

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный, Глеб Иванович

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 29.05.2026 04:58:03

Уникальный программный ключ:

476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Самарский государственный технический университет»

(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

_____ / Г.И. Заболотный

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.06 «Электрические машины и аппараты»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Кафедра-разработчик	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	288 / 8
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Б1.О.03.06 «Электрические машины и аппараты»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 144 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Старший преподаватель

(должность, степень, ученое звание)

С.П Минеев

(ФИО)

Заведующий кафедрой

А.А. Складчиков, кандидат
технических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

Е.Т Демидова, кандидат
юридических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

А.А. Складчиков, кандидат
технических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	8
4.3 Содержание практических занятий	10
4.4. Содержание самостоятельной работы	14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	17
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	17
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	17
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	18
9. Методические материалы	19
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	21

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы
			Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей
			Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы
		ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов
			Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.
			Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
-----------------	---------------------------	------------------------------------	------------------------

ОПК-4	Теоретические основы электротехники; Учебная практика: профилирующая практика	Электроника	Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
-------	---	-------------	---

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	128	48	80
Лекции	48	16	32
Практические занятия	64	32	32
Лабораторные работы	16	0	16
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	124	60	64
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	88	60	28
подготовка к экзамену	36	0	36
Контроль	36	0	36
Итого: час	288	108	180
Итого: з.е.	8	3	5

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Коллекторные машины постоянного тока	12	4	32	40	88
2	Трансформаторы	8	4	0	20	32
3	Асинхронные машины	10	4	32	20	66
4	Синхронные машины	10	0	0	10	20
5	Электрические и электронные аппараты	8	4	0	8	20
6	Электрические машины и аппараты	0	0	0	26	26
	Контроль	0	0	0	0	36

		Итого	48	16	64	124	288
--	--	--------------	----	----	----	-----	-----

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Коллекторные машины постоянного тока	Устройство, принцип действия, машины постоянного тока (МПТ)	Устройство и принцип действия простейшей машины. Конструкция и принцип действия МПТ.	2
2	Коллекторные машины постоянного тока	Обмотки якоря машин постоянного тока	Устройство обмоток. Петлевые обмотки простые и сложные. Волновые обмотки простые и сложные. Комбинированная обмотка. Условия симметрии. Выбор типа обмотки.	2
3	Коллекторные машины постоянного тока	Магнитная цепь машины постоянного тока (МПТ) при холостом ходе	Метод расчета магнитной цепи. Магнитное поле и магнитодвижущая сила (МДС) воздушного зазора. Магнитное поле и МДС зубцовой зоны. Магнитное поле и МДС сердечника якоря, полюсов и ярма. Полная МДС и магнитная характеристика МПТ.	2
4	Коллекторные машины постоянного тока	Коммутация электрических машин постоянного тока.	Потенциальное искрение на коллекторе Коммутация. ЭДС в коммутируемой секции. Способы улучшения коммутации. Коммутационная реакция якоря. Экспериментальная проверка и наладка коммутации	2
5	Коллекторные машины постоянного тока	Двигатели постоянного тока (ДПТ)	Физические условия работы и уравнения ДПТ. Пуск ДПТ. Регулирование частоты вращения ДПТ. Характеристики ДПТ параллельного возбуждения. Характеристики ДПТ последовательного возбуждения.	2
6	Коллекторные машины постоянного тока	Генераторы постоянного тока (ГПТ)	Классификация ГПТ по способу возбуждения. ГПТ независимого возбуждения. Физические условия работы, характеристики. ГПТ параллельного возбуждения. Физические условия работы, характеристики. ГПТ последовательного и смешанного возбуждения Параллельная работа ГПТ.	2
7	Трансформаторы	Основные сведения о трансформаторах	Конструкция силовых трансформаторов. Магнитопроводы и обмотки силовых трансформаторов. Типы трансформаторов и способы их охлаждения. Принцип действия идеального трансформатора.	2
Итого за семестр:				14

6 семестр				
8	Трансформаторы	Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры	Индуктивности обмоток трансформатора. Уравнения напряжений. Приведение вторичной обмотки к первичной. Схема замещения без учета магнитных потерь. Параметры схемы замещения. Схема замещения с учетом магнитных потерь. Расчетное и опытное определение параметров схемы замещения.	2
9	Трансформаторы	Работа трансформатора под нагрузкой	Физические условия работы. Векторные и энергетические диаграммы. Изменение напряжения трансформатора. Регулирование напряжения трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора.	2
10	Трансформаторы	Параллельная работа трансформаторов	Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Параллельная работа при различных группах соединения. Параллельная работа при неодинаковых коэффициентах трансформации. Параллельная работа при различных напряжениях короткого замыкания	2
11	Асинхронные машины	Основы теории асинхронных машин (АМ)	Конструкция и принцип действия. АМ с заторможенным ротором. Приведение рабочего процесса АМ с вращающимся ротором к рабочему процессу с заторможенным ротором. Схемы замещения АМ. Режимы работы, энергетические и векторные диаграммы АМ.	2
12	Асинхронные машины	Вращающие моменты и механические характеристики АМ	Основной электромагнитный момент. Максимальный электромагнитный момент. Пусковой электромагнитный момент. Механическая характеристика асинхронного двигателя и эксплуатационные требования к ней.	2
13	Асинхронные машины	Пуск асинхронных двигателей (АД) и регулирование их частоты вращения	Способы пуска АД. Регулирование частоты вращения АД с короткозамкнутым ротором. Регулирование частоты вращения АД с фазным ротором.	2
14	Асинхронные машины	АД с улучшенными пусковыми характеристиками	Глубокопазные АД. Двухклеточные АД. Другие разновидности АД с вытеснением тока.	2
15	Асинхронные машины	Принципы проектирования АМ	Компьютерные программы для проектирования. Исходные данные. Выбор главных размеров.	2
16	Синхронные машины	Способы возбуждения и устройство синхронных машин .	Возбуждение синхронных машин. Типы синхронных машин и их устройство.	2

17	Синхронные машины	Магнитное поле и характеристики синхронных генераторов	Магнитная цепь синхронной машины. Магнитное поле синхронной машины. Реакция якоря синхронной машины. Уравнения напряжений синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Практическая диаграмма ЭДС синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин.	2
18	Синхронные машины	Параллельная работа синхронных генераторов	Включение генераторов на параллельную работу. Нагрузка генератора, включенного на параллельную работу. Угловые характеристики синхронного генератора. Колебания синхронных генераторов. Синхронизирующая способность синхронных машин. U-образные характеристики синхронного генератора. Переходные процессы в синхронных генераторах.	2
19	Синхронные машины	Синхронный двигатель и синхронный компенсатор	Принцип действия синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей. U-образные характеристики и рабочие характеристики синхронного двигателя. Синхронный компенсатор.	2
20	Синхронные машины	Принципы проектирования СМ	Компьютерные программы для проектирования. Исходные данные. Выбор главных размеров.	2
21	Электрические и электронные аппараты	Общие понятия Электрических аппаратов (ЭА)	Определение ЭА. Виды классификаций ЭА. Основные параметры ЭА. Степень защиты. Режимы работы ЭА. Время срабатывания ЭА. Исполнительные элементы ЭА.	2
22	Электрические и электронные аппараты	Общие требования, предъявляемые к электрическим аппаратам	Термическую и динамическую стойкость. Износостойкость. Технологичность. Экономичность.	2
23	Электрические и электронные аппараты	Основные материалы, применяемые при производстве электрических аппаратов	Проводниковые материалы. Изоляционные материалы. Магнитные материалы. Материалы для контактов. Дугостойкие изоляционные материалы. Биметаллы. Полупроводниковые материалы. Конструкционные материалы.	2
24	Электрические и электронные аппараты	Электромагнитный контактор.	Назначение. Классификация. Конструкция. Принцип действия. Технические параметры. Характеристики.	2
Итого за семестр:				34
Итого:				48

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Трансформаторы	Трансформаторы	Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора . Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ однофазного трансформатора . Снятие и определение характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ однофазного трансформатора. Регистрация и отображение на компьютере тока включения однофазного трансформатора без нагрузки . Регистрация и отображение на компьютере тока короткого замыкания однофазного трансформатора.	2
2	Трансформаторы	Трансформаторы (продолжение)	Определение уравнивающего тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов . Определение группы соединений обмоток трехфазного трансформатора. Подтверждение недопустимости параллельной работы трехфазных трансформаторов с различными группами соединения обмоток .	2
3	Коллекторные машины постоянного тока	Генераторы постоянного тока	Возбуждение/самовозбуждение генератора постоянного тока с регистрацией и отображением режимных параметров на компьютере. Снятие характеристики холостого хода $E_0=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением Снятие характеристики короткого замыкания $I_K=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением.	2
4	Коллекторные машины постоянного тока	Двигатели постоянного тока	Пуск в ход двигателя постоянного тока с независимым / параллельным / последовательным возбуждением с регистрацией и отображением режимных параметров на компьютере. Определение рабочих характеристик $n=f(P_2)$, $M=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$ двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	2

5	Асинхронные машины	Асинхронные двигатели	Пуск в ход трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором с регистрацией и отображением режимных параметров на компьютере. Снятие и определение характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	2
6	Асинхронные машины	Асинхронные двигатели (продолжение)	Определение механической характеристики $n=f(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором. Определение рабочих характеристик $I=f(P_2)$, $P_1=f(P_2)$, $s=f(P_2)$, $\varphi=f(P_2)$, $\cos\varphi=f(P_2)$, $M=f(P_2)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым / фазным ротором	2
7	Электрические и электронные аппараты	Электрические аппараты	Определение коэффициента возврата электромагнитного контактора. Определение коэффициента возврата электромагнитного реле переменного тока. Снятие времятоковой характеристики электротеплового реле.	2
8	Электрические и электронные аппараты	Электрические аппараты (продолжение)	Зависимость выдержки времени от уставки электромеханического реле времени. Определение коэффициента возврата электромагнитного промежуточного реле переменного напряжения. Снятие времятоковой характеристики автоматического воздушного выключателя	2
Итого за семестр:				16
Итого:				16

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
5 семестр				
1	Коллекторные машины постоянного тока	Расчёт двигателя постоянного тока (ДПТ). В среде MathCAD. Ввод исходных данных для расчёта ДПТ.	Знакомство с программой MathCAD. Определение необходимых данных для начала расчёта ДПТ. Ввод данных.	2
2	Коллекторные машины постоянного тока	Выбор главных размеров, конфигурации, материалов	Выбор главных размеров. Выбор конфигурации сердечника якоря. Выбор конфигурации сердечника главных полюсов. Выбор конфигурации сердечника добавочных полюсов. Выбор конфигурации станины.	2

3	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров обмотки якоря	Анализ рассчитанных параметров для определения типа обмотки. Определение количества витков обмотки и коллекторных пластин. Определение шагов обмотки. Определение параметров зубцовой зоны.	2
4	Коллекторные машины постоянного тока	Анализ параметров двигателя для выбора компенсационной обмотки или отказа от её применения	Выбор устройства и типа компенсационной обмотки. Определение параметров компенсационной обмотки.	2
5	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров обмотки добавочных полюсов	Анализ возможных конструкций обмоток добавочных полюсов для выбора рода выполнения обмотки. Определение параметров обмотки добавочных полюсов.	2
6	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров стабилизирующей последовательной обмотки главных полюсов двигателей	Анализ возможных видов конструкций стабилизирующей обмотки для выбора рассчитываемого двигателя. Определение параметров стабилизирующей обмотки.	2
7	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров, построение характеристики намагничивания машины	Определение уточнённого магнитного потока. Определение МДС для участков магнитного пути ДПТ. Определение табличных данных для различных магнитных потоков. Построение характеристики намагничивания.	2
8	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров обмотки возбуждения	Анализ возможных видов конструкций обмотки возбуждения. Предварительный определение размеров катушки возбуждения. Определение параметров обмотки возбуждения.	2
9	Коллекторные машины постоянного тока	Построение эскиза полюсного окна для размещения обмоток главных и добавочных полюсов	Построение эскиза полюсного окна. Выбор размеров катушек обмоток. Построение эскиза обмоток главного и добавочного полюса.	2
10	Коллекторные машины постоянного тока	Выбор щёток и длины коллектора	Выбор типа щёток. Выбор размеров и количества щёток. Определение длины коллектора.	2
11	Коллекторные машины постоянного тока	Определение коммутационных параметров	Определение коммутационных параметров. Анализ правильности выбора параметров коллекторно-щеточного узла.	2
12	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров номинального режима ДПТ	Определение потерь электрической машины. Определение номинальных данных машины.	2

