

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по образовательной и
международной деятельности
_____ /А.А. Кирсанкин/
«____» _____ 2026 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические машины
(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
35.03.06 - Агроинженерия

Направленность:
Информационные технологии в электроэнергетике

Формы обучения: очная

Курган 2026

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» составлена в соответствии с учебным планом по программе бакалавриата Агроинженерия (Информационные технологии в электроэнергетике), утвержденным:

- для очной формы обучения «26» июня 2026 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «01» июля 2026 года, протокол №14.

Рабочую программу составил
профессор кафедры «Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»

Ж.В. Нечухина

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления образовательной
деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 6 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр 5
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	40	40
Лекции	32	32
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	8	8
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	104	104
Курсовой проект	36	36
Подготовка к зачету	-	-
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	41	41
Вид промежуточной аттестации	Экз.	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрические машины» относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Высшая математика;
- Информатика;
- Теоретические основы электротехники.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплин «Электрические станции и подстанции», «Электроснабжение».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Электрические машины» является: сформировать у студентов теоретическую базу по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Задачами дисциплины являются:

- научиться понимать сущность происходящего в электрических машинах и трансформаторах электромагнитного и электромеханического преобразования электрической энергии;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;
- проводить элементарные испытания электрических машин.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность осуществлять мониторинг технического обслуживания подстанций электрических сетей (ПК-1);

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Электрические машины», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Электрические машины», индикаторы достижения компетенции ПК-1, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 _{ПК-1}	Знать: основы физических явлений электротехники; способов использования компьютерных и информационных технологий; теоретических основ электротехники, экологические требования	З (ИД-1 _{ПК-1})	Знает: основы физических явлений электротехники; способов использования компьютерных и информационных технологий; теоретических основ электротехники, экологические требования	Вопросы для сдачи, экзамена
2.	ИД-2 _{ПК-1}	Уметь: самостоятельно анализировать научную литературу, выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	У (ИД-2 _{ПК-1})	Умеет: самостоятельно анализировать научную литературу, выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	Банк задач для практических занятий
3.	ИД-3 _{ПК-1}	Владеть: инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами	В (ИД-3 _{ПК-1})	Владеет: инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами	Вопросы для сдачи, экзамена

		компьютерной техники и информационных технологий; методами выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов		компьютерной техники и информационных технологий; методами выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов	
--	--	--	--	--	--

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план Очная форма обучения (5 семестр)

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение.	2	-	-
	2	Трансформаторы.	13	4	-
		Рубежный контроль № 1	1	-	-
Рубеж 2	3,4	Асинхронные машины. Синхронные машины	15	4	-
		Рубежный контроль № 2	1	-	-
Всего:			32	8	-

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1 Введение

Цели и задачи изучения дисциплины. Требования по изучению дисциплины. Общие сведения об электрических машинах и трансформаторах. Основные законы электромеханики, на которых базируется теория электрических машин.

Тема 2. Трансформаторы

Конструкция и принцип действия.

Холостой ход трансформаторов. Работа при нагрузке. Уравнения напряжений, векторная диаграмма, схема замещения.

Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери энергии, энергетическая диаграмма и КПД трансформаторов.

Трансформирование трёхфазного тока. Схемы и группы соединений. Параллельная работа трансформаторов.

Переходные процессы в трансформаторах с учетом и без учета насыщения магнитопровода.

Несимметричная нагрузка трёхфазных трансформаторов.

Трансформаторы специального назначения. Автотрансформаторы.

Тема 3. Асинхронные машины

Конструкция и принцип действия. Обмотки статора и ротора.

Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной.

Основные уравнения напряжений и токов. Схема замещения и векторная диаграмма асинхронной машины. Энергетическая диаграмма. Потери и КПД.

Электромагнитный момент асинхронной машины. Механические характеристики асинхронных машин переменного тока.

Работа асинхронной машины в режиме генератора, противовключения. Преобразователь частоты, фазорегулятор, индукционный регулятор, машина двойного питания.

Пуск в ход асинхронного двигателя. Проблемы и способы пуска двигателей.

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

Однофазные асинхронные двигатели. Конденсаторные двигатели. Двигатели с полым и массивным роторами, другие особые исполнения асинхронных машин.

