}}{k\Phi}$

4. $\omega = \frac{E}{k\Phi} - \frac{\mathrm{MR}}{(k\Phi)^2}$

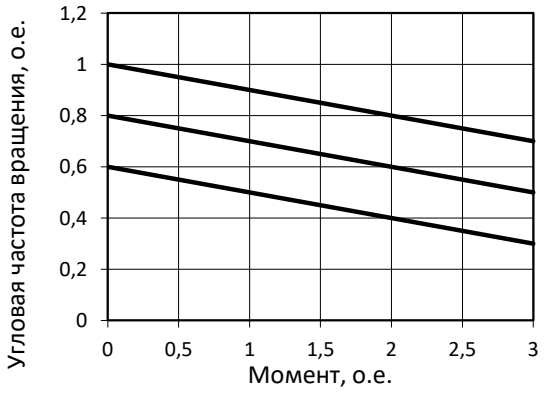
(ПК-1)

41. Какой способ регулирования частоты вращения ДПТ позволяет получить механические характеристики, представленные на рисунке?

1. Уменьшение напряжения $U < U_{\text{ном}}$.
2. Уменьшение магнитного потока $\Phi < \Phi_{\text{ном}}$.
3. Увеличение магнитного потока $\Phi > \Phi_{\text{ном}}$.
4. Увеличение сопротивления в цепи якоря $R_{\text{доб}} > 0$.

(ПК-1)

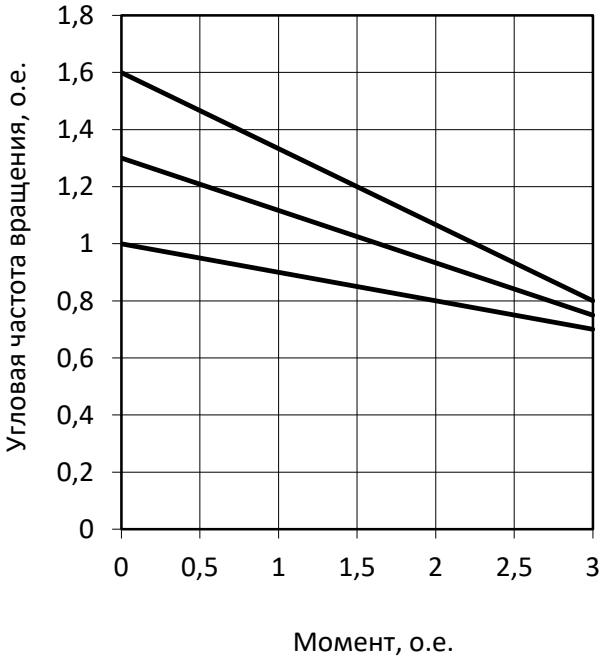
42. Какой способ регулирования частоты вращения ДПТ позволяет получить механические характеристики, представленные на рисунке?



1. Уменьшение напряжения $U < U_{\text{ном}}$.
2. Уменьшение магнитного потока $\Phi < \Phi_{\text{ном}}$.
3. Увеличение магнитного потока $\Phi > \Phi_{\text{ном}}$.
4. Увеличение сопротивления в цепи якоря $R_{\text{доб}} > 0$.

(ПК-1)

43. Какой способ регулирования частоты вращения ДПТ позволяет получить механические характеристики, представленные на рисунке?



1. Уменьшение напряжения $U < U_{\text{ном}}$.
2. Уменьшение магнитного потока $\Phi < \Phi_{\text{ном}}$.
3. Увеличение магнитного потока $\Phi > \Phi_{\text{ном}}$.
4. Увеличение сопротивления в цепи якоря $R_{\text{доб}} > 0$.

(ПК-1)

44. Полезная механическая мощность двигателя постоянного тока P = 1,5 кВт, номинальное напряжение $U_н$ = 220 В, номинальный ток $I_н$ = 8,3 А. Определить КПД, номинальный вращающий момент и сумму потерь двигателя, если частота вращения n = 1500 об/мин.

(ПК-1)

45. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением имеет следующие данные: номинальную мощность $P_н$ = 10 кВт, номинальное напряжение $U_н$ = 230 В, сопротивление цепи якоря $R_я$ = 0,3 Ом, сопротивление цепи возбуждения $R_в$ = 150 Ом. Определить КПД генератора, если сумма механических, магнитных и добавочных потерь составляет 6 % от номинальной мощности.

(ПК-1)

46. Какой ток потребляет из сети двигатель постоянного тока при номинальной нагрузке? Напряжение двигателя U = 440 В; номинальная мощность $P_н$ = 120 кВт; η = 92 %.

(ПК-1)

47. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения U = 500 В; т = 400 об/мин; η = 85 %; Момент на валу M = 835 Нм. Определить потребляемый из сети ток якоря $I_я$.

(ПК-1)

48. Начертите механическую характеристику двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

(ПК-1)

49. Начертите механическую характеристику двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

(ПК-1)

50. Двигатель с последовательным возбуждением работает при напряжении на зажимах U = 220 В. Якорь двигателя вращается с частотой n = 900 об/мин и развивает на валу момент М = 250 Нм. Сопротивление цепи якоря $R_я$ = 0,174 Ом, КПД – η = 90 %. Вычислить полезную мощность на валу двигателя, мощность, подводимую к двигателю, ток в обмотке якоря, электрические потери и ЭДС якоря.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

5.1 Критерии оценивания качества устного ответа

Оценка «отлично» выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения.

Оценка «хорошо» выставляется за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в основных понятиях дисциплины.

5.2 Критерии оценивания тестирования

При тестировании все верные ответы принимаются за 100 %.
При ответе на 90% - 100% тестовых вопросов ставится оценка «отлично».
При ответе на 75% - 90% тестовых вопросов ставится оценка «хорошо».
При ответе на 50% - 75% тестовых вопросов ставится оценка «удовлетворительно».

При ответе менее чем на 50% тестовых вопросов ставится оценка «неудовлетворительно».

5.3 Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

Оценка «отлично» выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения.

Оценка «хорошо» – за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» – за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений.

Оценка «неудовлетворительно» – за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в основных понятиях дисциплины.

Приложение 2.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина (Модуль)	**Электрические машины**
Реализуемые компетенции	ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
	ПК-1. Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отдельным разделам темы
	ПК-2. Способен подготовить проект систем электроснабжения объектов капитального строительства
	ПК-5. Способен осуществлять планирование и ведение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи
Индикаторы достижения компетенций	ОПК-4.1. Демонстрирует понимание принципа действия устройств
	ОПК-4.2. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин различных типов
	ОПК-4.3. Использует знание режимов работы и характеристики электрических машин
	ПК-1.1. Осуществляет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
	ПК-1.2. Выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований
	ПК-1.3. Подготавливает элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов исследовательских работ
	ПК-2.1. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с силовыми трансформаторами систем электроснабжения
	ПК-2.2. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами переменного тока
	ПК-2.3. Осуществляет часть проектных работ, которая связана с электрическими машинами постоянного тока
	ПК-5.1. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям силовых трансформаторов систем электроснабжения
	ПК-5.2. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин переменного тока
	ПК-5.3. Осуществляет отключение и подключение к воздушным линиям электрических машин постоянного тока
Трудоемкость, з.е.	324/9
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	ОФО: экзамен 4 и 5 семестре ЗФО: экзамен 5 и 6 семестре