

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Максимов В. П.

" 14 " _____ мая 2026 г. _____

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Б1.О.05.10 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (направленность) подготовки
Тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск
2026 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Программу составил (и):

Воробьев В.В., старший преподаватель

Ганевич С.Г., старший преподаватель

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 11 от 14 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой:

В.П. Максимов, д.п.н., профессор

1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Основной целью дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Задачи дисциплины:

- классифицировать электрические машины и описывать сущность происходящего в них электромеханического преобразования энергии;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;
- проводить элементарные испытания электрических машин.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические машины и трансформаторы» является обязательной и относится к обязательной части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Пререквизиты дисциплины (модуля): История, Философия, Математика, Информатика. Экономика электроэнергетики, Электрические и электронные аппараты, Электроэнергетические системы и сети, Электрические станции и др.

Постреквизиты дисциплины: «Электроэнергетические системы и сети», «Электроснабжение», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Техника высоких напряжений», «Переходные процессы».

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1 Знать: методы анализа линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей, переходных процессов в электрических цепях. УК -8.2 Уметь: самостоятельно рассчитывать и анализировать электрические цепи постоянного и переменного тока, магнитные цепи и синтезировать новые цепи. УК -8.3 Владеть навыками расчета линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей в различных режимах работы.
ПКС-3	Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКС-3.1. Знать: устройство электрических машин и трансформаторов; электромеханические

		комплексы и системы; электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений; электрооборудование низкого и высокого напряжения; потенциально опасные технологические процессы и производства; методы и средства защиты человека, промышленных объектов и среды обитания от антропогенного воздействия ПКС-3.2. Уметь: решать практические задачи в сфере профессиональной деятельности ПКС-3.3. Иметь навыки: совокупностью технических средств, способов и методов осуществления процессов производства, передачи, распределения, преобразования, применения и управления потоками электрической энергии.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов		
	5 сем.	6 сем.	всего
Общая трудоемкость	216	216	432
Контактная работа:	86	96	182
Лекции (Лек)	32	30	60
Практические занятия (ПР)	32	30	62
Лабораторные работы (Лаб)	16	30	46
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (<i>Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами</i>)	5	5	10
Конт ПА	1	1	2
Промежуточная аттестация - экзамен	26	26	52
Самостоятельная работа:	104	94	198
- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР);	72		
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);			
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);			
- написание реферата (Р);			
- написание эссе (Э);			
- самостоятельное изучение разделов (перечислить);	5	20	25
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	5	20	20
- подготовка к лабораторным занятиям;	5	15	20
- подготовка к практическим занятиям;	5	10	15

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов		
	5 сем.	6 сем.	всего
- подготовка к коллоквиумам; - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	12	14	26

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
1	Устройство, принцип действия, рабочие процессы однофазного трансформатора	5	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Схема замещения трансформаторов, векторные диаграммы.	5	2	1	2	1	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
3	Потери и КПД. Уравнения электродвижущих сил, токов. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. Опыт холостого хода, опыт короткого замыкания.	5	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Трехфазные трансформаторы.	5	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
5	Автотрансформаторы.	5	1	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
6	Схемы и группы соединений 3-х фазных трансформаторов.	5	2	1	2	1	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Переходные процессы в трансформаторе.	5	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
8	Общие вопросы	5	1	1	1	1	6	0	0	Опрос,