Тема 4. Синхронные машины. Турбогенераторы и гидрогенераторы

Принцип действия и особенности конструкции синхронных машин.

Магнитное поле и ЭДС синхронной машины при холостом ходе. Особенности расчёта магнитной цепи.

Магнитное поле синхронной машины при нагрузке, Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры обмотки якоря.

Уравнения электрического равновесия синхронных машин. Векторные диаграммы синхронных генераторов с учётом и без учёта насыщения.

Характеристики синхронного генератора.

Параллельная работа синхронных машин с сетью бесконечно большой мощности. Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность и момент. U-образные характеристики синхронных генераторов.

Синхронные двигатели. Способы пуска. Регулирование скорости вращения. Синхронный компенсатор.

Переходные процессы в синхронной машине. Внезапное короткое замыкание.

Синхронные генераторы для ВЭУ. Синхронные машины с постоянными магнитами. Специальные синхронные машины.

4.3. Практические занятия

Очная форма обучения (5 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раз-дела, темы	Наименование прак-тического занятия	Норматив времени, час.
2	Трансформаторы	Векторная диаграмма трансформатора.	-
		Схема замещения трансформатора.	2
		Анализ параметров трансформатора.	2
		Группы соединения обмоток трансформаторов.	-
		Переходные процессы в трансформаторах.	-
	Рубежный контроль №1		-
3	Асинхронные машины	Схема замещения АД.	2
		Параметры АД.	-
		Векторная диаграмма.	-
		Способы регулирования частоты вращения. Способы пуска.	-
		Однофазные асинхронные двигатели.	-
4	Синхронные машины	Принцип действия. Характеристики	2
	Рубежный контроль №2		-
Всего:			8

4.54 Курсовой проект

Задания для выполнения курсового проета

Основными задачами проектирования являются:

- систематизация и расширение объема знаний по электрическим машинам;
- получение навыков активного использования теоретических положений при решении практических задач;
- получение навыков работы с литературными, патентными и справочными материалами;
- получение навыков использования стандартов при оформлении материалов работы.

В процессе проектирования необходимо:

- изучить литературные материалы по объекту проектирования

- (трансформатор), составить краткий обзор по изученным материалам;
- выбрать вариант задания;
 - выполнить расчеты, оценить эксплуатационные свойства спроектированного трансформатора и дать оценку точности расчёта;
 - составить расчетно-пояснительную записку и оформить графическую часть.

Задание на курсовой проект

Курганский государственный университет

Кафедра «Цифровая энергетика»

Задание 5 на курсовую работу по дисциплине «Электрические машины»
студенту Иванову И.И. группы ИТ -13201...

Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Тема: «**Расчёт трёхфазного сухого силового трансформатора**»

1 Исходные данные для проектирования:

$S_{ном},$ кВ·А	Напряжения, кВ		$u_k,$ %	$i_0,$ %	Потери, кВт		Марка стали.	Толщина листа марки стали, мм	
	$U_{вн}$	$U_{нн}$			P_k	P_0		3404	3405
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
160	3,2	0,23	5,3	3,8	2,7	0,70	3405	0,30	0,35

Материал провода об- моток	Форма ярма	Плотность тока в об- мотках $j_{доп},$ А/мм ²	Класс нагрево- стойко- сти изо- ляции	Техноло- гия изго- товления пластин	Конструкция обмоток цилиндрическая...		Схема и группа соеди- нения
					НН	ВН	
11	12	13	14	15	16	17	18
медь.	ступ.	2,5	F	Снятие заусенец, отжиг	двухслой- ная цилин- дрич.	многослойная цилиндрич.	Δ/Y_0-3

2 Выполнить электромагнитный расчет трансформатора, в том числе:

- 2.1 определить основные электрические величины токов, рабочих и испытательных напряжений;
- 2.2 рассчитать основные размеры трансформатора;
- 2.3 произвести расчет обмоток НН и ВН;
- 2.4 оценить тепловой режим обмоток;
- 2.5 рассчитать параметры короткого замыкания и механические усилия в обмотках при коротком замыкании за трансформатором;
- 2.6 выполнить окончательный расчет размеров магнитопровода и параметров холостого хода;
- 2.7 рассчитать массу активных материалов трансформатора.

3 Конструкторско-технологическая часть проектирования.

