Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 06-04-2026 14:46:30 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– – теоретическая и практическая подготовка обучающихся в такой степени, чтобы они могли свободно ориентироваться в выборе электрических двигателей для различных технологических комплексов, уметь их правильно эксплуатировать, составлять технические задания на их разработку и проектирование;
– теоретическая и практическая подготовка обучающихся в такой степени, чтобы они могли свободно ориентироваться в выборе генерирующих и трансформаторных мощностей для различных систем электроснабжения,уметь их правильно эксплуатировать, составлять технические задания на их разработку и проектирование;
– изучение обучающимися общих вопросов проектирования электрических машин;
– освоение обучающимися методик проектирования электрических машин различных типов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– – формирование у обучающихся необходимого набора знаний по принципам действия и конструкции электрических машин различных типов: генераторов и двигателей постоянного тока, трансформаторов, асинхронных электродвигателей, синхронных двигателей и генераторов;
– изучение теоретически и на практике характеристик электрических машин;
– умение на основании каталожных данных рассчитывать характеристики электрических машин;
– умение на основании каталожных данных определять предельные режимы работы машин;
– освоение обучающимися методик выбора главных размеров электрических машин различных типов;
– освоение обучающимися методик расчёта механических, рабочих характеристик электрических машин различных типов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Электроснабжение;
– Системы управления электроприводов;
– Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов;
– Электротехнические материалы;
– Электропривод;
– Практика по профессии.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1 Понимает теоретические основы математических, естественных и общеинженерных наук	– знать: основные понятия и законы механики, термодинамики, газовые законы, законы электромагнетизма; высшую математику, теоретическую механику, инженерную графику и электротехнику в объёме, предусмотренном учебным планом направления подготовки . – уметь: правильно и технически грамотно поставить и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой

			области; применять современные средства и методы моделирования в профессиональной деятельности; пользоваться методами оценки технической, в частности энергетической эффективности объектов профессиональной деятельности и навыками математического обоснования этих методов..
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Проводит расчет, анализ и моделирование линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	– знать: основные понятия и законы электротехники; собственно электротехнику в объёме, предусмотренном учебным планом направления подготовки; методы расчета электрических цепей . – уметь: применять полученные знания для решения задач по расчёту режимов работы электрических цепей, имеющих в своём составе электрические машины и трансформаторы.
		ОПК-4.2 Применяет основы теории электромагнитного поля и электрических машин при решении задач профессиональной	– знать: принципы действия, области применения и возможности основных электротехнических устройств; теорию электромагнитного

		деятельности	поля и электрических машин . – уметь: применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин, электрических аппаратов, устройств, электроустановок в зависимости от параметров источника питания, внешних воздействий электромагнитных полей и требуемых свойств.
		ОПК-4.3 Рассчитывает установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	– знать: принципы действия основных типов электрических машин, трансформаторов и их характеристики . . – уметь: использовать полученные знания при решении практических задач по эксплуатации, испытаниями и ремонту электрических машин, трансформаторов, наладке систем электроприводов и релейной защиты сетей.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***2 сессия / 2 курс***	***3 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*72*	*144*
	зачетных единиц	***6***	*2*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*0*	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***197***	*70*	*127*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Машины постоянного тока (Сведения о конструкции, принципах действия и характеристиках коллекторных машин постоянного тока);

Тема 1.1 Принцип действия, конструкция электрических машин постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока на холостом ходу. (Обратимость электрических машин постоянного тока. Выбор главных размеров машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи машины постоянного тока. Расчёт обмотки возбуждения.);

Тема 1.2 Обмотки якоря машин постоянного тока (Основные соотношения для обмоток якоря. Конструкция обмоток. Петлевые обмотки машин постоянного тока. Волновые обмотки якоря машин постоянного тока. "Шаги" обмоток. Выбор типа и расчёт параметров обмоток якоря.

Расчёт э.д.с. якоря и электромагнитного момента машины постоянного тока);

Тема 1.3 Реакция якоря машины постоянного тока.. Коммутация в машинах постоянного тока и ее влияние на работу машины. (Поперечная и продольная реакция якоря. Устранение влияния реакции якоря. Расчёт МДС реакции якоря машины постоянного тока и компенсационной обмотки. Способы улучшения коммутации. Расчёт реактивной ЭДС. Расчёт обмотки дополнительных полюсов машины постоянного тока.;);

Тема 1.4 Характеристики машин постоянного тока (Характеристики генераторов постоянного тока с независимым возбуждением и параллельным возбуждением. Расчёт характеристик генераторов постоянного тока.; Характеристики двигателей постоянного тока с параллельным и независимым возбуждением. Рабочие и механические характеристики. Характеристики двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением. Расчёт характеристик двигателей постоянного тока.;);

Раздел 2 Силовые трансформаторы (Сведения о конструкции, принципах действия и характеристиках силовых трансформаторов общего назначения);

Тема 2.1 Общие сведения,о силовых трансформаторах (Общие сведения и классификация трансформаторов. Принцип действия, конструкция силовых трансформаторов общего назначения. Конструкции сердечников и обмоток трансформаторов. Дополнительные элементы конструкции силовых трансформаторов.);

Тема 2.2 Схема замещения трансформатора (Уравнения м.д.с. и э.д.с.,трансформатора. Приведение вторичной обмотки, уравнения приведенного трансформатора. Векторная диаграмма трансформаторов при различных видах нагрузки.);

Тема 2.3 Опытное изучение характеристик трансформатора (Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Изменение вторичного напряжения, потери и к.п.д. трансформатора.);

Тема 2.4 Параллельная работа трансформаторов. Трёхфазные трансформаторы (Условия включения силовых трансформаторов на параллельную работу. Схемы соединения обмоток и конструкции сердечников трёхфазных трансформаторов. Группы соединения обмоток и векторные диаграммы трёхфазных трансформаторов.);

Раздел 3 Асинхронные электрические машины (Сведения о конструкции, принципах действия и характеристиках трёхфазных асинхронных машин.);

Тема 3.1 Общие сведения об асинхронных электромашинах (Принцип действия, конструкция асинхронных машин. Скольжение, синхронные скорости асинхронной электромашины. Главные размеры машины. Выбор воздушного зазора. Расчёт размеров зубчатой зоны статора.;Магнитная цепь асинхронной машины. Расчёт магнитной цепи.

Магнитные напряжения зазора, зубцовых зон, ярма статора и ротора. Расчёт намагничивающего тока);

Тема 3.2 Обмотки статора и ротора асинхронной электромашины. (Расчёт ротора. Фазные и короткозамкнутые роторы. Определение размеров сердечника ротора.; М.д.с. обмотки переменного тока. Выбор типа и расчёт параметров обмоток статора. Асинхронная машина при заторможенном ро-торе. Асинхронная машина при вращающемся роторе. Схема замещения асинхронной машины.; Активные сопротивления обмоток статора и фазного ротора. Индуктивные сопротивления обмоток двигателей с фазным ротором. Сопротивления обмоток двигателей с короткозамкнутым ротором.;);

Тема 3.3 Характеристики асинхронной электромашины в режиме электродвигателя. (Механическая характеристика асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины. Расчёт рабочих характеристик асинхронной машины. Реостатный пуск и регулирование скорости двигателя с фазным ротором. Расчёт пусковых характеристик.;);

Тема 3.4 Потери и КПД асинхронной электромашины (Виды потерь мощности в асинхронной электромашине. Расчёт потерь и КПД асинхронной машины с короткозамкнутым и фазным ротором.; Тепловой и вентиляционный расчёт асинхронной машины.);

Раздел 4 Синхронные электрические машины (Сведения о конструкции, принципах действия и характеристиках трёхфазных синхронных электромашин.);

Тема 4.1 Принцип действия, конструкция синхронных машин (Конструкция статора синхронных электромашин. Конструкции роторов: явно- и неявнополюсный роторы синхронных электромашин. Способы возбуждения обмоток ротора.);

Тема 4.2 Реакция якоря синхронной машины (Реакция якоря синхронной машины при различных видах нагрузки. Векторные диаграммы и характеристики синхронного генератора.);

Тема 4.3 Электромагнитные мощность и момент синхронной машины (Составляющие электромагнитной мощности синхронной электромашины. Угловые характеристики машин с разными типами роторов. U- образные характеристики синхронных электромашин.);

Тема 4.4 Пуск в ход синхронных двигателей. Синхронный компенсатор (Способы и схемы пуска синхронных электродвигателей. Использование синхронных двигателей. в качестве синхронных компенсаторов.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1;	Машины постоянного тока.	0.5	

Тема 1.1; Тема 1.4.	Характеристики машин постоянного тока		
Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.4.	Общие сведения,о силовых трансформаторах. Опытное изучение характеристик трансформатора	0.5	
Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.3.	Асинхронные электромашины. Механическая характеристика асинхронной электромашины..	0.5	
Раздел 4; Тема 4.1; Тема 4.4.	Принцип действия, конструкция синхронных машин.Пуск в ход синхронных двигателей. Синхронный компенсатор	0.5	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Тема 1.1.	Расчет магнитной цепи и обмотки возбуждения машины постоянного тока.	2	
Раздел 1; Тема 1.4.	Расчёт рабочих и механических характеристик машин постоянного тока.	2	
Раздел 3; Тема 3.3.	Расчёт рабочих и пусковых характеристик асинхронной машины.	2	
Раздел 4; Тема 4.3.	Расчёт мощности и момента на валу синхронной электрической машины	2	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Тема 1.1; Тема 1.2; Тема 1.3; Тема 1.4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования; 6. Решение задач.	48	
Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.2; Тема 2.3; Тема 2.4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	49	
Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2; Тема 3.3; Тема 3.4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	51	
Раздел 4; Тема 4.1; Тема 4.2; Тема 4.3; Тема 4.4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	49	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	

Итого:	206	0

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1; Тема 1.1; Тема 1.2; Тема 1.3; Тема 1.4.	ОПК-3; ОПК-4	1. Задачи; 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.2; Тема 2.3; Тема 2.4.	ОПК-3; ОПК-4	1. Задачи; 2. Контрольная работа; 3. Тестовые задания
Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2; Тема 3.3; Тема 3.4.	ОПК-3; ОПК-4	1. Задачи; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4; Тема 4.1; Тема 4.2; Тема 4.3; Тема 4.4.	ОПК-3; ОПК-4	1. Задачи; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 40 минут. Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 20 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	зачтено
9	-	не зачтено

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

- 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
- 10 – 13 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
- менее 10 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – задачи; контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; расчеты проведены правильно; допущены незначительные ошибки в расчетах.	зачтено
Обучающийся обнаруживает незнание ответов по содержанию задания. Не выполнены требования к написанию и оформлению заданий контрольной работы; задание выполнено в неполном объеме; расчеты выполнены неверно. Оценка «не зачтено» отмечает недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	не зачтено

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используются вопросы из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
100%	не менее 60%	зачтено
59%	- / -	не зачтено

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию решений задач

Решение задач – это форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется под руководством и контролем со стороны преподавателя с целью формирования знаний и умений.