13	Коллекторные машины постоянного тока	Расчёт и построение рабочих характеристик ДПТ	Определение табличных данных рабочих характеристик. Построение рабочих характеристик.	2
14	Коллекторные машины постоянного тока	Определение параметров регулирования частоты вращения	Определение параметров регулирования частоты вращения двигателя вверх от номинальной. Определение параметров регулирования частоты вращения двигателя вниз от номинальной.	2
15	Коллекторные машины постоянного тока	Анализ тепловых параметров ДПТ. Выбор системы вентиляции ДПТ	Определение перегревов нагревающих частей машины. Определение допустимости перегрева. Анализ возможных причин перегрева частей машины. Выбор системы вентиляции. Определение параметров вентилятора.	2
16	Коллекторные машины постоянного тока	Выполнение чертежа ДПТ в Компасе.	Выполнение чертежа ДПТ в Компасе.	2
Итого за семестр:				32
6 семестр				
17	Асинхронные машины	Исходные данные для расчёта АД.	Номинальный режим работы. Исполнение ротора. Номинальная отдаваемая мощность. Количество фаз статора. Способ соединения фаз статора. Частота сети. Номинальное линейное напряжение. Синхронная частота вращения. Степень защиты от внешних воздействий. Способ охлаждения. Исполнение по способу монтажа.	2
18	Асинхронные машины	Магнитная цепь двигателя.	Размеры, конфигурация, материал. Главные размеры. Сердечник статора. Сердечник ротора.	2
19	Асинхронные машины	Обмотка статора	Типы обмоток и общие положения. Обмотка статора с трапецеидальными полузакрытыми пазами. Обмотка статора с прямоугольными полуоткрытыми и открытыми пазами.	2
20	Асинхронные машины	Обмотка короткозамкнутого ротора	Обмотка ротора с овальными полузакрытыми и закрытыми пазами. Пазы ротора бутылочной формы. Открытые пазы ротора прямоугольной формы. Короткозамыкающее кольцо обмотки ротора.	2
21	Асинхронные машины	Обмотка фазного ротора	Тип обмотки и общие положения. Обмотка фазного ротора с прямоугольными полузакрытыми пазами.	2

22	Асинхронные машины	Расчет магнитной цепи	Основные положения. МДС для воздушного зазора. МДС для зубцов при трапецеидальных полуоткрытых пазах статора. МДС для зубцов при прямоугольных открытых и полуоткрытых пазах статора. МДС для зубцов при овальных полуоткрытых и закрытых пазах ротора. МДС для зубцов при бутылочных закрытых пазах ротора. МДС для зубцов при прямоугольных пазах ротора. МДС для спинки статора. МДС для спинки ротора. Параметры магнитной цепи.	2
23	Асинхронные машины	Активные и индуктивные сопротивления обмоток.	Основные положения. Сопротивление обмотки статора. Сопротивление обмотки короткозамкнутого ротора с овальными полуоткрытыми и закрытыми пазами. Сопротивление обмотки короткозамкнутого ротора с бутылочными закрытыми пазами. Расчет сопротивления обмотки ротора проводят в такой последовательности. Сопротивление обмотки короткозамкнутого ротора с прямоугольными открытыми пазами и сварной клеткой. Сопротивление обмотки фазного ротора. Сопротивления обмоток преобразованной схемы замещения двигателя (с вынесенным на зажимы намагничивающим контуром).	2
24	Асинхронные машины	Режимы холостого хода и номинальный.	Режимы холостого хода и номинальный.	2
25	Асинхронные машины	Круговая диаграмма и рабочие характеристики.	Круговая диаграмма и рабочие характеристики.	2
26	Асинхронные машины	Максимальный момент.	Максимальный момент.	2
27	Асинхронные машины	Начальный пусковой ток и начальный пусковой момент.	Начальный пусковой ток и начальный пусковой момент.	2
28	Асинхронные машины	Тепловой и вентиляционный расчеты	Тепловой расчет асинхронного двигателя. Вентиляционный расчет асинхронных двигателей с радиальной вентиляцией.	2
29	Асинхронные машины	Масса двигателя и динамический момент инерции ротора	Масса двигателя и динамический момент инерции ротора	2
30	Асинхронные машины	Расчет надежности обмотки статора	Расчет надежности обмотки статора	2

31	Асинхронные машины	Выполнение чертежа асинхронного двигателя.	Выполнение чертежа асинхронного двигателя.	2
32	Асинхронные машины	Выполнение чертежа асинхронного двигателя. (продолжение)	Выполнение чертежа асинхронного двигателя.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				64

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
5 семестр			
Коллекторные машины постоянного тока	Расчёт двигателя постоянного тока	Выбор главных размеров. Выбор конфигурации сердечника якоря. Выбор конфигурации сердечника главных полюсов. Выбор конфигурации сердечника добавочных полюсов. Выбор конфигурации станины. Анализ рассчитанных параметров для определения типа обмотки. Определение количества витков обмотки и коллекторных пластин. Определение шагов обмотки. Определение параметров зубцовой зоны. Выбор устройства и типа компенсационной обмотки. Определение параметров компенсационной обмотки. Анализ возможных конструкций обмоток добавочных полюсов для выбора рода выполнения обмотки. Определение параметров обмотки добавочных полюсов. Анализ возможных видов конструкций стабилизирующей обмотки для выбора рассчитываемого двигателя. Определение параметров стабилизирующей обмотки. Определение уточнённого магнитного потока. Определение МДС для участков магнитного пути ДПТ. Определение табличных данных для различных магнитных потоков. Построение характеристики намагничивания. Анализ возможных видов конструкций обмотки возбуждения. Предварительный определение размеров катушки возбуждения. Определение параметров обмотки возбуждения.	40

Трансформаторы	Ответы на вопросы по темам.	Конструкция силовых трансформаторов. Магнитопроводы и обмотки силовых трансформаторов. Типы трансформаторов и способы их охлаждения. Принцип действия идеального трансформатора. Индуктивности обмоток трансформатора. Уравнения напряжений. Приведение вторичной обмотки к первичной. Схема замещения без учета магнитных потерь. Параметры схемы замещения. Схема замещения с учетом магнитных потерь. Расчетное и опытное определение параметров схемы замещения. Физические условия работы. Векторные и энергетические диаграммы. Изменение напряжения трансформатора. Регулирование напряжения трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора. Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Параллельная работа при различных группах соединения. Параллельная работа при неодинаковых коэффициентах трансформации. Параллельная работа при различных напряжениях короткого замыкания	20
Итого за семестр:			60
6 семестр			
Асинхронные машины	Расчёт асинхронного двигателя	Исходные данные для расчёта АД. Магнитная цепь двигателя. Обмотка статора. Обмотка короткозамкнутого ротора. Обмотка фазного ротора. Расчет магнитной цепи. Активные и индуктивные сопротивления обмоток. Режимы холостого хода и номинальный. Круговая диаграмма и рабочие характеристики. Максимальный момент. Тепловой расчет асинхронного двигателя. Вентиляционный расчет асинхронных двигателей с радиальной вентиляцией. Масса двигателя и динамический момент инерции ротора. Расчет надежности обмотки статора. Выполнение чертежа асинхронного двигателя.	20

Синхронные машины	Ответы на вопросы по темам.	Возбуждение синхронных машин. Типы синхронных машин и их устройство. Магнитная цепь синхронной машины. Магнитное поле синхронной машины. Реакция якоря синхронной машины. Уравнения напряжений синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Практическая диаграмма ЭДС синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин. Включение генераторов на параллельную работу. Нагрузка генератора, включенного на параллельную работу. Угловые характеристики синхронного генератора. Колебания синхронных генераторов. Синхронизирующая способность синхронных машин. У-образные характеристики синхронного генератора. Переходные процессы в синхронных генераторах. Принцип действия синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей. У-образные характеристики и рабочие характеристики синхронного двигателя. Синхронный компенсатор. Компьютерные программы для проектирования. Исходные данные. Выбор главных размеров.	10
Электрические и электронные аппараты	Ответы на вопросы по темам.	Определение ЭА. Виды классификаций ЭА. Основные параметры ЭА. Степень защиты. Режимы работы ЭА. Время срабатывания ЭА. Исполнительные элементы ЭА. Термическую и динамическую стойкость. Износостойкость. Технологичность. Экономичность. Проводниковые материалы. Изоляционные материалы. Магнитные материалы. Материалы для контактов. Дугостойкие изоляционные материалы. Биметаллы. Полупроводниковые материалы. Конструкционные материалы. Назначение. Классификация. Конструкция. Принцип действия. Технические параметры. Характеристики.	8
Электрические машины и аппараты	Подготовка к экзамену.	Повторение всех разделов дисциплины содержащихся в лекционных, лабораторных, практических и самостоятельных занятиях.	26
Итого за семестр:			64
Итого:			124

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Электрические машины. Асинхронные машины: учебное пособие / Попова И.С., Издательский Дом МИСиС: 2017.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 80271	Электронный ресурс
2	Электрические машины. Машины постоянного тока: учебное пособие / Анисимова М.С., Издательский Дом МИСиС: 2017.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 80272	Электронный ресурс
3	Электрические машины. Синхронные машины и микромашины: учебное пособие / Фединцев В.Е., Издательский Дом МИСиС: 2017.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 80273	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	MathCAD	PTC (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsof Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Компас-3D	ООО «АСКОН-Системы проектирования» (Отечественный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

401

Компьютерный

класс – учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – лингафонный кабинет.

Технические

средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Оборудование: 18 компьютеров с выходом в сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ.

Специализированная мебель: 18 компьютерных столов, 18 кресел-комфорт, стол и стул для преподавателя, доска.

Практические занятия

401

Компьютерный

класс – учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – лингафонный кабинет.

Технические

средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Оборудование: 18 компьютеров с выходом в сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ.

Специализированная мебель: 18 компьютерных столов, 18 кресел-комфорт, стол и стул для преподавателя, доска.

Лабораторные занятия

408

408 (учебный корпус)

Лаборатория электроснабжения – учебная

аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Технические

средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Набор

учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Электроснабжение промышленных и гражданских зданий» 560x800 мм.

Помещение

оснащено специализированной мебелью: 18 столов, 9 стульев, 3 компьютерных стола, 2 компьютера, 2 ноутбука, стол и стул для преподавателя, доска.

Специализированное оборудование:

- Комплект лабораторного оборудования «Релейная защита» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) РЗ-СК;
- Комплект лабораторного оборудования «Электрические аппараты» (стендовое исполнение, ручная версия) ЭА1-С-Р;
- Комплект лабораторного оборудования «Электрические машины» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) ЭМ1-С-К;
- Комплект лабораторного оборудования «Электроснабжение» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия), ЭЭ1М-Э-С-К;
- Комплект лабораторного оборудования «Электроснабжение промышленных предприятий» (стендовое исполнение, ручная версия) ЭПП1-С-Р;
- Комплект лабораторного оборудования «Электроснабжение промышленных предприятий» (стендовое исполнение, ручная версия) ЭПП1-С-Р;
- Комплект лабораторного оборудования «Энергосбережение в системах электрического освещения» (стендовое исполнение, ручная версия) ЭССЭО2-С-Р;
- Комплект лабораторного оборудования «Электроэнергетические системы и сети» (стендовое исполнение, ручная версия) ЭЭ1-ЭСС-С-Р;

Самостоятельная работа

209 (учебный корпус)

Помещение

для самостоятельной работы – учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитория,

оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ.