4 Оценка эксплуатационных свойств рассчитанного трансформатора.

5 Графическая часть проекта содержит:

- 5.1 чертеж конструкции обмоток;

- 5.2 чертеж центрального пакета магнитопровода;
- 5.3 чертеж сечения стержня;
- 5.4 чертеж сечения ярма (для полуступенчатой формы);
- 5.4 схему электрическую обмотки ВН с ответвлениями;
- 5.5 чертеж общего вида трансформатора;
- 5.6 векторную диаграмму, поясняющую номер группы соединения фаз.

Руководитель работы (проекта) _____ / _____ /

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости для очной формы обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных и практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям, выполнение курсового проекта, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Очная форма обучения (5 семестр)

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомен- дуемая трудоем- кость, акад. час.
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	33
Автотрансформаторы и их применение	10
Типы и конструкции обмоток машин переменного тока	8
Расчет магнитной цепи машин постоянного тока	10
Назначение и конструктивное исполнение компенса- ционной обмотки в машинах постоянного тока	5
Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	-
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	4
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Выполнение курсового проекта	36
Выполнение контрольной работы	-
Подготовка к зачету	-
Подготовка к экзамену	27
Всего:	104

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Курсовой проект
3. Банк задач для практических занятий.
4. Банк тестовых заданий к рубежным контролям №1, №2.
5. Перечень вопросов к экзамену.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

Очная форма обучения (5 семестр)

№	Наименование	Содержание
1	Распределение баллов	<i>Распределение баллов за 5 семестр</i>

	за семестр по видам учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии), сроки сдачи учебной работы (при необходимости)	Вид УР:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Работа на практических занятиях	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экз.
		Балльная оценка:	<i>До 16</i>	-	<i>До 32</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>30</i>
		Примечания:	<i>16 лекций по 1 баллу</i>	-	<i>4 занятия по 8 баллов</i>	<i>После 8 лекции</i>	<i>На последнем практическом занятии</i>	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачтено, неудовл.; 61..73 баллов – удовл.; 74...90 баллов – хорошо; 91...100 баллов – отлично.						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается. Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность. Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается. За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30. Основанием для получения дополнительных баллов являются: - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.						

4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.
5	Критерии оценки курсового проекта	Курсовой проект, по ней выставляется отдельная оценка. Максимальная сумма по курсовому проекту устанавливается в 100 баллов. При оценке качества выполнения работы и уровня защиты рекомендуется следующее распределение баллов: а) качество пояснительной записки и графической части – до 40 баллов; б) качество доклада – до 20 баллов; в) качество защиты работы – до 40 баллов. При рассмотрении качества пояснительной записки и графической части работы принимается к сведению ритмичность выполнения работы, отсутствие ошибок, логичность и последовательность построения материала, правильность выполнения и полнота расчетов, соблюдение требований к оформлению и аккуратность исполнения работы. При оценке качества доклада учитывается уровень владения материалом, степень аргументированности, четкости, последовательности и правильности изложения материала, а также соблюдение регламентов. При оценке уровня качества ответов на вопросы принимается во внимание правильность, полнота и степень ориентированности в материале. Комиссия по приему защиты курсовой работы оценивает вышеуказанные составляющие компоненты и определяет итоговую оценку.

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 11 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов (по 1 баллу за каждый вопрос) и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Обучающемуся на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. За правильный ответ на каждый вопрос обучающийся максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости, зачета и экзамена заносятся преподавателем в зачетную и экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета и экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №1 (по теме «Трансформаторы»)

1. Трансформатором называется электротехническое устройство, служащее для преобразования ...
 - а) постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения;
 - б) переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты;
 - в) постоянного тока в переменный ток.
2. Обмотка трансформатора, которую подключают к приёмнику переменного тока, называется:
 - а) первичной;
 - б) вторичной;
 - в) нагрузкой;
 - г) потребителем.
3. Обмотку высшего напряжения трансформатора делают из ... сечения.
 - а) медного провода большого;
 - б) медного провода малого;
 - в) алюминиевого провода большого;
 - г) алюминиевого провода малого.
4. Сердечник трансформатора собирают, из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга для того, чтобы...
 - а) увеличить потери электрической энергии;
 - б) уменьшить потери на вихревые токи;
 - в) повысить потери на вихревые токи;
 - г) понизить электрическую энергию.
5. Основные части трансформатора ...
 - а) обмотки, магнитопровод;
 - б) преобразователь напряжения, обмотки;
 - в) электромагнит, катушки; расширитель;
 - г) обмотки, электроприёмник.
6. Повышающий трансформатор понизит напряжение сети ...