Критерии оценки решения задач:

– правильность решения задач (учитывается количество и характер ошибок);
– сознательность решения задач (учитывается понимание материала);
– логика изложения материала решения (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
– использование при выполнении учебных заданий требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие).
– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки решения задачи:

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся решил задачу в полном объёме; расчеты проведены правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать решение, применить знания на практике; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает решение неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать решение и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в решении или ответе в целом, искажающие смысл задания, не может обосновать решение. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	неудовлетворительно

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.

Оценка	Требования к знаниям
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии : учебное пособие для вузов / В. В. Жуловян. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 425 с. – ISBN 978-5-534-04292-4. – URL: https://urait.ru/bcode/538789 (дата обращения: 05.02.2026);

2 Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 267 с. – ISBN 978-5-534-03222-2. – URL: https://urait.ru/bcode/537617 (дата обращения: 05.02.2026);

3 Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 407 с. – ISBN 978-5-534-03224-6. – URL: https://urait.ru/bcode/537618 (дата обращения: 05.02.2026);

4 Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для вузов / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 181 с. – ISBN 978-5-534-00881-4. – URL: https://urait.ru/bcode/555562 (дата обращения: 05.02.2026);

5 Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 349 с.;

6 Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 828 с. – ISBN 978-5-534-11700-4. – URL: https://urait.ru/bcode/542473 (дата обращения: 05.02.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;

– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Кипервассер Михаил Вениаминович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Единицей измерения величины магнитного потока является:

а) Вебер; б) Вольт; в) Генри; г) Кулон.

2. Единицей измерения величины электрического заряда является:

а) Генри; б) Вольт; в) Вебер; г) Кулон.

3 Единицей измерения величины тока является:

а) Ом; б) Вольт; в) Ампер; г) Сименс.

4. Как записывается первый закона Кирхгофа?

а) $I = \frac{U}{R}$; б) $\sum_{k=1}^{n} U_к = \sum_{k=1}^{n} E_к$; в) $\sum_{k=1}^{n} I_к = 0$; г) $W = R \cdot I^2 \cdot t$.

5. Как записывается второй закона Кирхгофа?

а) $I = \frac{U}{R}$; б) $W = R \cdot I^2 \cdot t$; в) $\sum_{k=1}^{n} I_k = 0$; г) $\sum_{k=1}^{n} U_k = \sum_{k=1}^{n} E_к$

6. Какой из проводов одинакового диаметра и длины сильнее нагревается при одном и том же токе: медный или алюминиевый?

а) медный; б) алюминиевый; в) оба провода нагреваются одинаково.

7. Чему будет равно напряжение на каждой из десяти одинаковых ламп накаливания, соединенных последовательно, если на входе цепи действует напряжение U=220В?

а) 220В; б) 110 В; б) 22В.

8. Три резистора сопротивлением R_1 = 20 Ом, R_2= 40 Ом, R_3 = 50 Ом соединены параллельно. Чему будет равен ток на входе цепи, если U=200В?

а) 4А; б) 5А; в) 10А; г) 19А.

9. Два резистора соединены последовательно. $R_1 > R_2$. В каком сопротивлении выделится большая мощность?

а) в R_1; б) в R_2; в) мощности равны.

10. Индуктивности характеризуется … характеристикой.

а) вольт-амперной; б) вебер-амперной; в) кулон-вольтной.

11. Два резистора соединены параллельно: $R_1 > R_2$. В каком сопротивлении будет больший ток?

а) в R_1; б) в R_2; в) токи равны.

12. Ёмкость характеризуется … характеристикой.

а) кулон - вольтной; б) вебер - амперной; в) вольт - амперной.

13. При параллельном соединении двух сопротивлений (R_1 и R_2) справедлива формула:

а) $R_{1,2} = R_1 + R_2$; б) $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$; в) $R_{1,2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$.

14. Два резистора соединены параллельно: R_1 = 4 Ом; R_2 = 6 Ом. Ток неразветвленного участка цепи: I = 5А. Чему равен ток в резисторе R_1?

а) 5А; б) 4А; в) 3А; г) 2А.

15. Два резистора с сопротивлениями R_1=30 Ом и R_2=20 Ом соединены последовательно. Напряжение на входе: U = 100В. Чему равно напряжение на резисторе R_1?

а) 100В; б) 60В; в) 50В; г) 40В.

16. Единицей измерения величины электродвижущей силы является:

а) Вебер; б) Вольт; в) Генри; г) Кулон.

17. Единицей измерения величины электрического сопротивления является:

а) Ом; б) Вольт; в) Ампер; г) Сименс.

18. Единицей измерения величины проводимости является:

а) Ом; б) Вольт; в) Ампер; г) Сименс.

19. Единицей измерения величины напряжения электрического поля является:

а) Вебер; б) Вольт; в) Генри; г) Кулон.

20. Единицей измерения величины индуктивности является:

а) Вебер; б) Вольт; в) Генри; г) Кулон.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Машины постоянного тока

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Верно ли утверждение?

В основном генераторы работают при постоянстве частоты вращения;

Верно; Неверно

2. Коллекторные пластины и щётки изготовляются из разных мате-риалов для….

Выберите один ответ:

а) образования материалами щёток и коллекторных пластин контактной термопары;

б) обеспечения наибольшей износостойкости коллекторных пластин;

в) обеспечения наибольшей проводимости ;

г) обеспечения наибольшей износостойкости щёток.

3. В каких случаях в машине постоянного тока присутствует ЭДС в обмотках ротора?

Выберите один ответ:

а) всегда;

б) только при работе машины в двигательном режиме;

в) никогда;

г) всегда, когда присутствует поток в магнитопроводе;

е) только при работе машины в генераторном режиме.

4. Физическая нейтраль это…… Выберите один ответ:

а) прямая, задающаяся точками, в которых кривая результирующего поля в машине проходит через ноль;

б) прямая, задающаяся точками, в которых кривая результирующего поля в машине достигает своего максимального значения;

в) линия, перпендикулярная линии геометрической нейтрали; г) линия симметрии якоря электрической машины.

5.К чему присоединяются выводы секций обмоток якоря?

Выберите один ответ:

а) к зубчатому сердечнику;

б) к полюсным наконечникам; в) к коллекторным пластинам; г) к щёточному аппарату.

6. Как называется часть электрической машины, служащая для подведения (отведения) тока к коллектору?

Выберите один ответ:

а) щёточный аппарат;

б) сердечник;

в) ярмо;

г) статор.

7. Вставьте пропущенные слова:

Щётки располагаются по линиям геометрической нейтрали для того чтобы_____

создать максимальный ток; избежать короткого замыкания ЭДС секции; изменять направление магнитного потока витка.

8. Вставьте пропущенные слова:

Чтобы заставить ток во внешней цепи машины протекать в одну сторону, то – есть выпрямить, выполняют специальное устройство, называемое_____.

щёточным аппаратом; статором; станиной; коллектором.

9. Вставьте пропущенные слова:

Коллекторные пластины изготовляются из _____,

стали; серебра; цинка; меди; графита.

10. Как называется часть станины, служащая для проведения магнитного потока?

Выберите один ответ:

а) полюс;

б) якорь;

в) обмотка;

г) ярмо.

11. Сердечники главных полюсов….

Выберите один ответ:

а) представляют собой медные литые блоки;

б) представляют собой стальные литые блоки;

в) не имеют конкретного исполнения;

г) набираются из листов электротехнической стали.

12. Из каких участков состоит магнитная цепь машины постоянного тока?

Выберите один ответ:

а) зазор, зубцовая зона, спинка якоря, сердечник главного

полюса, ярмо;

б) зазор, ярмо, спинка якоря;

в) спинка якоря, сердечник главного плюса, ярмо;

г) сердечник главного полюса.

13 Верно ли утверждение?

Волновая обмотка отличается от петлевой тем, что обе обмотки имеют одинаковый шаг по коллектору равный единице, но отличаются результирующим шагом обмотки по якорю

Верно; Неверно

14. Обмотки машин постоянного тока выполняются из……

Выберите один ответ:

а) меди;

б) стали;

в) алюминия;

г) олова;

е) бронзы.

15 Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом::

Шагом обмотки по коллектору называется…..

а) количество коллекторных пластин между началом одной секции и концом следующей секции;

б) число секций обмотки;

в) количество коллекторных пластин между началом и концом одной секции;

г) произведение числа коллекторных пластин между началом и концом одной секции на число витков секции.

16 Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Секция простой петлевой обмотки….

а) соединяет две соседние коллекторные пластины;

б) не соединяет коллекторных пластин;

в) соединяет коллекторные пластины с шагом по коллектору $У_к=(k\pm1)/p$;

г) соединяет коллекторные пластины с шагом по коллектору $У_к=2$.

17. ЭДС обмотки якоря равна….

Выберите один ответ:

а) наибольшей из ЭДС секций, составляющих одну параллельную ветвь обмотки;

б) сумме ЭДС секций, составляющих одну параллельную ветвь

обмотки;

в) произведению ЭДС секций, составляющих одну параллельную ветвь обмотки;

г) наименьшей из ЭДС секций, составляющих одну параллельную ветвь обмотки.

18. Где располагается активная часть обмоток якоря?

Выберите один ответ:

а) на дополнительных полюсах;

б) вне пазов якоря;

в) в пазах якоря;

г) на валу электрической машины.