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
	теории машин переменного тока.									дискуссия, тест
9	Обмотки машин переменного тока, принципы построения. Индуктивные сопротивления обмоток. ЭДС обмоток статора.	5	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
10	Способы борьбы с высшими гармониками. МДС обмоток машин переменного тока. Вращающееся магнитное поле. МДС трехфазной обмотки	5	1	2	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
11	Асинхронные эл.двигатели. Принцип действия, физические процессы в АД. Уравнение состояния. Конструкция асинхронных эл. двигателей.	5	1	1	2	1	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
12	Короткозамкнутые и фазные обмотки роторов. Конструктивное исполнение по размещению, степени защиты и охлаждению. Основные уравнения.	5	1	2	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
13	Векторные диаграммы и схемы замещения АД. Энергетическая	5	2	1	2	1	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
	диаграмма АД.									
14	Расчет магнитной цепи и параметров обмотки АД.	5	2	2	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
15	Характеристики асинхронных двигателей.	5	1	2	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
16	Процесс пуска и условия устойчивой работы АД. Рабочие характеристики	5	1	2	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
17	Круговая диаграмма АД. Режим работы асинхронной машины. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей	5	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
18	Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Однофазные и конденсаторные АД. Специальные асинхронные машины	5	2	1	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	5	0	0	0	0	0	1	26	Экзамен
1	Синхронные электрические машины. Конструкция и принцип действия.	6	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Явно и неявно полюсные СМ. Уравнение состояния синхр. машин. Работа синхронного	6	2	1	1	1	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
	генератора под нагрузкой. Реакция якоря.									
3	Векторная диаграмма СМ. Определение параметров обмоток.	6	1	2	1	0	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Характеристики синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин	6	2	1	2	1	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
5	Параллельная работа синхронных генераторов.	6	2	1	2	0	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
6	Способы синхронизации. Угловая и U – образная характеристики СГ	6	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Принцип образования вращающего момента на валу СМ..	6	1	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
8	Переход из генераторного в двигательный режим	6	2	1	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
9	Синхронные двигатели и компенсаторы.	6	2	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
10	Синхронные машины специального назначения.	6	2	2	2	1	2	0	0	Опрос, дискуссия, тест
11	Коллекторные машины переменного тока	6	2	2	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
12	Машины постоянного тока. Уравнения состояния двигателя и генератора. Принцип работы.	6	2	1	1	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
13	Конструкция машин постоянного тока (МПТ). Назначение элементов конструкции. Роль коллекторно- щеточного узла.	6	2	1	2	1	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
14	Обмотки якорей МПТ.	6	2	2	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
15	Магнитная цепь. Рабочий режим машины. Реакция якоря	6	2	2	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
16	Меры по подавлению отрицательных последствий реакции якоря. Коммутация тока на коллекторе МПТ. Оценка качества коммутации.	6	2	1	2	0	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
17	Характеристики машин постоянного тока.	6	2	1	2	1	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
18	Переходные процессы в МПК К.П.Д. и нагревание машин	6	1	1	2	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	6	0	0	0	0	0	1	26	Экзамен
	Итого	432	62	46	62	10	198	2	52	

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости
----------	-------------------	---------	--	--	--	--	--	--	---