Оборудование: 10 компьютеров с выходом в сеть Интернет.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплён в памяти. Приступая к слушанию нового учебного

материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по

использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

**Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.О.03.06 «Электрические машины и аппараты»**

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Кафедра-разработчик	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	288 / 8
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы
			Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей
			Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы
		ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов
			Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.
			Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Коллекторные машины постоянного тока				

ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей	тесты	Да	Да
ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА	тесты	Да	Да
	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов	тесты	Да	Да
	Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.	тесты	Да	Да
Трансформаторы				
ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей	тесты	Да	Да
	Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА	тесты	Да	Да
	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов	тесты	Да	Да
	Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.	тесты	Да	Да
Асинхронные машины				

ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей	тесты	Да	Да
ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов	тесты	Да	Да
	Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.	тесты	Да	Да
	Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА	тесты	Да	Да
Синхронные машины				
ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей	тесты	Да	Да
	Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов	тесты	Да	Да
	Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА	тесты	Да	Да
	Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.	тесты	Да	Да
Электрические и электронные аппараты				

ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей	тесты	Да	Да
	Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА	тесты	Да	Да
	Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.	тесты	Да	Да
	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов	тесты	Да	Да
Электрические машины и аппараты				
ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	Знать - конструктивное исполнение, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электромеханических преобразователей	тесты	Да	Да
	Уметь - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
	Владеть - выбирать, подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы	тесты	Да	Да
ОПК-4.6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	Знать - назначение электрических аппаратов (ЭА) - классификацию ЭА - принцип действия изучаемых ЭА - конструкцию.	тесты	Да	Да
	Владеть - навыками работы со средствами измерения и контроля основных параметров электрических аппаратов	тесты	Да	Да
	Уметь - собирать электрические схемы, в состав которых входят ЭА	тесты	Да	Да

Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.О.03.06 «Электрические машины и аппараты»
(шифр и наименование дисциплины)

для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(шифр и наименование направления подготовки, специальности)

2025 ГОД ПРИЕМА
(год приема на образовательную программу)

Контролируемая (ые) компетенция(и):

ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

(шифр и наименование компетенции(й))

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	100

Сценарии выполнения диагностических заданий

Тип задания	Последовательность действий при выполнении задания
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выбрать единственный вариант ответа из предложенных.
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выбрать несколько вариантов ответа из предложенных.
Задание закрытого типа на установление соответствия	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 - вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 - утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать буквы вариантов ответа (например, АБВГ)
Задание закрытого типа на установление последовательности	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА)
Задание открытого типа на дополнение	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается недостающее дополнение. 2. Определить какой информации не хватает. 3. Внесение пропущенного слова. 4. Записать в ответ только дополнение.
Задание открытого типа с развернутым ответом	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи записать решение и ответ.
Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выполните указанные в задания действия
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один ответ, наиболее верный. 4. Записать только букву выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа
Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выборов ответов	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать несколько верных вариантов ответов. 4. Записать последовательно буквы выбранных вариантов без пробелов и знаков препинания (например, АБВ). 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор каждого из ответов

Система оценивания заданий

Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа считается верным, если правильно определен вариант ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл

Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа считается верным, если правильно определены все варианты ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)	Количество баллов определяется числом пар для сопоставления. За каждое правильно установленное соответствие начисляется 1 балл.
Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Максимальный балл определяется количеством элементов в последовательности. В случае ошибки в одном месте - снижение на один балл. За каждое правильно указанное место элемента в последовательности начисляется 1 балл.
Задание открытого типа на дополнение, где предоставляется предложение или фрагмент текста, в котором пропущено одно или несколько слов или фраз. Задача состоит в том, чтобы заполнить пропуски, восстановив тем самым исходный смысл предложения.	2 балла засчитывается, если студент вписал правильный ответ в соответствии с ключом. 1 балл может быть засчитан за близкий к правильному ответ, если он демонстрирует частичное понимание.
Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Максимальный балл - 4. Студент может получить 4 балла за полный и правильный ответ, логично изложенный и с корректной терминологией, или меньше за неполные или неточно сформулированные ответы. Полнота (1 балл), Правильность (1 балл), Логичность (1 балл), Терминология (1 балл).
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.
Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин						
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Главным отличительным признаком машины постоянного тока (МПТ), позволяющим получить на выходе постоянный ток, является... А) Наличие коллектора (механического выпрямителя). В) Наличие статора из шихтованной стали. С) Использование постоянных магнитов для создания поля. D) Наличие двух подшипниковых щитов.	А	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	1	1
2.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Основная вращающаяся часть МПТ, на которой располагается обмотка и индуцируется ЭДС, называется... А) Станина (остов). В) Якорь. С) Главный полюс. D) Щеточный аппарат.	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	1	1
3.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Индуктирование (наведение) ЭДС в	С	Задание закрытого	1	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	проводниках обмотки якоря, вращающихся в магнитном поле, происходит в соответствии с... А) Законом Ампера. В) Законом Джоуля-Ленца. С) Законом электромагнитной индукции Фарадея. D) Законом полного тока.		типа с однозначным выбором варианта ответа			
4.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Основная функция щеточного аппарата (щеткодержателей с графитовыми щетками) в классической конструкции МПТ заключается в том, чтобы... А) Охлаждать коллектор и якорь. В) Механически фиксировать обмотку якоря в пазах. С) Выравнивать магнитное поле в машине. D) Подводить ток к вращающемуся якорю и отводить от него, обеспечивая электрический контакт с внешней цепью.	D	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	1	1
5.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. В простейшей машине постоянного тока, представляющей собой вращающуюся в магнитном поле рамку из проводника, постоянство направления тока во внешней цепи обеспечивается... А) Коллектором из двух пластин и щетками. В) Контактными кольцами и щетками. С) Дополнительным коммутирующим полюсом. D) Полумостовым выпрямителем на диодах.	A	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	1	1
6.	Прочитайте текст вопроса и выберите все правильные ответы. Основными типами простых (не составных) обмоток якоря машин постоянного тока являются... А) Петлевая (параллельная). В) Волновая (последовательная). С) Спиральная. D) Комбинированная (лягушачья). E) Ступенчатая.	A, B	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	1
7.	Прочитайте текст вопроса и выберите все правильные ответы. Для того чтобы простая петлевая обмотка была симметричной (уравновешенной), необходимо соблюдение следующего условия... А) Число параллельных ветвей $2a$ должно быть четным. В) Число коллекторных пластин K должно быть равно числу пазов Z . С) Число коллекторных пластин K , число пазов Z и число эффективных проводников должны обеспечивать целое число пазовых сторон в пазу. D) Отношение числа коллекторных	C, D	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	пластин К к числу параллельных ветвей 2а должно быть целым числом ($K / 2a = \text{целое}$). Е) Число главных полюсов 2р должно быть равно числу параллельных ветвей 2а.					
8.	Прочитайте текст вопроса и выберите все правильные ответы. Какие из перечисленных утверждений справедливы для простой волновой обмотки. А) Она имеет число параллельных ветвей 2а, всегда равное 2, независимо от числа полюсов. В) Шаг по коллектору y_k приблизительно равен удвоенному полюсному делению. С) Она используется в машинах на большие напряжения и малые токи. D) Для ее симметрии отношение $(K \pm 1) / p$ должно быть целым числом. Е) Она требует уравнительных соединений первого рода.	A, B, C, D	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	1
9.	Прочитайте текст вопроса и выберите все правильные ответы. Сложные (множительные) обмотки (петлевые и волновые) применяются для... А) Увеличения числа параллельных ветвей при большом токе якоря. В) Увеличения напряжения между соседними коллекторными пластинами. С) Снижения напряжения между соседними коллекторными пластинами. D) Уменьшения тока в одной параллельной ветви. Е) Упрощения технологии изготовления коллектора.	A, C, D	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	1
10.	Прочитайте текст вопроса и выберите все правильные ответы. Уравнительные соединения (уравнители) в петлевых обмотках необходимы для... А) Компенсации магнитной асимметрии магнитной цепи машины. В) Выравнивания потенциалов точек обмотки, которые должны быть теоретически равнопотенциальными. С) Предотвращения возникновения уравнительных токов между параллельными ветвями. D) Устранения искрения под щетками. Е) Физического соединения начал и концов волновых секций.	A, B, D	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	1
11.	Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. Установите соответствие между элементом магнитной цепи машины постоянного тока и его основной функцией/характеристикой при холостом ходе.	1-А, 2-В, 3-С, 4-Д	Закрытый на сопоставление	3	4	1

№ задания	Содержание задания		Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы								
	Элемент магнитной цепи	функция/характеристика													
	1. Воздушный зазор. 2. Зубцовая зона якоря. 3. Сердечник (тело) полюса. 4. Ярмо (станина).	А) Участок с наибольшим магнитным сопротивлением, для преодоления которого требуется значительная часть МДС. В) Участок, где магнитная индукция может резко возра­стать из-за уменьшения сечения для магнитного потока, что приводит к насыщению. С) Участок, по которому замыкается основной магнитный поток полюсов. D) Элемент, служащий для проведения потока между разноименными полюсами и замыкания магнитной цепи.													
12.	Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. Установите соответствие между участком магнитной цепи МПТ и типичной зависимостью его магнитного напряжения (МДС для данного участка). <table><tr><th>Участок</th><th>Зависимость</th></tr><tr><td>1. Воздушный зазор.</td><td>А) Практически линейно зависит от потока, так как участок выполнен из ферромагнитного материала с высокой проницаемостью и не насыщается в нормальном режиме.</td></tr><tr><td>2. Зубцы якоря.</td><td>В) Зависимость резко нелинейна (подчиняется кривой намагничивания стали), участок часто насыщается из-за малого поперечного сечения.</td></tr><tr><td>3. Сердечник</td><td>С) Зависимость нелинейна, насыщение наступает при высоких</td></tr></table>		Участок	Зависимость	1. Воздушный зазор.	А) Практически линейно зависит от потока, так как участок выполнен из ферромагнитного материала с высокой проницаемостью и не насыщается в нормальном режиме.	2. Зубцы якоря.	В) Зависимость резко нелинейна (подчиняется кривой намагничивания стали), участок часто насыщается из-за малого поперечного сечения.	3. Сердечник	С) Зависимость нелинейна, насыщение наступает при высоких	1-D, 2-B, 3-B, 4-C	Закрывающийся на сопоставление	3	4	1
Участок	Зависимость														
1. Воздушный зазор.	А) Практически линейно зависит от потока, так как участок выполнен из ферромагнитного материала с высокой проницаемостью и не насыщается в нормальном режиме.														
2. Зубцы якоря.	В) Зависимость резко нелинейна (подчиняется кривой намагничивания стали), участок часто насыщается из-за малого поперечного сечения.														
3. Сердечник	С) Зависимость нелинейна, насыщение наступает при высоких														

№ задания	Содержание задания		Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы										
	якоря .	потоках, так как это участок с большим сечением.															
	4.Ярмо статора.	D) Зависимость линейна, определяется законом полного тока для воздушного зазора и геометрическими размерами.															
13.	Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. Установите соответствие между физической величиной, характеризующей магнитное поле в воздушном зазоре МПТ, и формулой для ее расчета. <table><tr><th>Текст определения</th><th>Определение</th></tr><tr><td>1.Магнитная индукция в зазоре (B_δ).</td><td>A) $. = B_\delta \cdot \alpha_\delta \cdot \tau \cdot l_\delta$</td></tr><tr><td>2.Магнитный поток полюса (Φ).</td><td>B) $. = \frac{B_\delta \cdot \delta}{\mu_0 \cdot k_\delta}$</td></tr><tr><td>3.МДС воздушного зазора (F_δ).</td><td>C) $. = \frac{\Phi}{\alpha_\delta \cdot \tau \cdot l_\delta}$</td></tr><tr><td>4.Коэффициент воздушного зазора (k_δ).</td><td>D) $. = \frac{t_1 + 10\delta}{b_z + 10\delta}$</td></tr></table>		Текст определения	Определение	1.Магнитная индукция в зазоре (B_δ).	A) $. = B_\delta \cdot \alpha_\delta \cdot \tau \cdot l_\delta$	2.Магнитный поток полюса (Φ).	B) $. = \frac{B_\delta \cdot \delta}{\mu_0 \cdot k_\delta}$	3.МДС воздушного зазора (F_δ).	C) $. = \frac{\Phi}{\alpha_\delta \cdot \tau \cdot l_\delta}$	4.Коэффициент воздушного зазора (k_δ).	D) $. = \frac{t_1 + 10\delta}{b_z + 10\delta}$	1-С, 2-А, 3-В, 4-Д	Закрытый на сопоставление	3	4	1
Текст определения	Определение																
1.Магнитная индукция в зазоре (B_δ).	A) $. = B_\delta \cdot \alpha_\delta \cdot \tau \cdot l_\delta$																
2.Магнитный поток полюса (Φ).	B) $. = \frac{B_\delta \cdot \delta}{\mu_0 \cdot k_\delta}$																
3.МДС воздушного зазора (F_δ).	C) $. = \frac{\Phi}{\alpha_\delta \cdot \tau \cdot l_\delta}$																
4.Коэффициент воздушного зазора (k_δ).	D) $. = \frac{t_1 + 10\delta}{b_z + 10\delta}$																
14.	Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. Установите соответствие между конструктивным параметром МПТ и участком магнитной цепи, на который он оказывает наибольшее влияние при расчете МДС. <table><tr><th>Текст определения</th><th>Определение</th></tr><tr><td>1.Реальная (физическая) величина воздушного зазора (δ).</td><td>A) Магнитное напряжение зубцовой зоны (F_z).</td></tr><tr><td>2.Ширина зубца якоря (b_z).</td><td>B) МДС воздушного зазора (F_δ).</td></tr><tr><td>3.Степень насыщения стали зубцов.</td><td>C) Магнитное напряжение ярма статора (F_{ja}).</td></tr><tr><td>4.Материал и сечение ярма статора.</td><td>D) Коэффициент воздушного зазора (k_δ), учитывающий наличие пазов.</td></tr></table>		Текст определения	Определение	1.Реальная (физическая) величина воздушного зазора (δ).	A) Магнитное напряжение зубцовой зоны (F_z).	2.Ширина зубца якоря (b_z).	B) МДС воздушного зазора (F_δ).	3.Степень насыщения стали зубцов.	C) Магнитное напряжение ярма статора (F_{ja}).	4.Материал и сечение ярма статора.	D) Коэффициент воздушного зазора (k_δ), учитывающий наличие пазов.	1-В, 2-Д, 3-А, 4-С	Закрытый на сопоставление	3	4	1
Текст определения	Определение																
1.Реальная (физическая) величина воздушного зазора (δ).	A) Магнитное напряжение зубцовой зоны (F_z).																
2.Ширина зубца якоря (b_z).	B) МДС воздушного зазора (F_δ).																
3.Степень насыщения стали зубцов.	C) Магнитное напряжение ярма статора (F_{ja}).																
4.Материал и сечение ярма статора.	D) Коэффициент воздушного зазора (k_δ), учитывающий наличие пазов.																
15.	Прочитайте текст вопроса и установите соответствие. Установите соответствие между понятием, связанным с магнитной цепью МПТ, и его описанием. <table><tr><th>Текст</th><th>Определение</th></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>		Текст	Определение			1-В, 2-А, 3-С, 4-Д	Закрытый на сопоставление	3	4	1						
Текст	Определение																