19. Что является основным конструктивным элементом обмотки якоря машины постоянного тока?

Выберите один ответ:

а) активные стороны обмотки;

б) секция обмотки;

в) паз обмотки;

г) коллекторные пластины.

20. Устранение влияния реакции якоря в машине постоянного тока достигается выполнением…..

Выберите один ответ:

а) обмотки возбуждения; б) обмотки якоря;

в) компенсационной обмотки;

г) обмотки дополнительных полюсов.

21. Как соотносятся линии физической и геометрической нейтрали для машины, работающей в режиме генератора под нагрузкой?

Выберите один ответ:

а) линии геометрической и физической нейтрали совпадают;

б) линия физической нейтрали смещена относительно линии геометрической нейтрали по направлению вращения якоря;

в) линия физической нейтрали смещена относительно линии геометрической нейтрали против направления вращения якоря;

г) линия физической нейтрали всегда располагается перпендикулярно линии геометрической нейтрали.

22. Когда в машине постоянного тока, работающей в режиме двигателя, реакция якоря ослабляет (или искажает) магнитное поле машины?

Выберите один ответ:

а) только в случае расположения щёток на геометрической нейтрали;

б) в любом случае;

в) только в случае расположения щёток не на геометрической нейтрали;

г) никогда.

23. Чтобы выпрямить переменный ток полностью, в машине постоянного тока нужно поставить щётки так, чтобы наводимая в витке ЭДС в момент перехода с одной пластины на другую была….

Выберите один ответ:

а) равна нулю;

б) меньше первоначального значения ;

в) равна предыдущему значению;

г) больше первоначального значения.

24 Вставьте пропущенные слова.

Устранение искрения на коллекторе при коммутации в машине постоянного тока достигается выполнением_____,

а) обмотки возбуждения; обмотки якоря;

б) компенсационной обмотки;

в) обмотки дополнительных полюсов.

25. Характеристика холостого хода электрической машины это….. Выберите один ответ:

а) зависимость тока якоря от тока от тока возбуждения при отсутствии нагрузки;

б) зависимость напряжения на якоре от тока якоря;

в) зависимость напряжения на якоре от тока возбуждения; г) зависимость тока возбуждения от тока якоря.

26. Вставьте пропущенные слова.

Одним из условий самовозбуждения является_____,

а) встречное направление остаточного магнитного потока и потока обмотки возбуждения;

б) остаточный магнитный поток равен нулю;

в) величина сопротивления цепи возбуждения больше критической;

г) согласное направление остаточного магнитного потока и потока обмотки возбуждения.

27. Вставьте пропущенные слова.

Для генераторов постоянного тока напряжение на зажимах обмотки якоря равно _____,

а) наводимой в якоре ЭДС;

б) падению напряжения на сопротивлении якоря;

в) разности наводимой в якоре ЭДС и падения напряжения на сопротивлении якоря;

г) сумме наводимой в якоре ЭДС и падения напряжения на сопротивлении якоря.

28. Установите соответствие между вариантом продолжения

фразы и её началом:

Регулировочная характеристика генератора постоянного тока это….

а) зависимость напряжения на якоре от тока якоря;

б) зависимость тока возбуждения от тока якоря;

в) зависимость тока якоря от тока от тока возбуждения при отсутствии нагрузки;

г) зависимость напряжения на якоре от тока возбуждения.

29. Для какого типа генераторов характерен эффект самовозбуждения?

Выберите один ответ:

а) для генераторов со смешанным возбуждением;

б) для генераторов с параллельным возбуждением;

в) для генераторов с независимым возбуждением;

г) для генераторов с последовательным возбуждением.

30. По какой формуле рассчитывается ЭДС якоря?

Выберите один ответ:

а) $E=C_e n\Phi$;

б) $E=C_e n\Phi^3$;

в) $E=C_e(n^2)\Phi$;

г) $E=BVl$.

31. Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Характеристика короткого замыкания генератора это…

а) зависимость напряжения на якоре от тока возбуждения;

б) зависимость тока возбуждения от тока якоря;

в) зависимость тока якоря от тока от тока возбуждения при отсутствии нагрузки;

г) зависимость напряжения на якоре от тока якоря.

32. Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Внешняя характеристика генератора это…

а) зависимость тока якоря от тока от тока возбуждения при отсутствии нагрузки;

б) зависимость напряжения на якоре от тока якоря;

в) зависимость напряжения на якоре от тока возбуждения;

г) зависимость тока возбуждения от тока якоря.

33. Как изменяется момент двигателя последовательного возбуждения при росте тока якоря?

Выберите один ответ:

а) прямолинейно возрастает;

б) возрастает пропорционально квадрату тока якоря;

в) прямолинейно убывает;

г) убывает пропорционально квадрату тока якоря.

34. Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Скоростная характеристика двигателя последовательного возбуждения имеет форму…..

а) горизонтальной прямой;

б) гиперболы;

в) параболы;

г) наклонной прямой.

35. Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Увеличения скорости в двигателе последовательного возбуждения может быть достигнуто при помощи….

а) только при увеличении питающего напряжения;

б) шунтирования обмотки возбуждения или увеличения питающего напряжения;

в) только при шунтировании обмотки возбуждения;

г) шунтирования обмотки якоря.

36. По какой формуле рассчитывается момент якоря двигателя постоянного тока?

Выберите один ответ:

а) $M=C(\Phi^2)Ia$;

б) $M=C\Phi Ia$;

в) $M=C\Phi Ia^2$;

г) $M=\Phi$ Ia.

37. Вставьте пропущенные слова.

Скоростная характеристика двигателя постоянного тока это <u>…….</u>

а) зависимость тока якоря от тока возбуждения при отсутствии нагрузки;

б) зависимость напряжения на якоре от тока якоря;

в) зависимость напряжения на якоре от тока возбуждения;

г) зависимость частоты вращения от тока якоря.

38. Что такое «Механическая характеристика двигателя постоянного тока»?

Выберите один ответ:

а) зависимость тока якоря от момента на валу двигателя;

б) зависимость частоты вращения от момента на валу двигателя;

в) зависимость напряжения на якоре от тока возбуждения;

г) зависимость частоты вращения от тока якоря.

39. Как может быть достигнуто уменьшение скорости двигателя независимого возбуждения?

Выберите один ответ:

а) увеличением питающего напряжения;

б) уменьшением тока обмотки возбуждения;

в) шунтированием обмотки возбуждения;

г) введением сопротивления в цепь обмотки якоря.

Задачи

Задача 1. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения характеризуется следующими номинальными величинами: мощность на валу $P_н$ = 2500 Вт, напряжение на зажимах двигателя $U_н$ = 220 В, номинальная частота вращения якоря n = 1100 об/мин, потери мощности в цепях обмотки якоря $\Delta P_{ан}$ = 310 Вт и обмотки возбуждения $\Delta P_{вн}$ = 300 Вт, прочие потери мощности $\Delta P_м$ = 50 Вт.

Необходимо:

1. Найти мощность, потребляемую из сети $P_{1н}$, ток двигателя $I_н$, момент на валу $M_н$.

2. Сопротивление якорной обмотки $r_а$ и обмотки возбуждения $r_в$.

3. Построить зависимости частоты вращения якоря и момента от тока якоря, т.е. $n = f(I_а)$ и $M = f(I_а)$. Используя указанные зависимости, рассчитать и построить механическую характеристику двигателя $n = f(M)$.

При выполнении п. 3 необходимо учесть насыщение магнитопровода, используя зависимость, приведенную в таблице.

Таблица. Зависимость магнитного потока от тока возбуждения

$Ф / Ф_н$	0,05	0,26	0,48	0,7	0,9	1
$I_в / I_{вн}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0

Задача 2. Определить по приведенным данным магнитный поток Ф, электромагнитный вращающий момент при номинальном режиме М и спротивление одной параллельной ветви обмотки якоря $r_{я.}$

Величины	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
$P_н$, квт	16,5	27	63	80	100	130
$U_н$, в	115	230	115	230	230	460
$n_н$, об/мин	1460	1460	970	970	975	975
$r_{я,}$ ом	0,0424	0,1014	0,0027	0,0159	0,019	0,05
$r_{в,}$ ом	20,6	76,8	14	48,8	48,8	139,2

N	246	516	300	250	250	378
2a	4	4	4	4	4	4
2p	2	2	4	2	2	2

Задача 3. Определить э.д.с. генераторов независимого возбуждения по приведенным данным, приняв падение напряжения в контакте щеток $\Delta U_{щ}$= 2 в.

Мощность на зажимах машины $P_н$, кВт	Направление $U_н$, В	Сопротивление обмоток:		
		Якоря $r_я$, Ом	Добавочных полюсов $r_д$, Ом	Компенсационной $r_к$, Ом
4250	750	0,0025	0,000134	0,000525

Задача 4. Пользуясь приведенными технческими данными генераторов постоянного тока, определить при нормальной нагрузке: мощность потерь; к.п.д.; момент на валу первичного двигателя.

Мощность на зажимах машины $P_н$, кВт	Напряжение $U_н$, В	Скорость вращения $n_н$, об/мин	Потребляемая мощность P_1, кВт
5,2	230	2860	6,3

Задача 5. Определить при номинальном режиме электромагнитную мощьность, потери в меди, потери холостого хода, потери в стали, механические потери и дополнительные потери генератора.

Номинальная мощность $P_н$, кВт	Напряжение $U_н$, В	Номинальный ток якоря, А	Номинальный ток обмотки возбуждения, А	Сопротивление обмотки якоря $r_я$, Ом	Сопротивление обмотки дополнительных полюсов $r_д$, Ом	КПД генератора, %
25	115	217	3.0	0.0066	0.0026	88.5

Задача 6. Для двигателей параллельного возбуждения по приведенным данным определить ЭДС, якоря, скорость вращения и электромагнитный вращающий момент М. Падением напряжения в контакте щеток пренебречь.