- а) может;
- б) не может;

7. Какие утверждения, касающиеся работы трансформатора в сети, справедливы при любых режимах работы:

- а) $I_1 = \text{const}$ б) $U_1 = \text{const}$ в) $I_1 = \text{const}$ г) $U_1 = \text{const}$
- $U_2 = \text{const}$ $\Phi_m = \text{const}$ $I_2 = \text{const}$ $I_2 = \text{const}$

8. Магнитопровод трёхфазного трансформатора имеет стержней ...

- а) один;
- б) два;
- в) три;
- г) четыре.

9. Трансформатор будет повышающим, если...

- а) $U_1 > U_2$;
- б) $E_1 = E_2$;
- в) $U_1 < U_2$
- г) $U_1 > E_1$

10. Работа трансформатора основана на явлении ...

- а) вращающегося магнитного поля;
- б) взаимной индукции;
- в) взаимодействия токов в обмотках;
- г) возникновения вихревых токов.

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №2 (по теме «Асинхронные машины»)

Задание 1

В каком из выражений для асинхронного двигателя допущена ошибка?

Варианты ответов:

$$1) I'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{\left(\frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_k^2}}. \quad 2) s_k = \frac{R'_2}{X_k}. \quad 3) M = \frac{2M_{max}}{s_H + s_k}; \quad 4) s_k = s_H \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right).$$

Задание 2

Определить частоту токов, питающих асинхронный двигатель (АД), имеющий следующие данные: $2p$ (число полюсов статора) = 4; n_1 (частота вращения магнитного поля статора) = 1500 об/мин. Указать правильный ответ.

- 1) 314 Гц; 2) 50 Гц; 3) 100 Гц; 4) 750 Гц; 5) 25 Гц.

Задание 3

Определить фазный номинальный ток двигателя, имеющего следующие паспортные данные: $P_{\text{ном}}=20$ кВт; $U_{\text{ном}}=380/220$ В; $\eta_{\text{ном}}=0,86$; $\cos\varphi_{\text{ном}}=0,84$.
Указать правильный ответ.

- 1) 30,3 А; 2) 24 А; 3) 36 А; 4) 42 А; 5) 12 А.

Задание 4

Асинхронный двигатель имеет параметры: $M_{\text{мах}}=50$ Н·м; $M_{\text{н}}=25$ Н·м; $n_{\text{н}}=1400$ об/мин. Какова частота тока ротора f_2 при номинальной частоте вращения и критическое скольжение $s_{\text{к}}$?

Варианты ответов:

- 1) $f_2 = 3,3$ Гц; $s_{\text{к}} \approx 6,6\%$ 2) $f_2 = 3,3$ Гц; $s_{\text{к}} \approx 25\%$
3) $f_2 = 12,5$ Гц; $s_{\text{к}} \approx 6,6\%$ 4) $f_2 = 12,5$ Гц; $s_{\text{к}} \approx 25\%$

Задание 5

В асинхронном двигателе можно выделить 4 части: магнитопровод статора, обмотка статора, магнитопровод ротора, обмотка ротора. В какой части потери при динамическом торможении являются наибольшими?

Варианты ответов: 1) Магнитопровод статора. 2) Обмотка статора.
3) Магнитопровод ротора. 4) Обмотка ротора.

Задание 6

При какой частоте сети у асинхронного двигателя при $p=3$ синхронная частота вращения равна 3000 об/мин.

Варианты ответов: 1) 628 Гц. 2) 314 Гц. 3) 150 Гц. 4) 50 Гц.

Задание 7

Как изменяется ток линейных проводов, к которым подключен асинхронный двигатель, если при пуске двигатель переключают с «Δ» на «Y»?

Варианты ответов: 1) Уменьшается в $\sqrt{3}$ раз. 2) Уменьшается в 3 раза.
3) Увеличивается в $\sqrt{3}$ раз. 4) Увеличивается в 3 раза.