№ задания	Содержание задания		Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	определения						
	1.Полная МДС цепи на пару полюсов (F_{Σ}).	А) График зависимости результирующего магнитного потока (Φ) от полной МДС обмотки возбуждения ($F_{\text{в}}$) при холостом ходе.					
	2.Кривая намагничивания (магнитная характеристика) МПТ.	В) Сумма магнитных напряжений всех последовательных участков магнитной цепи.					
	3.Характерная точка на кривой намагничивания.	С) Точка, соответствующая номинальному напряжению на выводах генератора или номинальной ЭДС двигателя.					
	4.Магнитное напряжение зубцовой зоны.	Д) Часть МДС, необходимая для проведения потока через зубцы якоря, величина которой становится значительной при их насыщении.					
16.	Прочитайте текст вопроса и дополните пропуски, восстановив исходный смысл предложения. Основной причиной искрения под щетками при потенциальном искрении является *** между соседними пластинами коллектора, возникающая из-за неоднородности магнитного поля под полюсом.		чрезмерная разность потенциалов (или чрезмерное напряжение)	Открытый на дополнение	2	2	1
17.	Прочитайте текст вопроса и дополните пропуски, восстановив исходный смысл предложения. В коммутируемой секции (витке) в процессе коммутации наводятся три основные ЭДС: ЭДС самоиндукции, ЭДС взаимоиנדукции и ЭДС ***, обусловленная вращением якоря в магнитном поле поперечной реакции якоря.		вращения (или коммутационная ЭДС вращения)	Открытый на дополнение	2	2	1
18.	Прочитайте текст вопроса и дополните пропуски, восстановив исходный смысл предложения. Для улучшения коммутации и уменьшения искрения под щетками применяют следующие основные способы: ***, использование компенсационной обмотки, а также сдвиг щёток с геометрической нейтральной оси.		установка добавочных (коммутирующих) полюсов	Открытый на дополнение	2	2	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
19.	Прочитайте текст вопроса и дополните пропуски, восстановив исходный смысл предложения. Коммутационная реакция якоря — это действие магнитного поля якоря на магнитное поле главных полюсов в зоне коммутации, приводящее к *** основного поля и искажению его пространственного распределения.	ослаблению	Открыт ый на дополн ение	2	2	1
20.	Прочитайте текст вопроса и дополните пропуски, восстановив исходный смысл предложения. Экспериментальная проверка качества коммутации часто проводится методом *** нагрузки, при котором наблюдают за состоянием коллектора и степенью искрения под щетками.	снятия нагрузочной характеристики (или ступенчатого изменения)	Открыт ый на дополн ение	2	2	1
21.	Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ. Опишите физические принципы работы двигателя постоянного тока. На основании каких базовых законов электромеханики выводятся основные уравнения ДПТ: уравнение ЭДС и уравнение моментов.	Физический принцип работы ДПТ основан на взаимодействии магнитного поля полюсов и проводника с током, находящегося в этом поле. На проводник действует электромагнитная сила (закон Ампера), что создает вращающий момент. Основные уравнения выводятся из двух фундаментальных законов: Уравнение ЭДС (напряжения якоря): Выводится из закона электромагнитной индукции. Вращаясь в магнитном поле, обмотка якоря индуцирует в ней ЭДС, направленную против приложенного напряжения (противо-ЭДС): $E = C_e \cdot \Phi \cdot n$, где C_e – конструктивная постоянная машины, Φ – магнитный поток полюса, n – частота вращения. Уравнение баланса напряжений для цепи якоря: $U = E + I_a \cdot R_a$, где I_a – ток якоря, R_a – сопротивление цепи якоря. Уравнение моментов (электромагнитного момента): Выводится из закона Ампера. Электромагнитный момент, создаваемый якорем, пропорционален току якоря и магнитному потоку: $M = C_m \cdot \Phi \cdot I_a$, где C_m – конструктивная постоянная машины. Этот момент уравнивает момент нагрузки на валу и момент сил трения.	открыт ый типа с развер нутым ответо м	4	4	1
22.	Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ. Каковы основные проблемы, возникающие при прямом пуске двигателя постоянного тока в сеть. Перечислите и опишите	Основная проблема прямого пуска — чрезмерно большой пусковой ток, который может превышать номинальный в 10-20 раз. Это вызвано отсутствием противо-ЭДС в начальный момент ($n=0$,	открыт ый типа с развер нутым ответо м	4	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	распространенные способы пуска ДПТ, объяснив их принцип действия и назначение.	$E=0$), поэтому ток ограничивается лишь малым сопротивлением обмотки якоря ($I_{\text{пуск}} = U / R_{\text{я}}$). Последствия: срыв коммутации, сильное искрение, большие электродинамические усилия в обмотке, механический удар и провалы напряжения в сети. Способы пуска: Пуск с помощью пускового реостата (резистора), включаемого последовательно в цепь якоря. Принцип: Реостат увеличивает общее сопротивление цепи якоря, ограничивая пусковой ток до допустимого уровня (обычно $(1.5 - 2.5)I_{\text{ном}}$). По мере разгона двигателя и роста противо-ЭДС реостат ступенчато выводится, чтобы поддерживать достаточный момент для разгона. Назначение: плавный разгон и защита двигателя и сети. Пуск путем плавного повышения питающего напряжения (система "тиристорный преобразователь – двигатель" – ТП-Д). Принцип: Напряжение на якорь подается от регулируемого источника и плавно увеличивается от нуля до номинального значения. При этом ток якоря поддерживается на оптимальном уровне. Назначение: Наиболее совершенный способ, обеспечивающий плавный безударный пуск с минимальными потерями.				
23.	Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ. Какими основными способами можно регулировать частоту вращения двигателя постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения. Для каждого способа приведите формулу, поясняющую принцип регулирования, и укажите его ключевые особенности (плавность, диапазон, экономичность).	Из формулы частоты вращения ДПТ независимого возбуждения $n = (U - I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}) / (C_e \cdot \Phi)$ следуют три основных способа регулирования: Регулирование изменением сопротивления в цепи якоря (реостатное). Формула: $n = (U - I_{\text{я}} \cdot (R_{\text{я}} + R_{\text{доб}})) / (C_e \cdot \Phi)$. Особенности: Регулирование вниз от основной скорости. Неэкономично, так как в реостате выделяются большие потери мощности ($I_{\text{я}}^2 \cdot R_{\text{доб}}$). Характеристики "мягкие" (зависимость скорости от момента резкая), регулирование ступенчатое, диапазон ограничен.	открытый тип с развернутым ответом	4	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Регулирование изменением магнитного потока (ослабление поля). Формула: $n = (U - I_a R_a) / (C_e \Phi)$, где Φ уменьшается. Особенности: Регулирование вверх от основной скорости. Экономично, так как потери в цепи возбуждения малы. Регулирование плавное, но диапазон ограничен (обычно 2:1 – 4:1) из-за ухудшения коммутации и механической прочности якоря при высоких скоростях. Регулирование изменением питающего напряжения. Формула: $n = (U_{рег} - I_a R_a) / (C_e \Phi)$. Особенности: Регулирование вниз от основной скорости. Очень экономично, так как потери малы. Обеспечивает плавное и широкое регулирование скорости. Реализуется с помощью управляемого преобразователя (например, системы ТП-Д).				
24.	Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ. Что такое естественная механическая характеристика двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Какой вид она имеет. Объясните, как и почему изменяется эта характеристика при введении добавочного сопротивления в цепь якоря или в цепь обмотки возбуждения.	Естественная механическая характеристика ДПТ параллельного возбуждения — это зависимость частоты вращения n от электромагнитного момента M при номинальном напряжении, отсутствии добавочных сопротивлений в цепях якоря и возбуждения и неизменном потоке возбуждения ($\Phi = \text{const}$). Вид характеристики: Жесткая, слегка падающая прямая линия. Аналитически: $n = (U / (C_e \Phi)) - (R_a) / (C_e C_m \Phi^2) \cdot M$. Введение добавочного сопротивления $R_{доб}$ в цепь якоря: Увеличивается коэффициент при моменте M в уравнении. Характеристика становится более "мягкой" (наклонной), смещаясь вниз относительно естественной. С увеличением $R_{доб}$ жесткость падает, а скорость идеального холостого хода ($M=0$) остается неизменной. Введение добавочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения: Уменьшает ток возбуждения и, следовательно, магнитный поток Φ. Это приводит к увеличению как скорости идеального холостого хода ($n_0 = U / (C_e \Phi)$), так и коэффициента при моменте.	открытый тип с развернутым ответом	4	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		Характеристика становится более мягкой и располагается выше естественной. Регулирование этим способом (ослаблением поля) позволяет получать скорости выше номинальной.				
25.	Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ. Чем объясняется свойство "опрокидывания" двигателя постоянного тока последовательного возбуждения при малой нагрузке. Опишите и сравните естественные механические характеристики двигателей параллельного и последовательного возбуждения. Где находит применение каждый из этих типов двигателей.	Свойство "опрокидывания" двигателя последовательного возбуждения при малой нагрузке (или холостом ходе) объясняется особенностью его магнитного потока. Поток Φ пропорционален току якоря I_a (так как обмотка возбуждения включена последовательно) до насыщения магнитной системы. Из формулы скорости $n = (U - I_a \cdot \Sigma R) / (C_e \cdot \Phi) \sim 1/I_a$ (при $\Phi \sim I_a$) следует, что при стремлении момента нагрузки к нулю ток I_a также стремится к нулю. Это приводит к неограниченному росту скорости ($n \rightarrow \infty$), что вызывает механическое разрушение машины. Поэтому работа ДПТ последовательного возбуждения на холостом ходу или при нагрузке менее 15-20% от номинальной НЕДОПУСТИМА. Сравнение механических характеристик: ДПТ параллельного возбуждения: Характеристика жесткая, слабо падающая ($n \approx \text{const}$). Скорость слабо зависит от момента нагрузки. Стабильна при малых нагрузках. ДПТ последовательного возбуждения: Характеристика мягкая, гиперболическая. При больших моментах (до насыщения) скорость резко падает с ростом момента, что обеспечивает свойство "саморегулирования" (автоматическое приспособление к нагрузке). При малых моментах — резко возрастает, приводя к "опрокидыванию". Области применения: ДПТ параллельного возбуждения: Приводы станков, вентиляторов, насосов, где требуется постоянная скорость при изменении нагрузки.	открытый тип с развернутым ответом	4	4	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
		ДПТ последовательного возбуждения: Тяговые электроприводы (электровозы, трамваи, троллейбусы), грузоподъемные механизмы (краны, лебедки), где нужен большой пусковой момент и свойство саморегулирования скорости при изменении нагрузки.				
26.	Прочитайте вопрос, решите задачу и дайте краткий ответ с числовым значением и формулой. Генератор параллельного возбуждения имеет характеристику холостого хода, заданную таблицей: при токе возбуждения $I_b=2$ А его ЭДС $E=220$ В. Чему будет приблизительно равна ЭДС при токе возбуждения $I_b=3$ А, если характеристика на этом участке линейна.	$330 \text{ В. } (E_2 = (E_1 / I_{b1}) * I_{b2} = (220 \text{ В} / 2 \text{ А}) * 3 \text{ А})$	Задание комбинированного типа: практические задания	3	3	1
27.	Прочитайте вопрос, решите задачу и дайте краткий ответ с числовым значением и формулой. Генератор независимого возбуждения работает при номинальном напряжении $U_{ном}=230$ В и токе нагрузки $I_{ном}=100$ А. Сопротивление цепи якоря $R_a=0.04$ Ом. Рассчитайте величину ЭДС генератора в этом режиме.	$234 \text{ В. } (E = U_{ном} + I_{ном} * R_a = 230 \text{ В} + 100 \text{ А} * 0.04 \text{ Ом})$	Задание комбинированного типа: практические задания	3	3	1
28.	Прочитайте вопрос, решите задачу и дайте краткий ответ с числовым значением и формулой. Для включения на параллельную работу с сетью, напряжение которой постоянно и равно 240 В, необходимо запустить второй генератор. Какое напряжение нужно установить на его выводах перед подключением.	$240 \text{ В. } (U_{ген} = U_{сети})$	Задание комбинированного типа: практические задания	3	3	1
29.	Прочитайте вопрос, решите задачу и дайте краткий ответ с числовым значением и формулой. Генератор смешанного возбуждения имеет номинальное напряжение 230 В. При сбросе нагрузки ($I_n=0$) его напряжение возрастает до 245 В. Определите, насколько (в вольтах) напряжение генератора превышает номинальное в режиме холостого хода.	$15 \text{ В. } (\Delta U = U_{хх} - U_{ном} = 245 \text{ В} - 230 \text{ В})$	Задание комбинированного типа: практические задания	3	3	1
30.	Прочитайте вопрос, решите задачу и дайте краткий ответ с числовым значением и формулой. Два параллельно работающих генератора одинаковой мощности	$150 \text{ А. } (I_2 = I_{нагр} - I_1 = 400 \text{ А} - 250 \text{ А})$	Задание комбинированного типа:	3	3	1