Напряже	Ток	Сопротивл	Сопротивл	Магнит	Число	Число	Число

ние $U_н$, В	двигателя, А	ение обмотки якоря $r_я$, Ом	ение обмотки возбуждения $r_д$, Ом	ный поток Ф, Вб	проводников обмотки якоря	полюсов	параллельных ветвей
220	35,6	0,303	298	0,6	522	4	2

Задача 7. Определить э.д.с. обмотки якоря машины постоянного тока по приведенным данным:

Магнитный поток Ф (Вб)	Скорость вращения n, (об/мин)	Число секций S	Число витков в секции	Число полюсов 2p	Тип обмотки
$3{,}7 \cdot 10^{-3}$	3000	156	2	2	Петлевая a=1

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий на практических занятиях:

Задание 1.

Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет номинальные данные (таблица): мощность на валу $P_{2Н}$, напряжение на зажимах двигателя $U_Н$, частота вращения $n_Н$, коэффициент полезного действия $\eta_Н$, сопротивления цепей якоря $R_Я$ и возбуждения $R_В$.

Таблица

$P_{2Н}$, кВт	$U_Н$, В	$n_Н$, об/мин	$\eta_Н$, %	$R_Я$, Ом	$R_В$, Ом
2,8	220	3000	85,5	0,6	190

Требуется:

рассчитать зависимости:

- частоты вращения якоря,
- момента на валу M,
- коэффициента полезного действия η, от полезной мощности P_2 при токе якоря, равных 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 от номинального значения.

Задание 2.

В таблице приведены данные каталога на двигатели постоянного тока независимого возбуждения серии 2П: номинальная мощность $P_Н$, номинальное напряжение, подводимое к цепи якоря, $U_Н$, номинальная частота вращения $n_Н$, КПД двигателя $\eta_Н$, сопротивление цепи якоря, приведенное к рабочей температуре, Σr.

Требуется:

- определить сопротивление добавочного резистора $r_д$, который следует включить в цепь якоря, чтобы при номинальной нагрузке двигателя частота вращения якоря составила $0,5 \cdot n_Н$;
- построить естественную и искусственную механические характеристики двигателя.

Таблица

Тип двигателя	$P_Н$, кВт	$U_Н$, В	$n_Н$, об/мин	$\eta_Н$, %	r, Ом
2ПО200L	7,1	220	750	83,5	0,48
2ПО200М	20	440	2200	90	0,28
2ПФ200М	30	440	2200	90	0,22
2ПФ200L	20	220	1000	85,5	0,18
2ПН225М	37	220	1500	86,5	0,07
2ПФ225М	10	220	500	74,5	0,58
2ПО180М	17	440	3000	90	0,31

Задание 3.

Генератор постоянного тока параллельного возбуждения номинальные данные (таблица): мощность $P_{НГ}$, напряжение $U_{НГ}$, ток возбуждения $i_{НГ}$, сопротивление обмотки якоря при 15^0С, частоту вращения, КПД η. При расчете пренебречь реакцией якоря и считать ток возбуждения машины постоянным.

Таблица

$P_{НГ}$, кВт	$U_{НГ}$, В	$i_{НГ}$, А	$n_{НГ}$,об/мин	$\eta_Н$, %	$R_{НД}$,Ом	$P_{НД}$, кВт	$U_{НД}$, В
11	115	2	800	83	0,05	10	110

Требуется:

1. Определить частоту вращения данной машины в режиме двигателя, считая, что КПД при номинальной нагрузке в генераторном и двигательном режимах работы равны.
2. Определить изменение частоты вращения двигателя при переходе от номинальной нагрузки к холостому ходу (током якоря при холостом ходе пренебречь).
3. Определить, как изменится частота вращения двигателя, если подведенное к обмотке якоря напряжение уменьшится до $k\ U_{НД}$ при неизменном тормозном моменте, соответствующем номинальной мощности двигателя. Коэффициент k задается по вариантам и принимает следующие значения: 0,75; 0,6; 0,85; 0,65; 0,9; 0,7; 0,75; 0,95; 0,87; 0,82.

Задание 4.

Для генератора постоянного тока независимого возбуждения известны технические данные: номинальное напряжение $U_Н$=230 В, потребляемая мощность P_1=45 кВт, ток возбуждения $I_В$=20А, сопротивление обмотки возбуждения и якоря $r_В$=7,30 Ом и r_a=0,12 Ом соответственно, коэффициент полезного действия η=0,87.

Требуется определить ЭДС якорной обмотки $E_я$, электромагнитную мощность $P_{ЭМ}$, потери в обмотке возбуждения $P_{эл.в}$, суммарные потери мощности $\Sigma\Delta P$.

Задание 5. Рассчитать трехступенчатый пусковой реостат для двигателя постоянного тока независимого возбуждения, технические данные которого приведены в таблице.

Таблица

$P_{НГ}$, кВт	$U_{НГ}$, В	$i_{НГ}$, А	$n_{НГ}$,об/мин	$\eta_Н$, %	$R_{НД}$,Ом	$P_{НД}$, кВт	$U_{НД}$, В
11	115	2	800	83	0,05	10	110

Раздел 2. Силовые трансформаторы

Перечень вопросов для тестирования:

1 . Вставьте пропущенные слова.

Опыт холостого хода трансформатора выполняется при_____,

а) разомкнутой вторичной обмотке;

б) замкнутой накоротко вторичной обмотке;

в) пониженном напряжении в первичной обмотке;

г) номинальном токе в замкнутой накоротко вторичной обмотке;

2 Вставьте пропущенные слова.

Токи первичной и вторичной обмоток трансформатора создают в сердечнике_____,

а) Потоки рассеяния;

б) ЭДС;

в) МДС;

г) Основной магнитный поток.

3. Для чего магнитопроводы выполняют из набора тонких изолированных листов электротехнической стали?

Выберите один ответ:

а) для снижения вихревых токов при работе;

б) ниже стоимость изготовления;

в) для улучшения магнитных свойств;

г) для простоты изготовления.

4. Вставьте пропущенные слова.

Масло в трансформаторе маслонаполненного типа выполняет функции_____,

а) смазки;

б) поглотителя шума;

в) охлаждения;

г) изоляции;

д) охлаждения и дополнительной изоляции.

5. Вставьте пропущенные слова.

В режиме холостого хода потери возникают_____,.

а) из-за сопротивления проводов;

б) из-за возникающей в проводах ёмкости;

в) из-за перемагничивания стали;

г) из-за неравномерности магнитного поля.

6. Вставьте пропущенные слова.

Возникший переменный магнитный поток в сердечнике, образованный переменным синусоидальным током в одной обмотке (первичная обмотка), наведёт в другой обмотке (вторичная обмотка) _____,

а) переменную ЭДС, меньше напряжения первичной обмотке;

б) переменную ЭДС, равную напряжению первичной обмотки;

в) переменную ЭДС, неравную напряжению первичной обмотки;

г) механический момент.

7. Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Мощность короткого замыкания в основном тратится …

а) на потери в меди;

б) на потери в сердечнике;

в) в равной степени и на потери в меди, и на потери в стали;

г) на потери в стали.

8. Верно ли утверждение?

Трансформатор, у которого есть электрическая связь первичной и вторичной обмоток называется автотрансформатором.

Верно; Неверно

9. Верно ли утверждение?

Опыт короткого замыкания выполняется при пониженном напряжении и замкнутой накоротко вторичной обмотке;

Верно; Неверно

10 Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Сердечники трёхфазных трансформаторов как правило выполняются….

а) в пересекающихся плоскостях;

б) в параллельных плоскостях;

в) в перпендикулярных плоскостях;

г) в одной плоскости.

11 Трёхфазные трансформаторы имеют…..

Выберите один ответ:

а) три катушки низкого напряжения и одну – высокого;

б) три катушки низкого напряжения и три – высокого;

в) одну катушку низкого напряжения и одну – высокого;

г) три катушки высокого напряжения и одну – низкого.

12 Чем определяется угол сдвига фаз между первичным и вторичным напряжениями трёхфазного трансформатора?

Выберите один ответ:

а) механическим моментом;

б) потерями; в) его группой;

г) магнитным потоком.

13 Что является условием параллельной работы трансформаторов?

Выберите один ответ:

а) параллельно работающие трансформаторы должны принадлежать к одной группе;

б) активные и индуктивные составляющие напряжения короткого замыкания всех трансформаторов не должны быть равны;

в) параллельно работающие трансформаторы должны принадлежать к разным группам;

г) номинальные первичные и вторичные напряжения всех параллельно работающих трансформаторов не должны быть равны.

14 Какое число групп соединений обмоток возможно для трёхфазного трансформатора?

Выберите один ответ:

а) 6;

б) 3;

в) 9;

г) 12.

15 Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Для трёхфазных силовых трансформаторов общего назначения допускаются к применению схемы соединения обмоток….

а) «звезда» и «треугольник»;
б) «звезда», «треугольник» и «зигзаг»;
в) «разомкнутый треугольник», «звезда» и «зигзаг»;
г) «звезда» и «зигзаг».

Задачи

Задача 1. Пользуясь данными таблицы сравнить максимальные значения к.п.д. при нагрузках с отстающим коэффициентом мощности 0,8 трансформаторов серии ТМ с медными обмотками и серии ТСМА с алюминиевыми обмотками, с магнитопроводом из холоднокатаной стали.