Задание 8

На табличке (щитке) асинхронного двигателя указывают два напряжения питания: большее для соединения «Y» и меньшее для соединения «Δ». Мощность в обоих случаях равна номинальной, т.к. сохраняется величина фазного напряжения. Если фазное напряжение увеличить (уменьшить) в $\sqrt{3}$ раз, то мощность возрастет (уменьшится) в 3 раза. Работа двигателя при номинальной или пониженной мощности допустима, при повышенной нет.

Какое сочетание недопустимо для двигателя, на котором указано 380/220 В.

Варианты ответов: 1) 220 В (Y); 2) 220 В (Δ); 3) 380 В (Y); 4) 380 В (Δ).

Задание 9

На характеристике «Момент-скольжение» асинхронного двигателя выделяют 4 характерных значения для скольжения:

$s=0$ – при вращении ротора с частотой поля ($n_2=n_1$);

$s=s_{\text{ном}}$ – при вращении ротора с номинальной частотой [$n_2=n_1(1-s_{\text{ном}})$];

$s=s_{\text{кр}}$ – при обеспечении максимального вращающего момента [$n_2=n_1(1-s_{\text{кр}})$];

$s=1$ – при пуске двигателя из состояния покоя ($n_2=0$);

В тоже время двигатель, как любая электрическая машина, имеет 4 режима: номинальный, согласованный, холостой ход и короткое замыкание.

Какому скольжению соответствует номинальный режим?

Варианты ответов: 1) 0. 2) $s_{\text{ном}}$. 3) $s_{\text{кр}}$. 4) 1,0.

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №2 (по теме «Синхронные машины»)

1. Синхронизм синхронного генератора, работающего в энергосистеме невозможен, если
 - а) Вращающий момент турбины больше амплитуды электромагнитного момента;
 - б) Вращающий момент турбины меньше амплитуды электромагнитного момента;
 - в) Всегда возможен.
 - г) Эти моменты равны
2. С какой целью на роторе синхронного двигателя иногда размещают дополнительную короткозамкнутую обмотку?
 - а) Для увеличения к.п.д.
 - б) Для регулирования скорости вращения.
 - в) Для раскручивания ротора при запуске.
 - г) Для увеличения вращающего момента.
3. Каким должен быть зазор между ротором и статором синхронного генератора для обеспечения синусоидальной формы индуцируемой ЭДС?
 - а) Увеличивающимся от середины к краям полюсного наконечника.
 - б) Уменьшающимся от середины к краям полюсного наконечника.
 - в) Волнистым.
 - г) Строго одинаковым по всей окружности ротора
4. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?
 - а) К источнику постоянного тока.
 - б) К источнику однофазного переменного тока.

- с) К источнику двухфазного переменного тока.
- d) К источнику трехфазного тока

-

5. Определить предел передаваемой мощности $P_{\text{макс}}$ турбогенератора ТВФ-63-2У3 с параметрами: $S_{\text{ном}}=78,75 \text{ МВ}\cdot\text{А}$; $U_{\text{ном}}=10,5 \text{ кВ}$; $\cos\varphi_{\text{ном}}=0,8$; $X_d=2,63 \text{ Ом}$; $X_d'=0,381 \text{ Ом}$. Обмотка статора соединена звездой. АВР отсутствует.

- 1) 55,4 МВт; 2) 79,5 МВт; 3) 87,3 МВт; 4) 75,5 МВт; 5) 63 МВт.

6. Турбогенератор с числом пар полюсов $p = 1$ и частотой вращения магнитного поля $n = 3000 \text{ об/мин}$. Определить частоту тока f ?

- a) 250 Гц. b) 50 Гц. c) 5 Гц. d) 500 Гц.

7. СД работал с моментом нагрузки $M_{\text{нг}}=65 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при $\delta_{\text{нг}}=40^\circ$. Каким станет этот угол нагрузки δ двигателя, если его перегрузочная способность λ увеличилась в 2 раза?

- 1) $\delta_{\text{нг}}=19^\circ$; 2) $\delta_{\text{нг}}=28^\circ$; 3) $\delta_{\text{нг}}=40^\circ$; 4) $\delta_{\text{нг}}=69^\circ$; 5) $\delta_{\text{нг}}=70^\circ$.