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	питают общую нагрузку в 400 А. Первый генератор несет ток $I_1 = 250$ А. Определите, какой ток I_2 отдает второй генератор.		практико-ориентированные задания			
31.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой физический закон является основой принципа действия трансформатора, объясняющий возникновение ЭДС во вторичной обмотке. А) Закон Ампера. В) Закон полного тока. С) Закон электромагнитной индукции Фарадея. D) Закон Ома для магнитной цепи.	Правильный ответ: С Обоснование: Только закон Фарадея описывает возникновение ЭДС при изменении магнитного потока.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
32.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какую основную функцию выполняет магнитопровод (сердечник) силового трансформатора. А) Обеспечивает электрическую изоляцию между обмотками. В) Служит механической опорой для обмоток. С) Концентрирует и направляет переменный магнитный поток, связывающий обмотки. D) Отводит тепло от обмоток.	Правильный ответ: С Обоснование: Главная задача сердечника — создать путь с минимальным сопротивлением для магнитного потока.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
33.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой тип обмотки обычно применяется на стороне низшего напряжения (НН) при большом токе. А) Дисковая катушечная. В) Цилиндрическая многослойная из прямоугольного провода. С) Цилиндрическая однослойная из круглого провода. D) Непрерывная катушечная.	Правильный ответ: В Обоснование: Такая обмотка лучше охлаждается и устойчива к электродинамическим усилиям.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
34.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой тип охлаждения обозначается «С» и является естественным для сухих трансформаторов. А) Масляное с естественной циркуляцией (М). В) Масляное с принудительным обдувом (Д). С) Естественное воздушное (С). D) Принудительное воздушное	Правильный ответ: С Обоснование: Символ «С» в обозначениях соответствует естественному воздушному охлаждению «сухого» трансформатора.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора	4	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	(СД).		а ответа			
35.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какое условие НЕ является условием для идеального трансформатора. А) Активные сопротивления обмоток равны нулю. В) Магнитное сопротивление магнитопровода равно нулю. С) Весь магнитный поток является потоком рассеяния. Д) Потери в магнитопроводе равны нулю.	Правильный ответ: С Обоснование: В идеальном трансформаторе поток рассеяния отсутствует, а весь поток является основным.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
36.	Прочитайте вопрос, выберите все правильные ответы и кратко обоснуйте их. Выберите, какие физические процессы в реальном трансформаторе учитывают параметры схемы замещения: активное сопротивление R_1 и индуктивное сопротивление рассеяния $X_{\sigma 1}$, отнесенные к первичной обмотке. А) Нагрев провода первичной обмотки из-за протекания тока. В) Магнитные потери в стали сердечника от гистерезиса и вихревых токов. С) Создание основного магнитного потока в сердечнике. Д) Создание магнитного потока, который замыкается по воздуху и не связывается со вторичной обмоткой. Е) Электрические потери в изоляции между обмотками.	Правильные ответы: А, Д Обоснование: Параметр R_1 учитывает активные потери в меди первичной обмотки (А). Параметр $X_{\sigma 1}$ учитывает индуктивность рассеяния, обусловленную потоком рассеяния, не связанным со второй обмоткой (Д). Процессы В и С учитываются другой ветвью намагничивания (R_m и X_m). Е — не является параметром схемы замещения.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответа	4	4	2
37.	Прочитайте вопрос, выберите все правильные ответы и кратко обоснуйте их. Определите при приведении вторичной обмотки трансформатора к первичной, какие величины изменяются (умножаются на коэффициент приведения k или k^2). А) Напряжение вторичной обмотки (U_2). В) Сопротивление нагрузки (Z_n). С) Частота электрического тока. Д) Активное сопротивление вторичной обмотки (R_2). Е) Фазовый угол между током и напряжением во вторичной цепи.	Правильные ответы: А, В, Д Обоснование: По правилам приведения: $U_2' = k \cdot U_2$ (А); все сопротивления, включая R_2 (Д) и Z_n (В), умножаются на k^2. Частота (С) и фазовый угол (Е) являются инвариантами и не меняются.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответа	4	4	2
38.	Прочитайте вопрос, выберите все правильные ответы и кратко обоснуйте их. Выберите, какие параметры схемы замещения трансформатора можно определить, проводя стандартный опыт холостого хода (опыт ХХ).	Правильные ответы: В, С, Е Обоснование: При опыте ХХ измеряют ток, напряжение и мощность, что позволяет рассчитать k (В) и параметры ветви намагничивания: R_m, характеризующее потери в стали (С), и X_m,	Задание комбинированного типа с выбором	4	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	А) Активное сопротивление короткого замыкания R_k. В) Коэффициент трансформации k. С) Активное сопротивление, учитывающее потери в стали R_μ. Д) Индуктивное сопротивление короткого замыкания X_k. Е) Индуктивное сопротивление намагничивающей ветви X_μ.	характеризующее намагничивающий ток (Е). Параметры R_k и X_k (А, Д) определяются из опыта короткого замыкания.	несколько вариантов ответа			
39.	Прочитайте вопрос, выберите все правильные ответы и кратко обоснуйте их. Выберите утверждения справедливы для упрощенной Г-образной схемы замещения трансформатора, где ветвь намагничивания перенесена на вход. А) Она менее точна, чем Т-образная схема. В) В ней ток намагничивания I_0 протекает через сопротивления R_1 и $X_{\sigma 1}$. С) Она удобна для анализа работы трансформатора под нагрузкой. Д) Ее использование дает значительную погрешность при расчете падения напряжения в трансформаторе. Е) Параметры R_k и X_k в ней соответствуют параметрам, найденным из опыта короткого замыкания.	Правильные ответы: А, С, Е Обоснование: Упрощенная схема менее точна (А), но удобна для практических расчетов режимов нагрузки (С). Параметры R_k и X_k в ней — это те же самые полные сопротивления, что и в опыте КЗ (Е). В этой схеме ток I_0 идет по вынесенной ветви и не протекает через R_1 и $X_{\sigma 1}$ (В — неверно). Погрешность для падения напряжения обычно невелика (Д — неверно).	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа	4	4	2
40.	Прочитайте вопрос, выберите все правильные ответы и кратко обоснуйте их. Выберите, какие из перечисленных элементов входят в полную Т-образную схему замещения двухобмоточного трансформатора с учетом магнитных потерь. А) R_1 — активное сопротивление первичной обмотки. В) $X_{\sigma 1}$ — индуктивное сопротивление рассеяния первичной обмотки. С) X_μ — индуктивное сопротивление, характеризующее основное магнитное поле. Д) R_μ — активное сопротивление, характеризующее магнитные потери в сердечнике. Е) R_n — активное сопротивление нагрузки.	Правильные ответы: А, В, С, Д Обоснование: А, В, С, Д — это именно внутренние параметры самой Т-образной схемы замещения трансформатора. Сопротивление нагрузки R_n (Е) является внешним элементом, который подключается к выводам приведенной вторичной обмотки и не входит в состав схемы замещения самого трансформатора.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа	4	4	2
41.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой характер нагрузки трансформатора вызывает наибольшее снижение (падение) вторичного напряжения по сравнению с напряжением холостого хода. А) Активно-емкостная.	Правильный ответ: С Обоснование: При активно-индуктивной нагрузке поток рассеяния создает наибольшую продольную размагничивающую составляющую падения напряжения, что приводит к наибольшему снижению напряжения на выводах. Емкостная нагрузка, наоборот,	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа	4	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	В) Чисто активная. С) Активно-индуктивная. D) Чисто емкостная.	может вызвать повышение напряжения.	обоснованием выбора ответа			
42.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Определите, при построении векторной диаграммы трансформатора под нагрузкой, от какого вектора принято начинать построение. А) От вектора напряжения U_1 на первичной обмотке. В) От вектора тока I_2 во вторичной обмотке. С) От вектора основного магнитного потока Φ_m . D) От вектора ЭДС E_1 , наведенной в первичной обмотке.	Правильный ответ: В Обоснование: Диаграмму удобно строить от известного параметра нагрузки — вектора тока I_2' . Его величина и угол задаются сопротивлением нагрузки. Затем, отталкиваясь от него, строятся векторы падений напряжения и определяется требуемое входное напряжение U_1' .	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
43.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какое из приведенных выражений является приближенной формулой для определения относительного изменения напряжения трансформатора $\Delta u\%$. А) $\Delta u\% \approx \beta \cdot (U_{10} - U_2) / U_2 \cdot 100\%$ В) $\Delta u\% \approx \beta \cdot (u_{ка} \cdot \cos\varphi_2 + u_{кр} \cdot \sin\varphi_2)$ С) $\Delta u\% \approx (P_0 + \beta^2 \cdot P_K) / (\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos\varphi_2) \cdot 100\%$ D) $\Delta u\% \approx (1 - (U_2 / U_1)) \cdot 100\%$	Правильный ответ: В Обоснование: Это стандартная инженерная формула для быстрого расчета, где β – коэффициент нагрузки, $u_{ка}$ и $u_{кр}$ – активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания, φ_2 – фазовый угол нагрузки. Она выводится из упрощенной схемы замещения.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
44.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Для плавного регулирования напряжения на стороне нагрузки без отключения трансформатора применяют: А) Переключение ответвлений обмотки ВН на стороне питания с помощью переключателя ПБВ. В) Автотрансформатор, включенный последовательно с нагрузкой. С) Переключение ответвлений обмотки НН на стороне нагрузки с помощью устройства РПН. D) Последовательное включение нескольких трансформаторов.	Правильный ответ: С Обоснование: Устройство РПН (регулирование под нагрузкой) позволяет изменять коэффициент трансформации, переключая ответвления обмотки без разрыва цепи тока, тем самым плавно регулируя напряжение на стороне потребителя. ПБВ (переключение без возбуждения) требует отключения трансформатора.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
45.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Максимальный КПД трансформатора достигается при условии, когда: А) Потери в меди равны нулю. В) Потери в стали равны нулю. С) Потери в меди равны потерям в стали.	Правильный ответ: С Обоснование: КПД трансформатора $\eta = (P_2 / (P_2 + \Sigma P))$. Суммарные потери $\Sigma P = P_0$ (постоянные потери в стали) + $\beta^2 \cdot P_K$ (переменные потери в меди). Максимум КПД имеет место, когда производная по β равна нулю, что приводит к условию $P_0 = \beta^2 \cdot P_K$, т.е. постоянные потери	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и	4	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	D) Коэффициент нагрузки $\beta = 1$ (номинальный ток).	равны переменным.	обоснованием выбора ответа			
46.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какое из перечисленных условий НЕ является обязательным для успешного включения двухтрансформаторов на параллельную работу. A) Равенство коэффициентов трансформации. B) Одинаковая номинальная мощность. C) Принадлежность к одной группе соединения обмоток. D) Равенство напряжений короткого замыкания (ук%).	Правильный ответ: B Обоснование: Одинаковая номинальная мощность не является обязательным условием. Трансформаторы разной мощности могут работать параллельно, но это влияет на распределение нагрузки. Обязательными являются условия A, C и D для отсутствия уравнивающих токов и правильного распределения нагрузки.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
47.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Трехфазный трансформатор имеет на выводах ВН и НН одинаковые системы обозначения (например, A, B, C, N). Выберите, какая группа соединения обмоток обеспечит совпадение по фазе линейных напряжений ВН и НН. A) Группа 0 (Y/Y-0). B) Группа 6 (Y/Y-6). C) Группа 11 (Y/Δ-11). D) Любая группа, если соблюдена фазировка.	Правильный ответ: A Обоснование: Группа 0 (нулевая) означает, что между соответствующими линейными напряжениями ВН и НН нет углового сдвига. Это одно из ключевых условий для параллельной работы, обеспечивающее синфазность напряжений.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
48.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Определите, что произойдет, если включить на параллельную работу два трансформатора с разными группами соединения, например Y/Y-0 и Y/Δ-11. A) Возникнут небольшие уравнивающие токи, определяемые разностью ук%. B) Трансформаторы будут нормально работать, но нагрузка распределится неодинаково. C) Между трансформаторами возникнут значительные уравнивающие токи, эквивалентные токам короткого замыкания. D) Напряжение на вторичных шинах незначительно снизится.	Правильный ответ: C Обоснование: Разные группы соединения означают угловой сдвиг между вторичными напряжениями (например, 0° и 330°). Даже при равенстве их амплитуд, эта разность фаз создает значительную уравнивающую ЭДС, которая при малом полном сопротивлении цепи вызовет большие уравнивающие токи, опасные для трансформаторов.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
49.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Два трансформатора, включенные параллельно, имеют одинаковые ук%, но разные коэффициенты трансформации ($k_1 > k_2$). Определите, как это повлияет на их	Правильный ответ: C Обоснование: Разные коэффициенты трансформации приведут к разности вторичных напряжений на холостом ходу ($U_{x2_1} < U_{x2_2}$). Эта разница вызовет уравнивающий ток в	Задание комбинированного типа с выбором одного	4	4	2