Характеристики трансформаторов	Варианты			
	1	2	3	4
Тип	ТМ-560/10 ТСМА-560/10	ТМ-320/10 ТСМА-320/10	ТМ-100/10 ТСМА-100/10	ТМ-20/6 ТСМА-20/6
Напряжение, кВ	10/0,525 10/0,525	10/0,525 10/0,525	10/0,525 10/0,525	6/0,4 6/0,4
Потери мощности холостого хода, кВт	2,5 2,5	1,9 1,6	0,73 0,575	0,180 0,175
Потери мощности короткого замыкания, кВт	9,4 7,2	6,20 4,85	2,40 2,07	0,600 0,515
Ток холостого хода, %	6,0 5,0	7,0 5,5	7,0 6,5	9,0 9,5
Напряжение короткого замыкания, %	5,5 4,5	5,5 4,5	5,5 4,5	5,5 4,5

Задача 2. Пользуясь данными в таблице определить уравнительный ток, протекающий между трансформаторами I и II, работающими параллельно, включеными в сеть с напряжением U_{1H} = 6*кв*, частотой f=50*гц*. Трансформаторы имеют одинаковые группы соединений Y/Y – 12, но разнятся по напряжению на Δ_u = 5%

Характеристика трансформаторов	Значения
Трансформатор I S_H, *ква* u_k, % P_o, *кВт* P_k, *кВт* I_{1H}, *а*	 100 5,5 0,73 2,4 9,65

Трансформатор II S_H, *ква* u_k , % P_o ,*кВт* P_k ,*кВт* $I_{IH,}$ *а*	180 5,5 1 4 17,3

Задача 3. Определить распределение нагрузок между трехфазными трансформаторами одинаковых групп соединений с одинаковыми коэффициентами трансформации , но различными значениями $u_к$, питающимся от сети $U_{1н}$=35 кв. Остальные исходные данные принять по таблице

Характеристика трансформаторов	значение
Нагрузка I,а	80
cosφ	0,8 отст.
$S_{нI}$,ква	1800
$P_{кI}$,квт	24
$u_{кI,\%}$	6,5
$S_{нI}$,ква	3200
$P_{кII}$,квт	37
$u_{кII,\%}$	7

Задача 4. Определить уравнительный ток, который будет протекать между параллельно работающими двумя одинаковыми трансформаторами, данные которые приведены в таблице, имеющими разные группы соеденений.

Характеристика трансформаторов	значение
$S_н$	1000
Группа соединений 1	Y/Y-12
Группа соединений 2	Y/Δ-11
U_1, кв	6
$U_к$,%	5,5

Задача 5. Определить число витков вторичной обмотки W_2, если первичная обмотка автотрансформатора имеет W_1=600 витков, а коэффициент трансформации равен K=20.

Задача 6. Во сколько раз изменится магнитный поток в сердечнике трансформатора, если во вторичной обмотке ток возрос в 3 раза?

Задача 7. Однофазный двух обмоточный трансформатор испытали в режиме холостого хода и получили следующие данные: номинальное напряжение $U_{1н}$=220 В, ток холостого хода I_0=0,25 А, потери холостого хода $P_{хх}$= 6 Вт. Определить коэффициент мощности cosϕ трансформатора при холостом ходе.

Задача 8. Определить число витков W_2 вторичной обмотки трансформатора напряжения, если первичная обмотка рассчитана на напряжение U_1 = 6000 В и имеет W_1=12000 витков, а вторичная – на U_2 = 100 В.

Задача 9. Однофазный трансформатор с естественным воздушным охлаждением работает на нагрузку cosφ$_2$ и имеет номинальные данные (таблица): мощность $S_н$, кВА; напряжение первичной обмотки $U_{1н}$, В; напряжение вторичной обмотки $U_{2н}$, В; относительный ток холостого хода – i_0 ,%; потери холостого хода P_0, Вт; относительное напряжение первичной обмотки в режиме короткого замыкания – $u_к$ %; коэффициент мощности в режиме короткого замыкания cosφ$_к$.

Таблица

$S_н$, кВА	$U_{1н}$, В	$U_{2н}$, В	i_0 ,%	P_0, Вт	$u_к$ %	cosφ$_к$
6,3	1000	230	8,35	132	4,5	0,52

Требуется определить номинальный ток первичной обмотки, коэффициент трансформации и коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке.

Задача 10. Трехфазный трансформатор серии ТМ имеет следующие данные: номинальная мощность $S_н$=630 кВА, номинальные первичное $U_{1ном}$ =10 кВ и вторичное $U_{2ном}$=0,4 кВ напряжения, напряжение короткого замыкания $u_к$=5,5%, мощность короткого замыкания $P_{к.ном}$=7,6 кВт, мощность холостого хода $P_{0ном}$=1,56 кВт, ток холостого хода i_0=2%.

Требуется определить необходимые данные и построить треугольник короткого замыкания (обмотки соединены Y/Y; параметры приведены к рабочей температуре).

Задача 11. Трехфазный силовой понижающий трансформатор имеет следующие номинальные данные (таблица):

Таблица

$S_н$, кВА	$U_{1н}$, кВ	$U_{2н}$, кВ	i_0 ,%	P_0, кВт	$u_к$ %	$P_к$, кВт	cosφ$_к$
1000	10	0,4	2,0	3,0	8,0	10,0	0,52

- мощность $S_н$, кВА;

- напряжение первичной обмотки $U_{1н}$, В;
- напряжение вторичной обмотки $U_{2н}$, В;
- процентное значение напряжения короткого замыкания $u_к$,%;
- процентное значение тока холостого хода i_0, %;
- потери холостого хода P_0, кВт;
- потери короткого замыкания $P_к$, кВт,

Коэффициент мощности задается по вариантам и принимает следующие значения: 2; 0,75; 0,85; 0,7; 0,9; 0,65; 0,95; 0,6; 0,55; 0,5; 1,0.

Фазы первичной и вторичной обмоток соединены «звездой».

Требуется:

1. Определить коэффициент трансформации.

2. По данным опытов холостого хода и короткого замыкания определить параметры схемы замещения.

3. Рассчитать зависимость КПД от нагрузки $\eta=f(\beta)$, где коэффициент нагрузки $\beta = S/S_н$.

4. Рассчитать зависимость изменения напряжения на зажимах вторичной обмотки от характера нагрузки, т.е. $\Delta U=f(\varphi)$ при номинальном токе.

5. Установить распределение нагрузки между трансформаторами одинаковой мощности, если напряжение короткого замыкания второго трансформатора на 10% больше первого (указанного в исходных данных), а нагрузка равна сумме номинальных мощностей обоих трансформаторов.

Задача 12. Результаты экспериментальных исследований однофазного двухобмоточного трансформатора в режимах холостого хода и опытного короткого замыкания приведены в таблице. Характер нагрузки: у четного варианта - активно-индуктивный, у нечетного – активно-емкостной. Коэффициент мощности: у вариантов 1…9 - $\cos\varphi_2$=0,8; 10…18 - $\cos\varphi_2$= 0,7; 19…27 - $\cos\varphi_2$ = 0,6.

Таблица

Вар. №	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U_{1н}$, В	127	220	220	127	220	220	127	220	220
i_0 , А	0,6	0,8	1,2	0,7	0,9	1,4	0,8	1,0	1,6
P_0, Вт	40	45	60	50	65	80	80	90	100
$U_к$, В	10	20	30	12	24	34	12	18	28
$I_к$, А	5,0	7,5	6,5	8,0	10	6,0	9,0	10	8,0
$P_к$, Вт	45	60	80	75	90	100	75	120	140
U_{20} , В	80	120	150	100	170	130	90	140	160

Требуется:

1. Рассчитать параметры схемы замещения приведенного и реального трансформаторов. Изобразить схему замещения трансформатора.

2. Задаваясь значениями коэффициента нагрузки β, равными 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 от номинального тока первичной обмотки, вычислить напряжения на зажимах вторичной обмотки и КПД трансформатора. При этом расчет для номинальной нагрузки должен быть представлен с подстановкой в формулу числовых значений величин, а для остальных нагрузок – в табличной форме.

3. Построить графики характеристик $U_2 = f(\beta)$ и $\eta = f(\beta)$.

Задача 13. Однофазный трансформатор малой мощности характеризуется следующими номинальными величинами: мощность $S_н$ = 250 ВА, первичное напряжение $U_{1н}$ = 220 В, вторичное напряжение $U_{2н}$ = 24 В, процентное значение тока холостого хода i_0 = 20 %, мощность потерь в сердечнике трансформатора $P_о$=10 Вт, процентное значение напряжения короткого замыкания u_k составляет 7%, мощность потерь короткого замыкания $P_{кн}$ = 15 Вт.

Определить:

1. Коэффициент трансформации трансформатора k, номинальные токи первичной $I_{1н}$ и вторичной $I_{2н}$ обмоток.

2. Начертить схему замещения трансформатора и определить параметры Т-образной схемы замещения.

3. КПД при коэффициенте нагрузки β = (0; 0,25;0,5;0,75;1,0) и коэффициенте мощности $\cos\varphi_2$ = 0,8. На основании расчетов построить зависимость $\eta = f(\beta)$.

4. Процентное изменение вторичного напряжения $\Delta u_{\%}$ и вторичное напряжение U_2 при β = (0; 0,25;0,5;0,75;1,0) и $\cos\varphi_2$ = 0,8. На основании расчетов построить зависимость $U_2 = f(\beta)$.

5. Характер нагрузки, при котором вторичное напряжение не зависит от коэффициента β.

Задача 14. Трёхфазный трансформатор имеет следующие данные: номинальная мощность $S_н$ = 63000 ВА, номинальные напряжения $U_{1Н}$ = 10000 В и $U_{2Н} = U_{20}$ = 400 В, потери холостого хода P_0 = 265 Вт, потери короткого замыкания $P_{кН}$=1280 Вт, напряжение короткого замыкания $u_к$ составляет 5,5% от номинального значения, ток холостого хода i_0 составляет 2,8% от номинальной величины.

Определить:

а) номинальные фазные напряжения первичной $U_{1Нф}$ и вторичной $U_{2Нф}$ обмоток при схеме соединения Y/Δ ;

б) фазный $k_ф$ и линейный $k_Л$ коэффициенты трансформации;

в) номинальные токи первичной $I_{1Н}$ и вторичной $I_{2Н}$ обмоток;

г) КПД при коэффициенте нагрузки β = 0,5 и $\cos\varphi_2$ = 0,8;

д) абсолютное значение напряжения короткого замыкания;

е) параметры схемы замещения трансформатора;

ж) процентное изменение напряжения на вторичной обмотке при $\cos\varphi_2 = 0{,}8$ ($\varphi 2 > 0$ и $\varphi 2 < 0$) и номинальном токе; рассчитать и построить внешнюю характеристику для указанных в предыдущем пункте видов нагрузки.

Раздел 3. Асинхронные машины

Перечень вопросов для тестирования:

1. Вставьте пропущенные слова.

Работа асинхронной машины основывается на принципе электромагнитного взаимодействия между_____,

а) статическим (не вращающимся) полем статора и вихревыми тока-ми в сердечнике ротора;

б) статическим (не вращающимся) полем статора и вихревыми тока-ми в ярме машины;

в) вращающимся полем статора (создаваемого от подводимого трёхфазного тока) и наведённым током ротора;

г) вращающимся полем ротора (создаваемого от подводимого трёхфазного тока) и наведённым током статора.