			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	(по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Устройство, принцип действия, рабочие процессы однофазного трансформатора	5	1	0	0	0	4	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Схема замещения трансформаторов, векторные диаграммы.	5	1	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
3	Потери и КПД. Уравнения электродвижущих сил, токов. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. Опыт холостого хода, опыт короткого замыкания.	5	1	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Трехфазные трансформаторы.	5	1	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
5	Автотрансформаторы.	5	0	1	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
6	Схемы и группы соединений 3-х фазных трансформаторов.	5	0	1	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Переходные процессы в трансформаторе.	5	0	1	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
8	Общие вопросы теории машин переменного тока.	5	0	1	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
9	Обмотки машин переменного тока, принципы построения. Индуктивные сопротивления обмоток. ЭДС обмоток статора.	5	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
10	Способы борьбы с высшими	5	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
	гармониками. МДС обмоток машин переменного тока. Вращающееся магнитное поле. МДС трехфазной обмотки									
11	Асинхронные эл.двигатели. Принцип действия, физические процессы в АД. Уравнение состояния. Конструкция асинхронных эл. двигателей.	5	1	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
12	Короткозамкнутые и фазные обмотки роторов. Конструктивное исполнение по размещению, степени защиты и охлаждению. Основные уравнения.	5	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
13	Векторные диаграммы и схемы замещения АД. Энергетическая диаграмма АД.	5	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
14	Расчет магнитной цепи и параметров обмотки АД.	5	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
15	Характеристики асинхронных двигателей.	5	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
16	Процесс пуска и условия устойчивой работы АД. Рабочие характеристики	5	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
17	Круговая диаграмма АД. Режим работы асинхронной машины. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей	5	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
18	Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Однофазные и конденсаторные АД. Специальные асинхронные машины	5	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	5	0	0	0	0	0	1	6	Экзамен
1	Синхронные электрические машины. Конструкция и принцип действия.	6	1	0	0	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
2	Явно и неявно полюсные СМ. Уравнение состояния синхр. машин. Работа синхронного генератора под нагрузкой. Реакция якоря.	6	1	0	0	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
3	Векторная диаграмма СМ. Определение параметров обмоток.	6	1	0	0	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
4	Характеристики синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин	6	1	0	0	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
5	Параллельная работа синхронных генераторов.	6	0	1	0	0	6	0	0	Опрос, дискуссия, тест
6	Способы синхронизации. Угловая и U – образная характеристики СГ	6	0	1	0	0	7	0	0	Опрос, дискуссия, тест
7	Принцип образования вращающего момента на валу СМ..	6	0	1	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
8	Переход из генераторного в двигательный режим	6	0	1	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
9	Синхронные двигатели и компенсаторы.	6	1	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
10	Синхронные машины специального назначения.	6	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
11	Коллекторные машины переменного тока	6	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
12	Машины постоянного тока. Уравнения состояния двигателя и генератора. Принцип работы.	6	1	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
13	Конструкция машин постоянного тока (МПТ). Назначение элементов конструкции. Роль коллекторно- щеточного узла.	6	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
14	Обмотки якорей МПТ.	6	0	0	1	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
15	Магнитная цепь. Рабочий режим	6	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Контроль	
	машины. Реакция якоря									
16	Меры по подавлению отрицательных последствий реакции якоря. Коммутация тока на коллекторе МПП. Оценка качества коммутации.	6	1	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
17	Характеристики машин постоянного тока.	6	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
18	Переходные процессы в МПК К.П.Д. и нагревание машин	6	0	0	0	0	8	0	0	Опрос, дискуссия, тест
	Промежуточная аттестация	6	0	0	0	0	0	1	6	Экзамен Курсовой проект
	Итого	432	12	10	10	0	382	2	12	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Трансформаторы

Назначение, принцип действия и устройство трансформаторов. Классификация трансформаторов по назначению, числу фаз, способу охлаждения. Номинальные величины.

Теория рабочего процесса трансформатора, уравнение магнитодвижущих сил, уравнение электрического состояния.

Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к числу витков первичной. Векторная диаграмма и Т-образная схема замещения трансформатора.

Упрощенная схема замещения и соответствующая ей векторная диаграмма. Напряжение короткого замыкания. Внешняя характеристика трансформатора.

Активные сопротивления и индуктивные сопротивления рассеяния трансформаторов, и их расчет. Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора.

Определение параметров схемы замещения трансформатора из опытов холостого хода и короткого замыкания.

Потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки.

Магнитные системы трехфазных трансформаторов, их особенности и области

применения. Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов: условия включения, распределение нагрузки.

Регулирование напряжения трансформаторов: способы регулирования, способы переключения ответвлений.

Автотрансформаторы и области их применения.

Измерительные трансформаторы: назначение, схемы включения, особенности эксплуатации. Специальные типы трансформаторов: сварочные трансформаторы, преобразовательные трансформаторы.

Тема 2. Асинхронные машины

Магнитное поле электрических машин. Расчет магнитной цепи явнополусных и неявнополусных электрических машин.

Потери энергии в электрических машинах. Коэффициент полезного действия электрических машин и зависимость его от нагрузки.