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	работу. А) Нагрузка распределится пропорционально их номинальным мощностям. В) Трансформатор с большим k_1 (меньшим вторичным напряжением) будет недогружен. С) Между трансформаторами потечет уравнивающий ток, нагружающий первый трансформатор и разгружающий второй. Д) Это не окажет существенного влияния, так как $u_k\%$ равны.	замкнутом контуре, который будет добавочной нагрузкой для трансформатора с более высоким вторичным напряжением (Т2) и разгрузкой для другого (Т1).	ответа и обоснованием выбора ответа			
50.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Два трансформатора одинаковой номинальной мощности работают параллельно. Их напряжения короткого замыкания: $u_{k1}\% = 5.5\%$, $u_{k2}\% = 6.5\%$. При общей нагрузке 100% от суммарной мощности: А) Оба трансформатора будут нагружены на 100% от своей номинальной мощности. В) Трансформатор с меньшим $u_k\%$ будет перегружен, а с большим – недогружен. С) Трансформатор с большим $u_k\%$ будет перегружен, так как его сопротивление меньше. Д) Нагрузка распределится строго поровну (50/50).	Правильный ответ: В Обоснование: Нагрузка между параллельно работающими трансформаторами распределяется обратно пропорционально их напряжениям короткого замыкания. Трансформатор с меньшим $u_k\%$ (меньшим полным сопротивлением) примет на себя большую долю общей нагрузки и может оказаться перегруженным, в то время как трансформатор с большим $u_k\%$ останется недогруженным.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	2
51.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой физический принцип лежит в основе работы асинхронного двигателя. А) Взаимодействие вращающегося магнитного поля статора с током, индуцированным этим полем в роторе. В) Взаимодействие неподвижного магнитного поля статора с постоянным магнитом ротора. С) Взаимодействие пульсирующего магнитного поля с короткозамкнутой обмоткой. Д) Преобразование механической энергии в электрическую за счет явления гистерезиса.	Правильный ответ: А Обоснование: Работа АД основана на создании вращающегося магнитного поля трехфазной обмоткой статора. Это поле пересекает проводники ротора, наводя в них ЭДС и вызывая ток. Взаимодействие тока ротора с вращающимся полем создает электромагнитный момент.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
52.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой параметр однозначно определяет режим работы и скорость асинхронной машины относительно синхронной. А) Коэффициент мощности ($\cos \varphi$). В) Ток статора (I_1). С) Скольжение (s). Д) Частота тока в роторе (f_2).	Правильный ответ: С Обоснование: Скольжение $s = (n_1 - n) / n_1$ является ключевым параметром, определяющим все режимы: двигательный ($0 < s < 1$), генераторный ($s < 0$) и тормозной (противовключением ($s > 1$)). Через скольжение выражаются ЭДС, ток, момент и частота тока в роторе ($f_2 = s * f_1$).	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
			ответа			
53.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. При приведении параметров вращающегося ротора к неподвижному статору в Г-образной схеме замещения, активное сопротивление в цепи ротора представляется как: А) R_2' — приведенное активное сопротивление обмотки ротора. В) R_2' / s — суммарное активное сопротивление в цепи ротора. С) $R_2' \cdot s$ — переменное сопротивление, зависящее от скорости. Д) $R_2' / (1-s)$ — сопротивление, учитывающее механическую мощность.	Правильный ответ: В Обоснование: Сопротивление R_2' / s можно представить как сумму $R_2' + R_2' \cdot ((1-s)/s)$. Первое слагаемое ($R_2'$) учитывает электрические потери в меди ротора, а второе ($R_2' \cdot (1-s)/s$) — эквивалентную нагрузку, соответствующую преобразованной в механическую мощность.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
54.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. По векторной диаграмме асинхронного двигателя под нагрузкой видно, что ток статора I_1 отстает от напряжения сети U_1. Определите, чем в основном обусловлено это отставание. А) Большим активным сопротивлением обмотки статора. В) Преобладанием индуктивного сопротивления намагничивающего контура (X_μ). С) Преобладанием индуктивного сопротивления рассеяния обмоток и намагничивающим током I_0. Д) Емкостным характером сопротивления нагрузки на валу.	Правильный ответ: С Обоснование: Ток статора I_1 является геометрической суммой тока намагничивания I_0 (сильно индуктивного) и приведенного тока ротора I_2' (активно-индуктивного). Индуктивный характер обоих компонентов, особенно тока I_0 и реактивной составляющей тока нагрузки, обуславливает отстающий коэффициент мощности двигателя.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
55.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой из перечисленных режимов работы асинхронной машины соответствует точке на механической характеристике, где скольжение $s = 0$. А) Режим двигателя с номинальной нагрузкой. В) Режим короткого замыкания (пуск). С) Режим идеального холостого хода. Д) Режим электромагнитного тормоза.	Правильный ответ: С Обоснование: Скольжение $s = 0$ соответствует равенству частоты вращения ротора n и синхронной частоты n_1. В реальном двигателе этот режим недостижим, так как требует отсутствия момента сопротивления. Это идеальный холостой ход, когда ротор вращается синхронно с полем без отдачи мощности на вал.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
56.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Определите, на что в первую очередь влияет напряжение питающей сети U_1 в выражении для максимального (критического) момента асинхронного двигателя. А) На величину критического	Правильный ответ: В Обоснование: Согласно формуле Клосса, максимальный электромагнитный момент пропорционален квадрату напряжения питающей сети: $M_{\max} \sim U_1^2$. Критическое скольжение $s_{\text{кр}}$ от напряжения не зависит.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа	4	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	скольжения $s_{кр}$. В) На величину максимального момента M_{max} ($M_{max} \sim U_1^2$). С) На величину пускового момента. D) На частоту вращения поля статора n_1 .		и обоснованием выбора ответа			
57.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Определите, при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором ($s=1$) чему равна частота тока в обмотке ротора f_2 . А) $f_2 = 0$. В) $f_2 = f_1$ (частоте сети). С) $f_2 = s * f_1$. D) $f_2 > f_1$.	Правильный ответ: В Обоснование: Частота тока в роторе определяется формулой $f_2 = s * f_1$, где f_1 — частота сети. При пусковом режиме скольжение $s=1$, следовательно, $f_2 = 1 * f_1 = f_1$.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
58.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какой вид имеет естественная механическая характеристика $n = f(M)$ асинхронного двигателя в двигательном режиме ($0 < s \leq 1$). А) Прямая линия. В) Гипербола. С) Кривая с максимумом в области малых скольжений. D) Кривая, монотонно спадающая с ростом момента (жесткая в рабочей зоне и нелинейная в целом).	Правильный ответ: D Обоснование: Естественная механическая характеристика АД нелинейна. На рабочем участке (от $s=0$ до $s=s_{ном}$) она имеет высокую жесткость (скорость слабо падает с ростом момента), а при дальнейшем росте момента до M_{max} кривизна увеличивается, после чего момент резко падает.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
59.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Какой участок механической характеристики асинхронного двигателя является устойчивым для работы при постоянном моменте нагрузки на валу. А) Участок от $s = 0$ до $s = s_{кр}$ (где $dM/dn < 0$). В) Участок от $s = s_{кр}$ до $s = 1$ (где $dM/dn > 0$). С) Точка, соответствующая $s = s_{кр}$. D) Вся характеристика является устойчивой.	Правильный ответ: А Обоснование: Условием устойчивой работы является отрицательная производная момента по скорости ($dM/dn < 0$). Это выполняется на участке от холостого хода ($s \approx 0$) до критического скольжения ($s=s_{кр}$), где при увеличении нагрузки скорость падает, а момент возрастает, восстанавливая равновесие.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
60.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какое воздействие на механическую характеристику асинхронного двигателя с фазным ротором окажет увеличение активного сопротивления в цепи ротора (добавление резистора). А) Максимальный момент M_{max} увеличится, а критическое скольжение $s_{кр}$ не изменится. В) Максимальный момент M_{max} уменьшится, а $s_{кр}$ увеличится.	Правильный ответ: С Обоснование: Согласно формулам, максимальный момент M_{max} не зависит от активного сопротивления ротора R_2 . Однако критическое скольжение $s_{кр}$ прямо пропорционально этому сопротивлению ($s_{кр} \sim R_2$). Поэтому при увеличении R_2 характеристика смещается в сторону больших скольжений (большого снижения скорости при том же моменте), сохраняя величину	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	С) Максимальный момент $M_{\max}$ не изменится, а $s_{\text{кр}}$ увеличится. D) Максимальный момент $M_{\max}$ не изменится, а $s_{\text{кр}}$ уменьшится.	$M_{\max}$.	ответа			
61.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. В основу работы асинхронного двигателя с улучшенными пусковыми свойствами, такого как глубокопазный или двухклеточный, положен физический эффект: А) Увеличения магнитной проницаемости стали ротора при пуске. В) Поверхностного эффекта (вытеснения тока) в проводниках ротора. С) Снижения индуктивного сопротивления рассеяния ротора при больших скольжениях. D) Использования обмотки ротора с повышенным активным сопротивлением постоянному току.	Правильный ответ: В Обоснование: Эффект вытеснения тока (поверхностный эффект) приводит к увеличению активного сопротивления и уменьшению индуктивного сопротивления пусковой клетки или верхней части проводника при пуске ($s=1$), что улучшает пусковые параметры.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
62.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, какое основное преимущество двухклеточного асинхронного двигателя по сравнению с двигателем с фазным ротором при пуске. А) Более высокий коэффициент полезного действия в рабочем режиме. В) Более широкий диапазон плавного регулирования скорости. С) Получение высокого пускового момента при относительно небольшом пусковом токе без использования внешних резисторов. D) Возможность работы в режиме синхронного двигателя.	Правильный ответ: С Обоснование: Конструкция двухклеточного ротора (верхняя клетка с высоким сопротивлением, нижняя с низким) позволяет получить благоприятную пусковую характеристику (высокий момент, умеренный ток) без сложной и дорогой контактной системы, как у двигателя с фазным ротором.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
63.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выберите, каков основной эксплуатационный недостаток двигателей, использующих эффект вытеснения тока для улучшения пуска (например, глубокопазных). А) Невозможность реверса направления вращения. В) Снижение коэффициента мощности ($\cos \phi$) в номинальном рабочем режиме. С) Повышенный уровень шума при работе. D) Необходимость питания от источника постоянного тока.	Правильный ответ: В Обоснование: Увеличенный паз и специальная форма проводников для создания эффекта вытеснения тока приводят к повышенному индуктивному сопротивлению рассеяния ротора, что ухудшает $\cos \phi$ двигателя в установившемся рабочем режиме по сравнению с двигателем с обычным короткозамкнутым ротором.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
64.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Чем принципиально отличается	Правильный ответ: В Обоснование: В глубокопазном двигателе используется один высокий проводник в пазу, где эффект	Задание комбинированного	4	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	способ улучшения пусковых характеристик у глубокопазного двигателя от двухклеточного. А) Глубокопазный двигатель использует две отдельные электрические клетки, а двухклеточный — один высокий паз. В) Глубокопазный двигатель использует одну обмотку в высоком пазу, полагаясь на неравномерное распределение тока по его высоте, а двухклеточный имеет две явно разделенные обмотки (клетки). С) Двухклеточный двигатель требует подачи постоянного тока на ротор для пуска. Д) Только глубокопазные двигатели способны работать от сети с частотой 50 Гц.	вытеснения тока создает условное разделение на "пусковую" и "рабочую" части. В двухклеточном двигателе это разделение конструктивное — две физически separate обмотки, размещенные в разных пазах или ярусах.	типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			
65.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Определите, почему в двухклеточном двигателе пусковая (верхняя) клетка изготавливается из материала с высоким удельным сопротивлением (например, латуни), а рабочая (нижняя) — из меди. А) Чтобы снизить стоимость двигателя. В) Чтобы повысить механическую прочность ротора. С) Чтобы обеспечить высокое активное сопротивление пусковой цепи для увеличения пускового момента и уменьшить сопротивление рабочей цепи для высокого КПД. Д) Чтобы улучшить охлаждение рабочей клетки.	Правильный ответ: С Обоснование: Высокое сопротивление пусковой клетки (латунь) необходимо для получения большого пускового момента при ограничении тока. Низкое сопротивление рабочей клетки (медь) минимизирует потери в роторе и обеспечивает высокий КПД в номинальном режиме работы, когда ток вытесняется в нижнюю клетку.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
66.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Отправной точкой и первым этапом в процессе проектирования асинхронного двигателя является... А) Расчет магнитной цепи статора. В) Выбор компьютерной программы для моделирования. С) Определение исходных данных и требований (мощность, напряжение, частота, режим работы). Д) Выбор материала для обмотки ротора.	Правильный ответ: С Обоснование: Проектирование всегда начинается с четкого определения технического задания (исходных данных), на основе которого выбираются все последующие параметры и методы расчета.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
67.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Наиболее специализированными и эффективными для электромагнитного расчета и проектирования асинхронных машин являются компьютерные программы класса... А) Программы для черчения	Правильный ответ: С Обоснование: Специализированные CAD-системы для электрических машин имеют встроенные библиотеки материалов, шаблоны расчетов и методы анализа (например, метод конечных элементов), созданные именно для задач проектирования	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и	4	4	3