8. Включение синхронного генератора в энергосистему производится:

- a) В режиме холостого хода.
- b) В режиме короткого замыкания..
- c) В рабочем режиме.
- d) В режиме возбуждения

9. Каким образом возможно изменять в широких пределах коэффициент мощности синхронного двигателя?

- a) Воздействуя на ток в обмотке статора двигателя.
- b) Воздействуя на ток возбуждения двигателя.
- c) Меняя напряжение сети.
- d) Это сделать невозможно

10. Для включения генератора в сеть необходимо одно из условий:

- a) Разное чередование фаз в сети и генераторе.
- b) Большая мощность генератора.
- c) Одинаковое чередование фаз в сети и генераторе.
- d) Разность частот ЭДС генератора и напряжения сети;

Примерный перечень вопросов к экзамену

- 1. Материалы, применяемые в электрических машинах.
- 2. Классы нагревостойкости изоляционных материалов обмоток.
- 3. Принцип действия трансформатора, назначение, конструкция.
- 4. Магнитные цепи электромеханических преобразователей. Виды магнитопроводов. Расчеты магнитных цепей. Почему сердечник трансформатора

выполняется из электротехнической стали, а не из неферромагнитного материала?

5. Уравнение МДС и токов трансформатора. Приведение параметров.
6. Опыт холостого хода трансформатора. Назначение. Определение параметров схемы замещения по показаниям приборов, векторная диаграмма в режиме х.х.
7. Назначение опыта х.х. силового трансформатора.
8. Определение параметров схемы замещения трансформатора по показаниям приборов, векторная диаграмма в режиме х.х.
9. Назначение опыта к.з. силового трансформатора.
10. Определение параметров схемы замещения трансформатора по показаниям приборов. Векторная диаграмма в режиме к.з.
11. Схема замещения трансформатора. Определение параметров схемы по паспортным (каталожным) данным.
12. Трёхфазные трансформаторы. Конструкции. Векторная диаграмма.
13. Группы соединения трёхфазных трансформаторов.
14. Параллельная работа трансформаторов, условия такой работы.
15. Векторные диаграммы трансформатора при различном характере нагрузки.
16. Внешняя характеристика трансформатора при различном характере нагрузки.
17. Процентное изменение напряжения трансформатора.
18. Многообмоточные трансформаторы (трёхобмоточные и с расщеплением вторичной обмотки).
19. Автотрансформаторы.
20. Сравнительная оценка маломощных и мощных трансформаторов, векторные диаграммы.
21. Электромагнитный расчет трансформатора.
22. Общие понятия об индукционных преобразователях энергии, термины и определения. Принцип обратимости. Принцип саморегулирования.
23. Законы электромеханики. Элементы обмоток электрических машин.
24. Способы получения вращающегося магнитного поля с помощью трёхфазной обмотки
25. Способы получения вращающегося магнитного поля с помощью двухфазной обмотки.
26. Асинхронные машины. Принцип действия, конструкция, виды роторов, их конструктивные особенности. Скольжение. Режимы работы асинхронной машины.
27. Частота тока ротора. ЭДС статора и ротора асинхронной машины.

28. Электромагнитный момент и ток ротора асинхронной машины.
29. Схемы замещения асинхронной машины. Векторная диаграмма асинхронного двигателя.
30. Механическая характеристика асинхронной машины. Основные режимы (устойчивый и неустойчивый).
31. Формула Клосса.
32. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Сравнение способов.
33. Частотное регулирование асинхронных двигателей.
34. Полюсное регулирование асинхронных двигателей.
35. Пуск асинхронных двигателей. Способы пуска.
36. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Способы снижения пускового тока. Пояснить, почему асинхронный двигатель при пуске имеет небольшой пусковой момент и значительный пусковой ток.
37. Потери и КПД асинхронного двигателя.
38. Тормозные режимы асинхронного двигателя. Механические характеристики трехфазного асинхронного двигателя при работе его в режимах торможения. Какой из режимов торможения с энергетической точки зрения является наиболее целесообразным?
39. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
40. Синхронные машины. Принцип действия. Устройство. Понятие об явнополюсных и неявнополюсных машинах.
41. Характеристики синхронного генератора: холостого хода, короткого замыкания.
42. Системы возбуждения синхронных машин.
43. Реакция якоря синхронных машин.
44. Внешняя характеристика синхронного генератора.
45. Электромагнитная мощность синхронной машины. Устойчивость режима.
46. Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Способы синхронизации.
47. Регулирование реактивной мощности. U -образная характеристика синхронной машины.
48. Переходные процессы в синхронных генераторах. Переходное и сверхпереходное сопротивление генератора. Пояснить, как себя ведет синхронный генератор при внезапном к.з. на его зажимах.
49. Нахождение ЭДС генератора в начальный момент внезапного короткого замыкания.