2. От чего зависит скорость вращения поля статора? Выберите один ответ:

а) от частоты питающей сети и количества полюсов статора;

б) только от количества полюсов;

в) только от частоты питающей сети;

г) от индуктивности обмоток статора.

3. Вставьте пропущенные слова.

При некоторой положительной нагрузке скорость вращения ротора асинхронного двигателя _____,

а) больше синхронной скорости;

б) противоположна по направлению скорости вращения МДС статора;

в) равна синхронной скорости;

г) меньше синхронной скорости.

4. Что произойдёт с синхронной скоростью асинхронного двигателя если увеличить число его пар полюсов в 2 раза?

Выберите один ответ:

а) она уменьшится в 2 раза;

б) она останется неизменной;

в) она увеличится в 2 раза;

г) она уменьшится в 4 раза.

5. Какова максимальная скорость вращения ротора

асинхронного двигателя при частоте питания статора равной 50 Гц и числе пара полюсов, равном единице?

Выберите один ответ:

а) 270 рад/с;

б) 50 рад/с;

в) 3000 об/мин;

г) 1500 об/мин.

6. Как вычисляется частота тока в роторе асинхронного двигателя? Выберите один ответ:

а) $f_2=f_1*s$;

б) $f_2=f_1*p$;

в) $f_2=f_1$;

г) $f_2=f_1/p$;

д) $f_2=f_1/s$.

7. Верно ли утверждение?

При наложении электромагнитных полей, образуемых трёхфазной обмоткой статора, суммарный вектор МДС будет вращающимся вектором с постоянной величиной

Верно; Неверно

8. На какой угол смещены обмотки статора в пространстве в асинхронного двигателя при количестве пар полюсов равном 1?

Выберите один ответ:

а) 40˚;

б) 60˚;

в) 180˚;

г) 120˚.

9. Чему равен момент асинхронного двигателя на синхронной скорости?

Выберите один ответ:

а) момент равен максимальному моменту;

б) момент равен нулю;

в) момент равен номинальному моменту;

г) момент равен пусковому моменту.

10. С какой скоростью вращается поле статора асинхронного двигателя?

Выберите один ответ:

а) с номинальной скоростью работы двигателя;

б) с синхронной;

в) со скоростью вращения ротора;

г) с нулевой.

11. В каком режиме работает асинхронный двигатель с заторможенным ротором и при разомкнутой цепи ротора?

Выберите один ответ:

а) будет работать как выпрямитель напряжения;

б) будет работать в режиме трансформатора при холостом ходе;

в) будет работать как источник тока;

г) будет работать в режиме трансформатора при КЗ.

12. В каком режиме работает асинхронный двигатель, если при работе он потребляет энергию из сети и с вала?

Выберите один ответ:

а) в двигательном;

б) в аварийном режиме;

в) в режиме генератора;

г) в режиме электромагнитного тормоза.

13. Какова скорость идеального холостого хода асинхронного двигателя, если его номинальная скорость составляет 1420 об/мин?

Выберите один ответ:

а) 375 об/мин;

б) 1000 об/мин;

в) 3000 об/мин;

г) 750 об/мин;

д) 1500 об/мин.

14. Вставьте пропущенные слова.

Величина максимального момента на валу асинхронного двигателя зависит от активного сопротивления цепи ротора_____,

а) пропорционально соотношению активного и полного сопротивлений;

б) обратно пропорционально;

в) прямо пропорционально;

г) пропорционально сопротивлению.

15. Вставьте пропущенные слова.

Механическая характеристика асинхронного двигателя это_____,

а) зависимость момента на валу от частоты вращения (скольжения);

б) зависимость частоты вращения от тока статора;

в) зависимость момента на валу от напряжения питания статора;

г) зависимость частоты вращения от тока ротора.

Задачи

Задача 1. Во сколько раз уменьшится пусковой ток трехфазного асинхронного двигателя при соединении фаз в звезду вместо треугольника?

Задача 2. Сумма мощности потерь асинхронного двигателя ΣP составляет 50% от его полезной мощности P_2. Определить КПД асинхронного двигателя η.

Задача 3. Номинальная частота работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, питающегося от промышленной сети переменного тока частотой 50 Гц, n_2=950 об/мин. Определить число пар полюсов p статорной обмотки данного двигателя и величину номинального скольжения $S_н$.

Задача 4. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов p = 1, критическим скольжением $S_к$ = 0,2 работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением S_1 = 0,1. Определить частоту вращения ротора n_2, если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

Задача 5. Определить КПД η трехфазного асинхронного двигателя в номинальном режиме, если постоянные потери P_0=15мВт, переменные $P_{са}$=35 мВт, а потребляемая из сети мощность P_1=250 мВт.

Задача 6. Исполнительный асинхронный двигатель, питающийся от промышленной сети переменного тока, с числом пар полюсов p = 1 с моментом на валу M_1 работает со скольжением S_1 = 0,8. Определить частоту вращения двигателя n_2, если при постоянном сигнале управления момент на валу уменьшился в два раза.

Задача 7. Трехфазный асинхронный двигатель с кратность пускового момента $K_п$=1,2 находится в неподвижном состоянии. В момент запуска к его валу приложен момент сопротивления $M_с$=1,32$\cdot M_н$, где $M_н$ – номинальный момент двигателя. Определить величину скольжения S двигателя по истечении времени достаточного для разгона двигателя.

Задача 8. Трехфазный асинхронный двигатель подключен к сети переменного тока с фазным напряжением U_1 = 220 В. При номинальной нагрузке активная мощность, потребляемая двигателем из сети P_1 = 250 Вт, а фазный при этом равен I_1 =0,5 А. Определить cosф двигателя при номинальной нагрузке.

Примеры заданий на практических занятиях

Задние 1. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от трехфазной сети с линейным напряжением U_1, частотой 50 Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: мощность на валу $P_{2Н}$, синхронная частота вращения n_1, номинальное скольжение $s_Н$, коэффициенты мощности cos $\varphi_Н$ и полезного действия $\eta_Н$, кратности критического $k_М$ и пускового $k_П$ моментов, кратность пускового тока $i_П$ (таблица).

Таблица

Тип двигателя	$P_{2Н}$, кВт	U_1, В	n_1, об/мин	$s_Н$, %	Cos $\varphi_Н$	$\eta_Н$,%	$k_М$	$k_П$	$i_П$
4А132S4У3	7,5	220	1500	2,9	0,86	87,5	3,0	2,2	7,5

Требуется:

1. Определить номинальную частоту вращения ротора.
2. Определить номинальный фазный ток обмотки статора.
3. Определить номинальный момент на валу.
4. Определить критическое скольжение и момент двигателя.
5. Определить пусковой момент при номинальном напряжении и снижении его значения на 10 %;
6. Указать три характерные точки механической характеристики двигателя.
7. Определить пусковой ток.

Задние 2. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, работающий от сети частотой 50 Гц напряжением 380 В при соединении обмотки статора «звездой», имеет номинальные параметры: полезная мощность $P_{ном}$=22кВт, частота вращения $n_{ном}$=1455 об/мин, КПД 90%, коэффициент мощности $\cos\varphi_{1ном}$=0,88; кратность пускового тока $I_п/I_{ном}$=7, кратности пускового $M_п/M_{ном}$=1,2 и максимального $M_{max}/M_{ном}$=2 моментов; активное сопротивление фазной обмотки статора при температуре 20° $r_{1.20}$=0,17. Коэффициент мощности в режиме короткого замыкания принять равным $\cos\varphi_к=0{,}5\cdot\cos\varphi_{1ном}$.

Требуется

Рассчитать параметры и построить механическую характеристику двигателя $n_2=f(M)$.

Задние 3. Трехфазный восьмиполюсный асинхронный двигатель в номинальном режиме имеет следующие данные: напряжение $U_Н$=380 В, ток $I_Н$=51 А, частота вращения $n_Н$=725 об/мин, перегрузочная способность $M_{max}/M_Н$=3,3, кратность пускового момента $M_П/M_Н$=1,1.

Требуется определить критическое и рабочее скольжение, перегрузочную способность и кратность пускового момента при

неизменном моменте нагрузки и уменьшении напряжения до значения 350 В.

Задние 4. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет номинальные данные (таблица): мощность $P_{2Н}$, линейное напряжение обмотки ротора $U_{2Л}$, активные сопротивления фазы статора r_1 и ротора r'_2 при 20^0 С, индуктивные сопротивления статора x_1 и ротора x'_2. Частота сети f_1=50 Гц, напряжение U_1=380 В. Соединение обмоток статора – «звезда». Класс нагревостойкости изоляции *F*, расчетная температура обмоток 115 С°.

Таблица

Тип двигателя	$P_{2Н}$, кВт	$U_{2Н}$, В	r_1, Ом	r_2^1, Ом	x_1, Ом	x_2^1, Ом
4АК200М4	22	340	0,024	0,026	0,050	0,075

Требуется:

1. Определить синхронную частоту вращения.

2. Определить потребляемый ток, момент и коэффициент мощности при пуске двигателя с замкнутой накоротко обмоткой ротора, т. е. без пускового реостата.

3. Определить сопротивление пускового реостата R_P, при котором начальный пусковой момент имеет максимально возможное значение. Определить в этом режиме пусковой момент, ток статора и коэффициент мощности.

4. Рассчитать механическую характеристику двигателя при введении добавочного сопротивления в цепь ротора $R_Д$. Соотношение $R_Д/R_Р$ задается по вариантам и принимает следующие значения: 0,95; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,55; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9.

Задние 5. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором характеризуется следующими номинальными данными: мощность $P_н$ = 10 кВт, напряжение U_1 = 380 В, частота вращения $n_Н$ = 1420 об/мин, КПД $\eta_н$ = 0,84, коэффициент мощности $\cos\varphi_{1н}$ = 0,85. Кратность максимального момента (перегрузочная способность двигателя) $\lambda = M_{max}/M_н = 1,8$.