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	(например, AutoCAD). В) Универсальные математические пакеты (например, MATLAB). С) Специализированные CAD-системы для электрических машин (например, ANSYS Maxwell, SPEED, Motor-CAD). D) Программы для расчета электрических цепей (например, Micro-Cap).	электромеханических преобразователей.	обоснованием выбора ответа			
68.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Выбор главных размеров асинхронного двигателя (внутренний диаметр статора D и расчетная длина сердечника l_δ) в первую очередь зависит от... А) Марки стали магнитопровода. В) Коэффициента полезного действия. С) Отношения $D^2 \cdot l_\delta$, определяемого через расчетную мощность, синхронную частоту вращения и электромагнитные нагрузки (коэффициент использования). D) Наружного диаметра корпуса двигателя.	Правильный ответ: С Обоснование: Основная формула для предварительного определения главных размеров ($D^2 \cdot l_\delta$) выводится из уравнения ЭДС и связывает геометрические размеры с ключевыми проектными параметрами: мощностью, скоростью, магнитной и электрической нагрузкой.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
69.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Решающее влияние на величину намагничивающего тока и коэффициент мощности ($\cos \phi$) асинхронного двигателя при проектировании оказывает параметр... А) Длина воздушного зазора. В) Количество пазов статора. С) Сечение провода обмотки статора. D) Наружный диаметр сердечника ротора.	Правильный ответ: А Обоснование: Длина воздушного зазора определяет его магнитное сопротивление. Чем больше зазор, тем больший намагничивающий ток требуется для создания рабочего магнитного потока, что напрямую ухудшает коэффициент мощности двигателя.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
70.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Основным ограничивающим фактором, не позволяющим бесконечно уменьшать массу активных материалов (стали и меди) при проектировании, является... А) Стоимость изоляционных материалов. В) Допустимый уровень магнитной индукции в зубцах и ярме, а также плотность тока в обмотках (нагрев). С) Максимально допустимая частота вращения вала. D) Стандартизированные габариты подшипниковых щитов.	Правильный ответ: В Обоснование: Уменьшение размеров при заданной мощности ведет к росту электромагнитных нагрузок (магнитной индукции и плотности тока). Превышение допустимых значений приводит к чрезмерному нагреву и насыщению магнитной цепи, что делает проект неработоспособным.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	3
71.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Источником постоянного тока для	Правильный ответ: С Обоснование: Бесщеточная система возбуждения является современным стандартом для мощных	Задание комбинированного	4	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	питания обмотки возбуждения ротора классического синхронного генератора на современных мощных станциях чаще всего является... А) Возбудитель — генератор постоянного тока на валу основного генератора. В) Выпрямительная система, питающаяся от сети собственных нужд станции через понижающий трансформатор. С) Бесщеточная система, где вращающийся выпрямитель питается от переменного тока вспомогательного генератора на общем валу. D) Постоянные магниты, размещенные на роторе.	турбогенераторов, так как она исключает ненадежный щеточный аппарат, что повышает надежность и снижает эксплуатационные расходы.	типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			
72.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Синхронный двигатель с явновыраженными полюсами на роторе в отличие от неявнополюсного характеризуется... А) Возможностью работы только на одной синхронной скорости. В) Наличием успокоительной (демпферной) обмотки в виде беличьей клетки. С) Конструкцией, рассчитанной на очень высокие механические окружные скорости. D) Расположением обмотки возбуждения в пазах ротора, образующей распределенную двухфазную систему.	Правильный ответ: В Обоснование: Явнополюсные роторы (для тихоходных гидрогенераторов и двигателей) имеют полюса с катушками, между которыми устанавливаются металлические стержни, короткозамкнутые с торцов, образующие демпферную обмотку для асинхронного пуска и подавления качаний.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
73.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Какая из перечисленных систем возбуждения синхронной машины является электромашиной системой независимого возбуждения. А) Система «генератор–двигатель» с питанием обмотки независимого возбуждения основного генератора от управляемого выпрямителя. В) Система с тиристорным выпрямителем, питающимся от выводов статора основного генератора через понижающий трансформатор. С) Система с возбудителем в виде синхронного генератора и вращающимся выпрямителем на валу (бесщеточная). D) Система с подвозбудителем и главным возбудителем в виде генераторов постоянного тока на одном валу с основным генератором.	Правильный ответ: D Обоснование: В электромашиной системе независимого возбуждения энергия для создания потока поступает от генераторов постоянного тока (подвозбудителя и главного возбудителя), механически связанных с валом основной машины, и не зависит от состояния сети или вывода статора.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
74.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его.	Правильный ответ: D Обоснование: Активная часть статора (сердечник из	Задание комбин	4	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	Статор синхронной машины по своей конструкции принципиально отличается от статора асинхронной машины тем, что... А) Не имеет магнитопровода, набранного из листовой электротехнической стали. В) В его пазах уложена трехфазная обмотка, рассчитанная на высокое напряжение. С) Имеет принципиально иную конструкцию сердечника и обмотки. Д) Не имеет принципиальных отличий; конструкция активного статора (сердечник с трехфазной обмоткой) аналогична.	шихтованной стали с трехфазной распределенной обмоткой) у синхронных и асинхронных машин общего назначения конструктивно аналогична, так как предназначена для создания или взаимодействия с вращающимся магнитным полем.	ированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			
75.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Основным преимуществом системы статического тиристорного самовозбуждения синхронного генератора (питание выпрямителя от выводов статора) является... А) Абсолютная независимость процесса возбуждения от режима работы генератора. В) Простота схемы и отсутствие вращающихся машин в системе возбуждения. С) Способность надежно осуществлять самовозбуждение и поддерживать напряжение при глубоких symmetrical КЗ на выводах генератора. Д) Отсутствие необходимости в источнике оперативного переменного тока для начального возбуждения.	Правильный ответ: В Обоснование: Главное преимущество статической системы — высокая надежность и быстродействие из-за отсутствия вращающихся элементов (возбудительных генераторов). Однако ее существенный недостаток — зависимость от напряжения на выводах генератора, что затрудняет подавление токов КЗ.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
76.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Под реакцией якоря в синхронном генераторе при работе на индуктивную нагрузку понимается... А) Нагрев обмотки якоря протекающим током нагрузки. В) Размагничивающее действие поперечного магнитного поля якоря на основной поток полюсов. С) Искажение синусоидальной формы кривой выходного напряжения. Д) Уменьшение частоты генерируемого напряжения.	Правильный ответ: В Обоснование: Реакция якоря — это воздействие магнитного поля статора на основное поле ротора. При индуктивной нагрузке возникает продольная размагничивающая составляющая, ослабляющая основной поток.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
77.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Понятие «синхронное индуктивное сопротивление» (X_s) в схеме замещения неявнополюсного синхронного генератора включает в себя... А) Только индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора (X_σ).	Правильный ответ: С Обоснование: Синхронное сопротивление X_s — это внутреннее индуктивное сопротивление машины, равное сумме сопротивления рассеяния статора X_σ и сопротивления реакции якоря X_{ad} .	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием	4	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	В) Только индуктивное сопротивление, эквивалентное влиянию основной реакции якоря (X_{ad}). С) Сумму индуктивного сопротивления рассеяния и индуктивного сопротивления реакции якоря ($X_s = X_\sigma + X_{ad}$). D) Активное сопротивление обмотки статора, приведенное к индуктивному виду.		вариантом выбора ответа			
78.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Характеристика холостого хода (ХХ) синхронного генератора $E_0 = f(I_a)$ имеет характерный вид... А) Прямой линией, выходящей из начала координат. В) Гиперболы. С) Кривой, близкой к прямой в начале и плавно переходящей в полку насыщения. D) Синусоиды.	Правильный ответ: С Обоснование: Характеристика ХХ нелинейна из-за насыщения магнитной цепи: линейный участок при малых токах сменяется полкой насыщения при их увеличении.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
79.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. При построении практической диаграммы ЭДС (диаграммы Потье) для номинального режима работы синхронного генератора, ЭДС холостого хода (E_0) определяется как... А) Арифметическая сумма напряжения и падения на активном сопротивлении: $E_0 = U + I_a \cdot R_a$. В) Векторная сумма напряжения и падения на сопротивлении рассеяния: $E_0 = U + jI_a \cdot X_\sigma$. С) Гипотенуза прямоугольного треугольника, построенного на векторе напряжения U с учетом падений напряжения на сопротивлениях R_a и X_p (реактивном сопротивлении Потье). D) Корень квадратный из суммы квадратов напряжения и падения на синхронном сопротивлении: $E_0 = \sqrt{U^2 + (I_a X_s)^2}$.	Правильный ответ: С Обоснование: Диаграмма Потье — это графический метод учета насыщения, где E_0 находится как гипотенуза треугольника с катетами IR_a и I^*X_p .	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
80.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Максимальная активная мощность, которую может отдать в сеть синхронный генератор при постоянном токе возбуждения, в первую очередь ограничивается... А) Максимальным допустимым током статора. В) Пределом статической устойчивости (максимальным углом $\theta = 90^\circ$). С) Нагревом обмотки ротора. D) Уровнем шума и вибрациями.	Правильный ответ: В Обоснование: Согласно угловой характеристике, максимум мощности достигается при $\theta=90^\circ$. Работа за этим углом приводит к выпадению из синхронизма.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
81.	Прочитайте вопрос, выберите	Правильный ответ: D	Задание	4	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	правильный ответ и кратко обоснуйте его. Обязательным условием для безударного включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью методом точной синхронизации является... А) Равенство действующих значений линейных напряжений генератора и сети. В) Равенство частот напряжения генератора и сети. С) Совпадение порядка чередования фаз генератора и сети. Д) Одновременное выполнение всех условий: равенства напряжений, равенства частот и совпадения фаз.	Обоснование: Точная синхронизация требует одновременного выполнения всех трех условий для исключения уравнивающих токов и механических ударов в момент включения. Несоблюдение любого из них опасно для оборудования.	е комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			
82.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Для изменения активной нагрузки на синхронный генератор, уже работающий параллельно с сетью, необходимо регулировать... А) Ток возбуждения ротора. В) Мощность, подводимую к валу генератора от первичного двигателя. С) Индуктивное сопротивление линии передачи. Д) Напряжение на шинах сети.	Правильный ответ: В Обоснование: Активная мощность, отдаваемая в сеть, определяется балансом механической мощности на валу и электрической мощности нагрузки. Изменяя момент первичного двигателя, регулируют активную нагрузку генератора. Ток возбуждения влияет на реактивную мощность.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
83.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Предел статической устойчивости неявнополюсного синхронного генератора, работающего на сеть большой мощности, согласно угловой характеристике, достигается при угле θ между ЭДС и напряжением, равном... А) 0° В) 45° С) 90° Д) 180°	Правильный ответ: С Обоснование: Формула мощности $P \sim \sin \theta$ показывает, что максимум активной мощности и, следовательно, предел статической устойчивости наступает при $\theta = 90^\circ$. Работа при углах, близких или больших этого значения, нестабильна.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
84.	Для гашения свободных колебаний ротора (качаний) синхронного генератора относительно положения равновесия при внезапных возмущениях в сети предназначена... А) Основная обмотка возбуждения. В) Демпферная (успокоительная) обмотка, выполненная в виде короткозамкнутой клетки на полюсах. С) Обмотка статора. Д) Система автоматического регулирования возбуждения (АРВ).	Правильный ответ: В Обоснование: Демпферная обмотка создает асинхронный тормозной момент при любых отклонениях скорости ротора от синхронной, эффективно гася механические колебания. АРВ (Д) служит для поддержания напряжения и статической устойчивости.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
85.	Прочитайте вопрос, выберите	Правильный ответ: В	Задание	4	4	4