Нагревание и охлаждение электрических машин. Стандартные номинальные режимы работы. Номинальные технические данные электрических машин.

Основные типы электрических машин переменного тока, конструктивные схемы, устройство и принцип действия. Вращающееся магнитное поле многофазной обмотки переменного тока: принцип образования, основные свойства.

Основные принципы выполнения многофазных обмоток переменного тока. Схемы обмоток. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока.

Классификация электрических машин, основные конструктивные исполнения. Принцип действия электрических машин. Электромеханическое преобразование энергии.

Устройство, принцип действия, классификация асинхронных машин, области применения. Теория рабочего процесса асинхронной машины: уравнение магнитодвижущих сил, уравнения электрического состояния обмоток статора и ротора, составленные на основе второго закона Кирхгофа.

Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора, T – образная схема замещения, векторная диаграмма. Расчет токов статора и ротора асинхронного двигателя по T – образной схеме замещения. Зависимость токов от скольжения.

Расчет механической мощности, полезной и подводенной мощности асинхронного двигателя. Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя. Зависимость электромагнитного момента от скольжения, напряжения питающей сети, сопротивления цепи обмотки ротора.

Механическая характеристика асинхронного двигателя. Влияние вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения магнитной цепи на величину пускового момента.

Рабочие характеристики асинхронного двигателя и расчет их по T – образной схеме замещения.

Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, асинхронные короткозамкнутые двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, общая характеристика и сравнение способов регулирования. Частотное управление асинхронными двигателями: особенности частотного управления, законы одновременного регулирования частоты и напряжения питания, способы реализации. Электрическое торможение асинхронного двигателя.

Однофазный асинхронный двигатель: принцип действия, характеристики, способы пуска.

Тема 3. Синхронные машины

Принцип действия и устройство синхронных машин. Конструкция явнополусных и

неявнополюсных синхронных машин.

Работа синхронного генератора при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря в неявнополюсной машине. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора при симметричной смешанной нагрузке.

Теория рабочего процесса явнополюсной синхронной машины: метод двух реакций, разложение МДС якоря на продольную и поперечную составляющие, приведение МДС и токов к условиям возбуждения.

Характеристики синхронных генераторов при автономной работе, а именно, характеристика холостого хода, установившегося короткого замыкания, внешняя, регулировочная.

Параллельная работа синхронных генераторов: способы включения на параллельную работу с сетью, регулирование активной и реактивной нагрузки при параллельной работе.

Электромагнитный момент синхронной машины. Угловая характеристика синхронной машины при параллельной работе с сетью большой мощности. Статическая устойчивость синхронных машин.

Синхронный двигатель: векторные диаграммы, рабочие характеристики, способы пуска.

Тема 4. Электрические машины постоянного тока

Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Достоинства и недостатки и области их применения. Назначение и свойства коллектора машины постоянного тока, как универсального механического преобразователя тока.

Реакция якоря машины постоянного тока: искажение кривой распределения магнитной индукции при нагрузке, уменьшение магнитного потока и ЭДС из-за насыщения отдельных участков магнитной цепи.

Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока: электродвижущая сила обмотки якоря, электромагнитный момент.

Якорные обмотки машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчетные соотношения.

Коммутация в машинах постоянного тока: сущность процесса коммутации, природа щеточного контакта. Общая характеристика причин искрения под щетками. Оценка степени искрения и настройка дополнительных полюсов.

Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Процесс и условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.

Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением и их расчет. Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением и их расчет.

Управление двигателями постоянного тока: пуск в ход и изменение направления вращения (реверсирование) двигателей. Торможение электродвигателей постоянного тока. Виды электрического торможения и их характерные особенности. Способы регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока, их сравнительная оценка.