50. Устройство машин постоянного тока. Принцип действия. Устройство, назначение основных частей машины.
51. Режимы работы машин постоянного тока: двигательный и генераторный.
52. ЭДС машины постоянного тока.
53. Электромагнитный момент машины постоянного тока.
54. Способы возбуждения машин постоянного тока: независимое, параллельное, последовательное, смешанное, от постоянных магнитов.
55. Магнитное поле машины при нагрузке. Понятие о реакции якоря.
56. Процесс коммутации в машинах постоянного тока. Влияние реакции якоря на коммутацию, способы уменьшения искрения на коллекторе. Какой способ улучшения коммутации целесообразно использовать в мощных машинах постоянного тока при переменной нагрузке и почему?
57. Двигатель постоянного тока. Принцип действия, конструктивные исполнения ДПТ.
58. Особенности пуска двигателя постоянного тока. Способы пуска двигателя постоянного тока.
59. Механические характеристики двигателя постоянного тока с различными способами возбуждения.
60. Скоростные характеристики двигателя постоянного тока с различными способами возбуждения.
61. Способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока с различными способами возбуждения.
62. Потери и КПД двигателя постоянного тока. Как изменятся электрические потери в обмотке якоря двигателя независимого возбуждения при увеличении нагрузки генератора в два раза?
63. Классификация генераторов постоянного тока (ГПТ) по способу возбуждения.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1 Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. – М.: Академия, 2010.– 314 с.

7.2. Дополнительная учебная литература

- 1 Электрическая часть электростанций и подстанций [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Старшинов, М.В. Пираторов, М.А. Козинова; под ред. В.А. Старшинова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008744.html>
- 2 Методические указания к выполнению курсовой работы «Расчет трехфазного сухого силового трансформатора»./ Составил Мошкин В.И.– Курган: Изд-во КГУ, 2016. – 62с. (режим доступа – ЭБС КГУ)
- 3 <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/153701/Электротехника>
- 4 Афтаев В.И., Мошкин В.И. Справочник терминов и определений в электроэнергетике. – Курган: Изд-во Кург. гос. университета, 2011. – 208 с.
- 5 Мошкин В.И., Нейман В.Ю., Угаров Г.Г. Импульсные линейные электромагнитные двигатели. – Курган: Изд-во Кург. гос. университета, 2010. – 220 с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

- 1 Методические указания к лабораторным работам по курсу «Электромеханика» (работы 1-6) / Составил доцент Мошкин В.И. - Курган: Изд-во КГУ, 2018. – 50с. (режим доступа – ЭБС КГУ)
- 2 Модели трансформатора, электрических машин, препарированные электрические машины постоянного и переменного тока, демонстрационный стенд «Элементы электромашинной автоматики».

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ.
2. <http://electricalschool.info/material/> - Школа для электрика (статьи и схемы).
3. <http://electrichelp.ru/elektrotexnicheskie-materialy/> - Информационный проект для специалистов энергетических служб и студентов.

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента
3. ЭБС «Znanium. com
4. «Гарант» – справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Оно включает в себя учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием (комплект плакатов по электрическим машинам, жидкокристаллический проектор для отображения программ виртуальных лабораторных работ и фильмов по тематике дисциплины, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме online. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствуют п.4.1. Распределение баллов соответствует п.6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Электрические машины»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
35.03.06 - Агроинженерия

Направленность:
Информационные технологии в электроэнергетике

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (216 академических часа)

Семестр: 5 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Роль электрических машин в современной технике. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин. принцип действия и конструкции двигателя и генератора. Трансформаторы, асинхронные и синхронные машины и машины постоянного тока. Конструкции, принцип действия, параметры, основные уравнения и характеристики. Пуск, торможение. и регулирование частоты вращения двигателя. Характеристики генераторов. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Электрические машины»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.