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	правильный ответ и кратко обоснуйте его. U-образные характеристики синхронного генератора, работающего на сеть бесконечной мощности, представляют собой семейство кривых, показывающих зависимость... А) Активной мощности от тока возбуждения при постоянном напряжении. В) Тока статора от тока возбуждения при различных постоянных значениях активной мощности. С) Коэффициента мощности от скольжения ротора. Д) Напряжения на зажимах от тока нагрузки.	Обоснование: U-образные характеристики (V-curves) — это зависимости $I_{ст} = f(I_{в})$ при $P = \text{const}$ и $U = \text{const}$. Минимум каждой кривой соответствует режиму работы с единичным коэффициентом мощности ($\cos \varphi = 1$).	е комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			
86.	Принцип действия синхронного двигателя основан на том, что... А) Ротор разгоняется до скорости, близкой к синхронной, за счет асинхронного момента от короткозамкнутой обмотки, а затем вытягивается в синхронизм при подаче возбуждения. В) Постоянный магнитный поток ротора непрерывно догоняет вращающееся магнитное поле статора, создавая постоянный по величине асинхронный момент. С) Вращающееся магнитное поле статора увлекает за собой постоянные магнитные полюсы ротора, заставляя его вращаться с синхронной скоростью. Д) Ток в обмотке ротора создает переменное магнитное поле, взаимодействующее с полем статора, что приводит к появлению скольжения.	Правильный ответ: С Обоснование: Работа синхронного двигателя основана на синхронном взаимодействии: вращающееся поле статора и поле полюсов ротора (от постоянных магнитов или обмотки возбуждения) магнитными силами «сцепляются», заставляя ротор вращаться строго с синхронной скоростью ($n = 60f/p$). Вариант А описывает метод пуска, а не принцип действия.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
87.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Наиболее распространенным способом пуска синхронного двигателя общей мощностью является... А) Прямое включение в сеть при номинальном напряжении и токе возбуждения. В) Частотный пуск с плавным увеличением частоты питающего напряжения от нуля до номинальной. С) Асинхронный пуск с использованием демпферной (пусковой) обмотки, размещенной на роторе. Д) Пуск с помощью вспомогательного двигателя, разгоняющего ротор до синхронной скорости.	Правильный ответ: С Обоснование: Асинхронный пуск с демпферной обмоткой — стандартный промышленный метод. Ротор с короткозамкнутой клеткой разгоняется как асинхронный двигатель до подсинхронной скорости, после чего подается ток возбуждения, и двигатель вытягивается в синхронизм.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
88.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его.	Правильный ответ: С Обоснование: U-образные характеристики (V-кривые) показывают, как ток статора I_1				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	U-образные характеристики синхронного двигателя представляют собой графики зависимости... А) Потребляемой активной мощности от тока возбуждения при постоянном моменте на валу. В) Коэффициента мощности от частоты вращения ротора. С) Тока статора от тока возбуждения при постоянной механической нагрузке на валу. Д) Электромагнитного момента от угла нагрузки θ.	изменяется при регулировании тока возбуждения I_v для фиксированных значений мощности на валу ($P_2 \approx \text{const}$). Минимум кривой соответствует работе с $\cos \varphi = 1$.				
89.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Ключевым эксплуатационным преимуществом синхронного двигателя перед асинхронным является его способность... А) Легко переносить большие перегрузки по моменту. В) Работать с различными скоростями при питании от сети постоянной частоты. С) Потреблять из сети реактивную мощность и тем самым улучшать коэффициент мощности предприятия. Д) Запускаться под нагрузкой без специальных устройств.	Правильный ответ: С Обоснование: Регулируя ток возбуждения, синхронный двигатель может работать с опережающим $\cos \varphi$, генерируя реактивную мощность в сеть. Это позволяет компенсировать реактивную мощность асинхронных двигателей, улучшая общий коэффициент мощности установки. Асинхронные двигатели реактивную мощность только потребляют.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
90.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Синхронный компенсатор — это синхронная машина, специально предназначенная для... А) Преобразования механической энергии в электрическую в режиме холостого хода. В) Выработки реактивной мощности с целью регулирования напряжения в сети без выполнения механической работы. С) Плавного регулирования частоты вращения исполнительных механизмов. Д) Пуска мощных синхронных двигателей.	Правильный ответ: В Обоснование: Синхронный компенсатор — это синхронный двигатель, работающий без механической нагрузки (на холостом ходу). Регулируя его ток возбуждения, можно гибко генерировать или потреблять реактивную мощность, стабилизируя сетевое напряжение. Это его основное и прямое назначение.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	4
91.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Термическая стойкость электрического аппарата характеризует его способность... А) Выдерживать электродинамические усилия от ударных токов короткого замыкания без механических повреждений. В) Противостоять нагреву токами короткого замыкания в течение заданного времени без превышения допустимых температур и без недопустимых деформаций.	Правильный ответ: В Обоснование: Термическая стойкость — это способность аппарата выдерживать тепловое действие токов КЗ, чтобы его детали не нагрелись сверх допустимых пределов, что могло бы привести к повреждению изоляции или контактов.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	С) Сохранять работоспособность после определенного числа коммутационных операций. D) Обеспечивать минимальные потери в нормальном рабочем режиме.					
92.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Динамическая (электродинамическая) стойкость аппарата — это способность... А) Противостоять нагреву токами перегрузки. В) Выдерживать без повреждений механические усилия, возникающие между проводниками с током при коротком замыкании. С) Сохранять изоляционные свойства в условиях загрязненной среды. D) Гасить электрическую дугу при размыкании цепи.	Правильный ответ: В Обоснование: Динамическая стойкость характеризует механическую прочность токоведущих частей и конструктивных элементов против сил взаимного притяжения или отталкивания, возникающих при протекании ударного тока короткого замыкания.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5
93.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Основным требованием, определяющим износостойкость (коммутационную стойкость) контактов аппарата, является... А) Высокая электропроводность. В) Способность противостоять эрозии и свариванию при многократных включениях и отключениях, особенно в дугогасительных устройствах. С) Низкое значение температуры плавления. D) Высокая магнитная проницаемость.	Правильный ответ: В Обоснование: Износостойкость контактов напрямую связана с их способностью сохранять форму и состояние рабочей поверхности после многих операций замыкания и размыкания, в процессе которых происходит электрическая эрозия, перенос материала и воздействие дуги.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5
94.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Для изготовления силовых контактов, работающих в тяжелых коммутационных режимах (например, в воздушных выключателях), часто применяют композиционные материалы на основе... А) Алюминия. В) Меди с добавлением вольфрама или их композиты (типа металлокерамики). С) Стали.	Правильный ответ: В Обоснование: Композиции меди (хорошая проводимость) и вольфрама (высокая тугоплавкость, стойкость к эрозии и свариванию) позволяют создавать контакты, выдерживающие высокие температуры дуги и многократные коммутации.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	D) Свинца.					
95.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Дугостойкие изоляционные материалы (например, стеклослюда, асбоцемент) применяются в аппаратах в основном для... A) Изоляции токоведущих частей, работающих при повышенной влажности. B) Защиты от коррозии металлических деталей. C) Изготовления элементов дугогасительных камер, непосредственно подверженных воздействию электрической дуги. D) Создания магнитных экранов.	Правильный ответ: С Обоснование: Эти материалы обладают высокой стойкостью к термическому удару и абляционным свойствам при воздействии высокотемпературной плазмы дуги, что позволяет им выдерживать её воздействие в дугогасительных устройствах.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5
96.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Биметаллические элементы в электрических аппаратах используются преимущественно в качестве... A) Основного проводника тока. B) Чувствительного элемента для тепловой защиты (реле перегрузки, расцепители). C) Постоянного магнита в системе управления. D) Дугогасящей решетки.	Правильный ответ: В Обоснование: Биметалл, состоящий из двух слоев металлов с разным ТКЛР, изгибается при нагреве. Это свойство используется для преобразования тепла от тока перегрузки в механическое перемещение, размыкающее контакты в устройствах защиты.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5
97.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Полупроводниковые материалы (кремний, карбид кремния) в современных электрических аппаратах находят основное применение для... A) Изготовления корпусов и несущих конструкций. B) Создания основных силовых контактов. C) Изготовления управляющих элементов (тириستоров, диодов, транзисторов) в силовых электронных аппаратах. D) Изоляции высоковольтных вводов.	Правильный ответ: С Обоснование: Уникальные управляемые вентильные свойства полупроводников позволяют создавать на их основе быстродействующие, бесконтактные и управляемые силовые электронные выключатели, регуляторы и преобразователи.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5
98.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко	Правильный ответ: С Обоснование: Главная	Задание комбин	4	4	5

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности (балл)	№ Темы
	обоснуйте его. Важнейшим требованием к основным изоляционным материалам в электрических аппаратах является... А) Высокая магнитная проницаемость. В) Максимально возможная электропроводность. С) Высокие значения электрической прочности и объемного сопротивления при минимальной толщине. Д) Низкая температура плавления.	функция изоляции — предотвращение протекания тока между частями под разными потенциалами. Поэтому ключевые параметры — это электрическая прочность (кВ/мм) и объемное сопротивление, определяющие надежность и габариты изоляционного промежутка.	ированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			
99.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Магнитомягкие материалы (например, электротехническая сталь, пермаллой) в аппаратостроении применяются в основном для... А) Изготовления контактов дугогасительных устройств. В) Создания постоянных магнитов в приводе. С) Изготовления магнитопроводов (сердечников) катушек, электромагнитов и трансформаторов тока. Д) Термокомпенсирующих элементов.	Правильный ответ: С Обоснование: Эти материалы обладают высокой магнитной проницаемостью и низкими потерями на перемагничивание, что делает их идеальными для создания магнитных цепей с минимальными МДС и потерями энергии.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5
100.	Прочитайте вопрос, выберите правильный ответ и кратко обоснуйте его. Под технологичностью конструкции электрического аппарата понимают... А) Его максимальную удельную мощность. В) Сложность принципиальной электрической схемы. С) Приспособленность конструкции к эффективному и экономичному производству с использованием современных методов. Д) Стоимость исходных материалов.	Правильный ответ: С Обоснование: Технологичность — это комплексное свойство конструкции, определяющее удобство ее сборки, использования стандартных деталей, минимальную трудоемкость обработки и, как следствие, низкую себестоимость производства.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	4	5

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций (промежуточного контроля)

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, практические занятия, практика оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания:

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 51 % и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 85 % более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 61 % и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 51 % и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 51 % (в соответствии с картами компетенций ОПОП): при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл.

Таблица 11

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.