4.4. Темы и планы практических занятий

№	Тематика практических занятий (семинаров)	План занятия	Трудоемкость (час.)
1.	Исследование однофазного трансформатора	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	6
2.	Исследование измерительного	Опрос по теме.	8

	трансформатора тока	Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	
3.	Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	6
4.	Исследование асинхронного электродвигателя с фазным ротором	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	8
5.	Расчет параметров асинхронного электродвигателя	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	6
6.	Исследование универсального коллекторного электродвигателя	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	6
7.	Расчет параметров двигателя постоянного тока	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	8
8.	Расчет параметров синхронного двигателя	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	8
9.	Обозначение параметров двигателей на паспортах	Опрос по теме. Решение задач по теме занятия. Подведение итогов занятия	6
		Итого	62

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

№	Тематика занятий	план занятия	Трудоемкость (час.)
1.	Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
2.	Снятие характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ однофазного трансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
3.	Снятие характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ однофазного трансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
4.	Определение коэффициента трансформации однофазного автотрансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
5.	Снятие характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ однофазного автотрансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2

6.	Снятие характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ трехфазного трансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
7.	Снятие характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ трехфазного трансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
8.	Проверка группы соединений обмоток трехфазного трансформатора	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	4
9.	Исследование универсального двигателя 0,3 kW (индустриальный) на установке ЕЕМ 3-3 Lucas-Nülle GmbH	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	4
10.	Исследование однофазного двигателя со вспомогательной обмоткой 0,3 kW на установке ЕЕМ 3.3-3 Lucas-Nülle GmbH	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
11.	Исследование однофазного двигателя со стартовым конденсатором 0,3 kW на установке ЕЕМ 3.4-3 Lucas-Nülle GmbH	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
12.	Исследование однофазного двигателя с расщеплёнными полюсами, 0.1 kW на установке ЕЕМ 3.5-3 Lucas-Nülle GmbH	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	4
13.	Исследование конденсаторного однофазного двигателя. Стенд и выполнения базовых экспериментов. КОД.001 РБЭ (984).	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	4
14.	Исследование синхронной машины 0,3 kW на установке ЕЕМ 5.1-3 Lucas-Nülle GmbH	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	4
15.	Исследование синхронизации синхронной машины 0,3 kW с сетью на установке ЕЕМ 5.2-3 Lucas-Nülle GmbH	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
16.	Исследование Двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Стенд и выполнения базовых экспериментов. ЭМ.006 РБЭ (904.6).	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
17.	Исследование Двигателя постоянного	1. Актуализация опорных знаний.	2

	тока с последовательным возбуждением. Стенд и выполнения базовых экспериментов. ЭМ.006 РБЭ (904.6).	2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	
18.	Исследование Двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Стенд и выполнения базовых экспериментов. ЭМ.006 РБЭ (904.6).	1. Актуализация опорных знаний. 2. Инструктаж по технике безопасности. 3. Выполнение лабораторной работы. 4. Защита лабораторной работы.	2
		Итого	46

4.6. Примерная тематика курсовых проектов

Требуется рассчитать трехфазный трансформатор со следующими данными (приложения 3):

Полная номинальная мощность,	$S =$	кВА
Обмотка низкого напряжения,	$U_1 =$	кВ
Обмотка высокого напряжения,	$U_2 =$	кВ
Схема соединения обмоток		
Частота напряжения,	$f_1 =$	Гц
Потери КЗ,	$P_{KЗ} =$	Вт
Потери ХХ,	$P_0 =$	Вт
Напряжение КЗ,	$u_k =$	%
Ток ХХ,	$i_0 =$	%

Расчет производится для трансформатора стержневого типа с плоской магнитной системой и concentрическими обмотками.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Нет.