Определить:

1) потребляемую активную мощность из сети при номинальной нагрузке;

2) номинальный и максимальный вращающие моменты;

3) номинальный ток;

4) номинальное и критическое скольжение;

5) построить механические характеристики $n = f(M)$ и $M = f(s)$;

6) определить электромагнитную мощность и потери энергии в статоре при номинальной нагрузке;

7) общие потери в двигателе при номинальной нагрузке;

8) электрические потери в роторе при номинальной нагрузке;

9) установить возможность пуска двигателя при полной его нагрузке на валу, т. е. когда $M_C = M_H$;

10) установить возможность работы двигателя при кратковременной перегрузке M_C = 110 Нм;

11) определить кратность пускового момента $k_П$;

12) используя график $n = f(M)$, определить полезную мощность P_2' на валу двигателя при n = 1450 об/мин.

Раздел 4. Синхронные машины

Перечень вопросов для тестирования:

1. Установите соответствие между вариантом продолжения фразы и её началом:

Синхронный двигатель при работе на синхронной скорости будет создавать……

Выберите один ответ:

а) нулевой момент;

б) любой момент в широком диапазоне;

в) отрицательный момент;

г) номинальный момент.

2. Верно ли утверждение?

Обмотка ротора синхронного двигателя питается синусоидальным напряжением;

Верно; Неверно

3. На каком участке кривой намагничивания выбирается рабочая точка синхронного генератора?

Выберите один ответ:

а) в зоне насыщения;

б) на всех участках кривой намагничивания;

в) в зоне дальше колена кривой намагничивания;

г) в зоне до перегиба кривой намагничивания.

4. Каково значение напряжения синхронного генератора при коротком замыкании обмотки статора?

Выберите один ответ:

а) E=0;

б) напряжение больше нуля;

в) номинальное напряжение Uн;

г) 0.

5. Установите соответствие между вариантом продолжения

фразы и её началом:

При включении синхронного генератора на параллельную работу для мощных машин применяется метод……

Выберите один ответ:

а) использования схем автоматики;

б) ручного управления;

в) самосинхронизации;

г) использования синхроноскопов.

6. Угол между вектором напряжения синхронного генератора и его ЭДС это…..

Выберите один ответ:

а) КПД;

б) угол нагрузки;

в) угол, равный нулю.

г) коэффициент мощности.

7. Участвует ли короткозамкнутая обмотка синхронного двигателя в создании момента на валу?

Выберите один ответ:

а) всегда участвует в создании момента;

б) только при скорости близкой, к синхронной;

в) никогда не участвует в создании момента;

г) при пуске и торможении.

8. Вставьте пропущенные слова.

Угловые характеристики синхронной машины это_____

а) зависимости КПД и потерь в обмотках от величины тока статора;

б) зависимости активной мощности и момента на валу от угла нагрузки;

в) зависимости КПД и потерь в обмотках от мощности на валу;

г) зависимости активной мощности и момента на валу от коэффициента мощности.

9. Какой ток отдаёт в мощную сеть перевозбужденный синхронный генератор?

Выберите один ответ:

а) отрицательный;

б) индуктивный;

в) ёмкостный;

г) нулевой.

10. Какой ток отдаёт в мощную сеть недовозбуждённый синхронный генератор?

Выберите один ответ:

а) отрицательный;
б) индуктивный;
в) ёмкостный;
г) нулевой.

11. Устройство трёхфазного синхронного генератора отличается от устройства генератора постоянного тока отсутствием:
Выберите один ответ:
а) ротора;
б) коллектора;
в) статора;
г) сердечника.

12. Вставьте пропущенные слова.
Обмотка возбуждения трёхфазного синхронного генератора располагается на_____
а) роторе;
б) статоре;
в) якоре;
г) коллекторе.

13. Вставьте пропущенные слова.
На статоре трёхфазного синхронного генератора, расположены три фазные обмотки, смещённые в пространстве на угол, равный_____
а) 80 градусов;
б) 120 градусов;
в) 115 градусов;
г) 60 градусов.

14. Назначение обмотки возбуждения в трёхфазном синхронном генераторе…..
Выберите один ответ:
а) создание трёхфазной системы ЭДС;
б) выпрямления ЭДС;
в) создание в машине первичного магнитного поля;
г) создания в машине МДС.

15. Вставьте пропущенные слова.
Устройством, питающим обмотку возбуждения постоянного тока в синхронной машине называют_____
а) возбудителем;
б) статором;
в) ротором;
г) коллектором.

Задачи

Задача 1. Трехфазный синхронный турбодвигатель (2p=2) имеет технические данные, приведенные в таблице: номинальная мощность $P_н$, напряжение (линейное) $U_{1н}$ при частоте f_1=50 Гц, КПД $\eta_н$, коэффициент мощности $\cos \varphi_{1н}$ =0,9, синхронное индуктивное сопротивление статора $x_с$; обмотка статора соединена «звездой»; активным сопротивлением обмотки статора пренебречь.
Требуется рассчитать данные и построить угловую характеристику двигателя и определить его перегрузочную способность.

Таблица

Параметры	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
$P_н$, кВт	2500	630	800	1250	1600	1000
$U_{1н}$, кВ	6,0	6,0	6,0	10,0	10,0	10,0
$\eta_н$, %	96,4	93,8	94,4	94,8	95,6	95,4
$x_с$, Ом	7,2	27,0	21,5	39,5	30,0	48,0

Задача 2. Синхронный двигатель с числом пар полюсов p = 1 работает в синхронном режиме от сети переменного тока частотой 50 Гц. Определить частоту вращения ротора данного двигателя n_2, если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

Задача 3. Синхронный двигатель с числом пар полюсов p = 8 работает в синхронном режиме от сети переменного тока с частотой f = 400 Гц. Определить частоту вращения ротора данного двигателя n_2.

Задача 4. Синхронный двигатель работает в синхронном режиме от промышленной сети переменного тока частотой 50 Гц. Определить число пар полюсов данного двигателя, если частота вращения ротора данного двигателя n_2 = 750 об/мин.

Задача 5. Трехфазный синхронный двигатель серии СДН2 имеет данные каталога: номинальная мощность $P_н$, число полюсов $2p$, КПД $\eta_н$; кратности — пускового тока $I_п/I_н$, пускового момента $M_п/M_н$, максимального синхронного момента $M_{max}/ M_н$, асинхронного момента при скольжении S=5% (момент входа в синхронизм) $M_{5\%}/M_н$; соединение обмоток статора «звездой». Значения перечисленных величин приведены в таблице.

Требуется: определить частоту вращения, номинальный и пусковой токи в цепи статора, номинальный, максимальный синхронный, пусковой моменты и асинхронный момент входа в синхронизм (при S=5%). Напряжение питающей сети U_c =10 кВ при частоте f_1 = 50 Гц, коэффициент мощности $\cos \varphi_{1н}$ = 0,8.

Таблица

Тип двигателя	$P_н$, кВт	2p	$\eta_{н,}$ %	$M_{max}/ M_н$	$M_{5\%}/M_н$	$M_п/M_н$	$I_п/I_н$
16-36-12	500	12	93,7	1,9	1,3	1,0	5,2
16-44-12	630	12	94,2	1,9	1,3	1,0	5,1
17-31-12	800	12	94,3	1,9	1,1	1,0	4,7
17-39-12	1000	12	94,9	1,8	1,0	1,0	4,5
17-49-12	1250	12	95,3	1,9	1,2	1,1	5,2
18-64-12	2500	12	96,2	1,8	1.4	1,2	6,5
16-36-10	630	10	94.4	1,8	1.4	0,75	5.0
16-44-10	800	10	94,9	1,8	1,3	0,75	5.0
17-44-10	1250	10	95.5	1,9	1,2	1,1	5.4

Задача 6. Определить число пар полюсов синхронного генератора, генерирующего *ЭДС* с частотой $f_н$ = 50Гц, если частота вращения ротора $n_н$ = 62,8 об/мин.

Примеры заданий на практических занятиях

Задание 1.

Трехфазный синхронный генератор имеет следующие номинальные данные (таблица):

- активная мощность *Рн*, мВт:
- напряжение $U_н$, кВ;
- частота питающей сети $f_н$ =50 Гц;
- момент на валу *M,* Н-м;
- ток возбуждения $I_{вн,}$ А;
- синхронное индуктивное сопротивление фазы $X_{c,}$, Ом.

Требуется:

1. Определить коэффициент мощности $\cos \varphi_н$.
2. Вычислить реактивную мощность, *Q*, кВАр.

При расчете следует учесть, что в режиме холостого хода генератора ЭДС $E_0 = U_н$, и ток возбуждения $I_{в0}= 0,6I_{вн.}$

Таблица

$P_{2н}$, МВт	$U_н$, кВ	$I_{вн}$, А	M, кН-м	$f_н$, Гц	X_c, Ом
120	15	550	100	50	4,1

Задание 2. Трехфазный синхронный двигатель характеризуется номинальными величинами: $P_н$ = 320 кВт; частота вращения ротора двигателя составляет 1500 мин$^{-1}$; КПД $\eta_н$ = 0,93; коэффициент мощности $cos\varphi_н$ = 0,9 (φ<0, режим перевозбуждения). Обмотка статора соединена звездой, Электродвигатель присоединен к сети с линейным напряжением $U_{лн}$ = 3000 В, частотой $f_н$ = 50 Гц и жестко соединен с валом компрессора, развивая при этом мощность, равную номинальной. Индуцированная потоком возбуждения ЭДС E_0 на 40 % превышает фазное напряжение обмотки статора.

Задание:

1. Определить число пар полюсов ротора и номинальный ток фазы статора синхронного двигателя.
2. Построить для заданного режима работы синхронного двигателя векторную диаграмму, пренебрегая активным сопротивлением обмотки статора.
3. По диаграмме определить угол θ между векторами напряжения $U_ф$ и ЭДС E_0, падение напряжения в обмотке статора и ее синхронное реактивное сопротивление.

Задание 3. Трехфазный синхронный генератор мощностью $S_н$ = 500 кВА и номинальным напряжением $U_{лн}$ = 3,2 кВ работает с коэффициентом мощности $cos\varphi_н$ = 0,9. Фазные нагрузки соединены звездой. При этом частота вращения n = 600 об/мин, КПД генератора при номинальной нагрузке $\eta_н$ = 92%. Соединение фазных обмоток статора по схеме «звезда».