6. Образовательные технологии

№ п.п.	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Устройство, принцип действия, рабочие процессы однофазного трансформатора	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
2	Схема замещения трансформаторов, векторные диаграммы.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
3	Потери и КПД. Уравнения электродвижущих	Лекция Лабораторная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением

	сил, токов. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. Опыт холостого хода, опыт короткого замыкания.	Практическое занятие Самостоятельная работа	доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
4	Трехфазные трансформаторы.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
5	Автотрансформаторы.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
6	Схемы и группы соединений 3-х фазных трансформаторов.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
7	Переходные процессы в трансформаторе.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
8	Общие вопросы теории машин переменного тока.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
9	Обмотки машин переменного тока, принципы построения. Индуктивные сопротивления обмоток. ЭДС	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты

	обмоток статора.		
10	Способы борьбы с высшими гармониками. МДС обмоток машин переменного тока. Вращающееся магнитное поле. МДС трехфазной обмотки	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
11	Асинхронные эл. двигатели. Принцип действия, физические процессы в АД. Уравнение состояния. Конструкция асинхронных эл. двигателей.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
12	Короткозамкнутые и фазные обмотки роторов. Конструктивное исполнение по размещению, степени защиты и охлаждению. Основные уравнения.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
13	Векторные диаграммы и схемы замещения АД. Энергетическая диаграмма АД.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
14	Расчет магнитной цепи и параметров обмотки АД.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
15	Характеристики асинхронных двигателей.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты.

			Использование ЭИОС.
16	Процесс пуска и условия устойчивой работы АД. Рабочие характеристики	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
17	Круговая диаграмма АД. Режим работы асинхронной машины. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
18	Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Однофазные и конденсаторные АД. Специальные асинхронные машины	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
19	Синхронные электрические машины. Конструкция и принцип действия.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
20	Явно и неявно полюсные СМ. Уравнение состояния синхр. машин. Работа синхронного генератора под нагрузкой. Реакция якоря.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
21	Векторная диаграмма СМ. Определение параметров обмоток.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.

22	Характеристики синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
23	Параллельная работа синхронных генераторов.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
24	Способы синхронизации. Угловая и U – образная характеристики СГ	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
25	Принцип образования вращающего момента на валу СМ..	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
26	Переход из генераторного в двигательный режим	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
27	Синхронные двигатели и компенсаторы.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
28	Синхронные машины специального	Лекция Лабораторная	Лекция с использованием презентаций и графических материалов.

	назначения.	работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
29	Коллекторные машины переменного тока	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
30	Машины постоянного тока. Уравнения состояния двигателя и генератора. Принцип работы.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
31	Конструкция машин постоянного тока (МПТ). Назначение элементов конструкции. Роль коллекторно-щеточного узла.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
32	Обмотки якорей МПТ.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
33	Магнитная цепь. Рабочий режим машины. Реакция якоря	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
34	Меры по подавлению отрицательных последствий реакции якоря. Коммутация	Лекция Лабораторная работа Практическое	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада.

	тока на коллекторе МПТ. Оценка качества коммутации.	занятие Самостоятельная работа	Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
35	Характеристики машин постоянного тока.	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.
36	Переходные процессы в МПК К.П.Д. и нагревание машин	Лекция Лабораторная работа Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с использованием презентаций и графических материалов. Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка курсового проектирования посредством прямого общения или электронной почты. Использование ЭИОС.

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Процедура оценивания – опрос

1. Сформулируйте закон электромагнитной индукции и объясните взаимодействие магнитного поля и проводника с током.
2. Назовите основные элементы конструкции машины постоянного тока (МПТ) и расскажите о их назначении.
3. Начертите кривую распределения индукции в воздушном зазоре МПТ
4. Почему щетки в машине постоянного тока необходимо устанавливать на геометрической нейтрали?
5. Почему сердечник якоря машины постоянного тока выполняется шихтованным?
6. Как работает генератор постоянного тока?
7. Как работает двигатель постоянного тока?
8. Какие шаги определяют последовательность соединения проводников обмотки якоря между собой и с коллектором?
9. От чего зависит ЭДС, индуцируемая в обмотке якоря машины постоянного тока?
10. От чего зависит электромагнитный момент, развиваемый машиной постоянного тока?
11. Что называется реакцией якоря?
12. Как распределяются МДС и индукция в воздушном зазоре поперечного поля якоря?
13. Как влияет поперечная реакция якоря на магнитное поле машины и на напряжение между соседними коллекторными пластинами?
14. Каково назначение компенсационной обмотки и как она выполняется?
15. Какой процесс в машинах постоянного тока называется коммутацией?
16. Каковы причины искрения щеток?
17. Каковы условия прямолинейной, замедленной и ускоренной коммутации в машине ?
18. Какие способы улучшения коммутации применяются в машинах постоянного тока?
19. Каковы возможные схемы включения обмотки возбуждения генератора?
20. Как происходит самовозбуждение генераторов постоянного тока?