Требуется определить активную и реактивную мощность генератора при номинальной нагрузке, ток в обмотке статора, требуемую первичному двигателю мощность и вращающий момент при непосредственном механическом соединении валов генератора и первичного двигателя.

Задание 4. Фазное напряжение однофазного синхронного генератора составляет $U_{нф}$=6300В, а фазный ток 2,5А. Определить полезную мощность P_2 генератора, если угол сдвига фаз между током и напряжение таков, что его $cos\varphi$ = 0,86.

Задание 5. Трехфазный синхронный двигатель имеет следующие номинальные данные (таблица):

- активная мощность $P_{2н}$, кВт;
- напряжение $U_н$, кВ;
- число пар полюсов p;
- коэффициент полезного действия $\eta_н$, %;

- коэффициент мощности, $cos\ \varphi_н$;
- частота питающей сети $f_н$ =50 Гц;
- синхронное индуктивное сопротивление фазы X_c, Ом.

Таблица

$P_{2н}$, кВт	$U_н$, кВ	p	$\eta_н$, %	$cos\ \varphi_н$	$f_н$, Гц	X_c, Ом
1100	6,0	2	95	0,9	50	3,8

Требуется:

1. Вычислить номинальный фазный ток статора $I_н$.
2. Построить векторную диаграмму двигателя, по которой найти номинальное значение фазной ЭДС E_0 и угол нагрузки θ, град.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1.Выпрямление переменного тока в постоянный в постоянной коллекторной машине постоянного тока.

2.Принципы обратимости электрических машин. Двигатели постоянного тока, классификация. Характеристики генератора независимого возбуждения.

3.Элементы конструкции машин постоянного тока, номинальные величины.

4.Уравнение ЭДС и момента двигателя (постоянного тока). Характеристики двигателя последовательного возбуждения.

5. Магнитная цепь машины постоянного тока при холостом ходе.

6. Рабочие и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого и параллельного возбуждения.

7. Классификация обмоток якоря, способы выполнения петлевой и волновой обмотки на кольцевом якоре, числа P, K, S, Ук, шаги обмотки.

8. Способы регулирования скорости n у двигателя постоянного тока независимого и параллельного возбуждения.

9. Простая петлевая обмотка кольцевого якоря. Многоугольник ЭДС. Простая петлевая обмотка, пример выполнения.

10. Рабочие и механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

11. Пример выполнения простой волновой обмотки.

12. Способы регулирования скорости n у двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

13. Число ветвей простой петлевой обмотки. Выпрямление переменного тока в постоянный при помощи коллектора.

14. Трансформаторы. Основные понятия. Номинальные величины. Конструкция трансформаторов.

15. Принцип работы трансформатора. Основные типы по назначению и конструктивно.

16. Конструктивные элементы силового трансформатора. Опыт К.З. трансформатора.

17. Уравнение ЭДС и МДС трансформатора. К.З. трансформатора.

18. Шаги обмотки по коллектору и якорю. Рабочие характеристики двигателя независимого возбуждения.

19. Схема петлевой обмотки с удаленным шагом (Пример выполнения).

20. Характеристики двигателя последовательного возбуждения.

21. Схема замещения трансформатора. Опыт холостого хода трансформатора.

22. Реакция якоря, МДС машины при нагрузке.

23. Холостой ход трансформатора. Уравнение ЭДС и векторная диаграмма простейшего трансформатора. Опыт Х.Х.

24. Реакции якоря машины постоянного тока. Продольная и поперечная составляющие МДС реакции якоря.

25. Рабочие, механические и регулировочные характеристики двигателя независимого возбуждения.

26. Реакция якоря машины постоянного тока в генераторном и двигательном режимах.

27. Схема замещения трансформатора на холостом ходу. Опыт холостого хода трансформатора.

28. Режим К.З. трансформатора, величина Uк. Опыт К.З. трансформатора.

29. Конструкция генератора постоянного тока. Выпрямление переменной ЭДС при помощи коллектора.

30. Схема замещения приведенного трансформатора.

31. Характеристики двигателя последовательного возбуждения.

32. Понятие коммутации. Шкала искрения. Рабочие и механические характеристики двигателя последовательного возбуждения.

33. Схема замещения при К.З. трансформатора, опыт К.З. Напряжение Uк, определение.

34. Генераторы постоянного тока, область применения, классификация по способу возбуждения. Характеристики генератора независимого возбуждения.

35. Опыт короткого замыкания трансформатора, схема, результаты.

36. Уравнения ЭДС генератора, уравнения момента генератора. Характеристики генератора параллельного возбуждения.

37. Векторная диаграмма работы под нагрузкой трансформатора. Величина изменения напряжения трансформатора под нагрузкой.

38. Характеристики генератора независимого возбуждения.

39. Изменение U2 трансформатора. Определение, формула. Устройство, принцип действия трансформатора.

40. Характеристики генератора параллельного возбуждения, принцип самовозбуждения.

41. Трехфазные трансформаторы, способы соединения обмоток, виды магнитопроводов. Группы соединения обмоток трансформаторов.

42. Принцип действия, конструкция асинхронных машин. М.д.с. обмотки переменного тока.

43. Асинхронная машина при заторможенном роторе. Асинхронная машина при вращающемся роторе. Схема замещения асинхронной машины

44. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины.

45. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск в ход асинхронных двигателей. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с повышенным пусковым моментом.

46. Принцип действия, конструкция синхронных машин. Э.д.с. обмоток переменного тока.

47. Работа синхронного генератора при холостом ходе. Работа синхронного генератора при нагрузке. Реакция якоря синхронной машины.

48. Векторные диаграммы синхронного генератора.

49. Мощность и электромагнитный момент синхронной машины.

50. Синхронный двигатель. Синхронный компенсатор. Пуск в ход синхронных двигателей.

Пример задания по контрольной работе

Задача

Для электрической машины постоянного тока параллельного возбуждения выполнить следующие расчёты:

1. Расчёт магнитной цепи электрической машины при холостом ходе. Построить характеристику холостого хода;

2. Расчёт обмотки якоря генератора;

3. Расчёт потерь и КПД генератора. Построить график зависимости КПД машины от тока якоря.

Схематический чертёж к расчёту магнитной цепи машины приведен на рисунке 1.

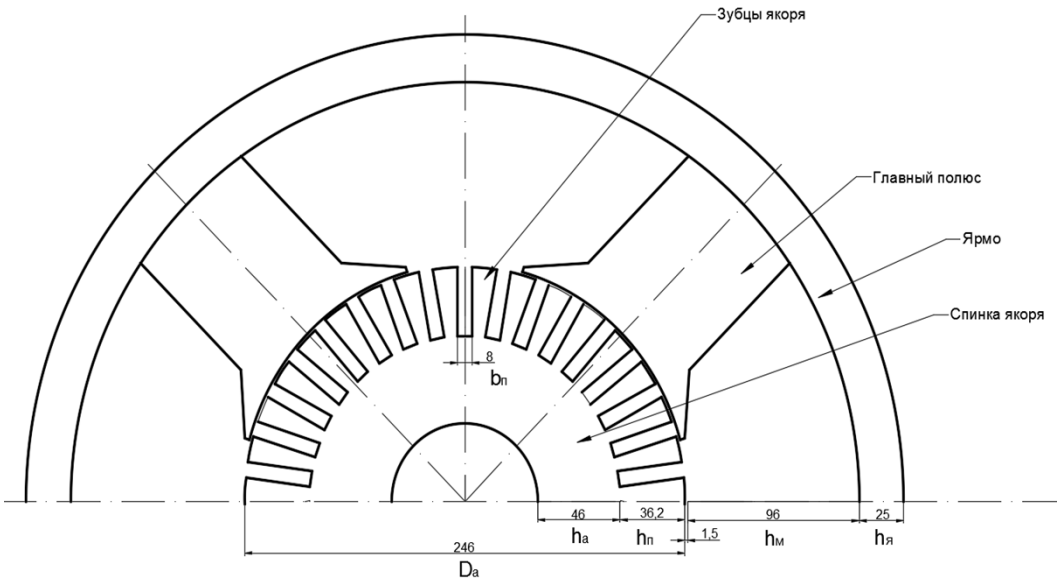


Рисунок 1 Схематический чертёж к расчёту магнитной цепи машины

Численные данные к выполнению контрольной работы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Численные значения величин к выполнению контрольной работы.

Вариант 1	
Мощность P_H	18 кВт
Напряжение U_H	230 В
Ток I_H	78 А
Частота вращения n_H	2000 об/мин
Число пар полюсов p	2
Наружный диаметр якоря D	0.246 м
Высота спинки якоря h_a	0.046 м
Длина якоря l_a	0.08 м
Воздушный зазор δ	0.0015 м
Число пазов Z	35
Число пар параллельных ветвей a	1
Коэффициент рассеяния	1.2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0.66

Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_П$	0.008 м
Высота паза якоря $h_П$	0.0362 м
Высота полюса h_M	0.096 м
Сечение ярма $S_Я$	0.0040 м^2
Сечение полюса S_M	0.008 м^2
Высота ярма $h_Я$	0.025 м
Число активных проводников якоря N	560
Вариант 2	
Мощность P_H	25 кВт
Напряжение U_H	230 В
Ток I_H	108.5 А
Частота вращения n_H	2000 об/мин
Число пар полюсов p	2
Наружный диаметр якоря D	0.25 м
Высота спинки якоря h_a	0.057 м
Длина якоря l_a	0.12 м
Воздушный зазор δ	0.002 м
Число пазов *Z*	33
Число пар параллельных ветвей a	1
Коэффициент рассеяния	1,2
Коэффициент полюсной дуги α_i	0,66
Число радиальных вентиляционных каналов n_k	0
Ширина паза якоря $b_П$	0.0088 м
Высота паза якоря $h_П$	0.035 м
Высота полюса h_M	0,1 м
Сечение ярма $S_Я$	0.006 м^2
Сечение полюса S_M	0.0092 м^2
Высота ярма $h_Я$	0,045 м
Число активных проводников якоря N	396