21. Сравните внешние характеристики генераторов с различными способами возбуждения
22. Сравните регулировочные характеристики генераторов с различными способами возбуждения
23. Какие способы уменьшения пускового тока применяются в ДПТ?
24. Какие способы регулирования частоты вращения применяются для ДТП?
25. Какие существуют виды трансформаторов и устройств трансформаторного типа?
26. каковы основные элементы конструкции и принцип действия трансформатора?
27. Что представляет из себя схема замещения трансформатора?
28. Нарисуйте векторные диаграммы трансформатора на холостом ходу и при нагрузке?
29. Какие параметры трансформатора определяются по данным опытов холостого хода и короткого замыкания?
30. Что такое внешняя характеристика трансформатора, какой она имеет вид и какими параметрами определяется?
31. Что представляет собой КПД трансформатора и от чего он зависит?.
32. Что представляет собой группа соединения обмоток трехфазного трансформатора?
33. Каковы условия включения трансформаторов на параллельную работу?
34. Каковы достоинства и недостатки автотрансформатора?
35. Для чего обмотки машин переменного тока распределяют по пазам?
36. Что представляют собой полюсное деление, зубцовое деление и шаг обмотки?
37. Что такое электрический градус?
38. При каких условиях многофазная обмотка электрической машины создает вращающееся магнитное поле?
39. Что такое обмоточный коэффициент, каковы его составляющие и что они учитывают?
40. От чего зависит ЭДС в обмотке машины переменного тока? Напишите соответствующую формулу
41. Каковы причины появления высших пространственных гармоник магнитного поля в машинах переменного тока?
42. Назовите способы борьбы с высшими гармониками магнитного поля в машинах переменного тока
43. Поясните принцип действия асинхронного двигателя
44. Что такое скольжение и почему двигатель называется асинхронным?
45. Для чего вращающийся ротор асинхронного двигателя заменяют неподвижным и как это делается?
46. Чем формулы приведения переменных и параметров ротора отличаются от формул приведения вторичной обмотки трансформатора?
47. Нарисуйте схему замещения асинхронной машины и назовите ее параметры
48. Назовите все потери мощности в асинхронном двигателе и причины их возникновения
49. Почему с увеличением воздушного зазора между статором и ротором асинхронного двигателя возрастает его намагничивающий ток и снижается $\cos \varphi_1$?
50. Каковы характерные точки механической характеристики асинхронного двигателя?
51. Как момент асинхронного двигателя зависит от напряжения питания, активного сопротивления цепи ротора, индуктивных сопротивлений обмоток статора и ротора?
52. Что такое критическое скольжение асинхронного двигателя и чем определяется его значение?
53. Напишите формулу Клосса и поясните, зачем она нужна
54. Как можно регулировать скорость вращения асинхронного двигателя?
55. Чем отличается однофазный и конденсаторный асинхронные двигатели?
56. Расскажите принцип действия синхронного генератора
57. Какова конструкция явнополюсной синхронной машины?
58. Как устроена неявнополюсная синхронная машина?

59. Сколько полюсов имеет ротор генератора, если частота вращения 62,5 об/мин, а частота генерируемого напряжения 50 Гц?
60. Какие системы возбуждения применяются для синхронных машин и в чем заключается их сущность?
61. Что такое реакция якоря и как она влияет на работу синхронного генератора?
62. Поясните порядок построения векторной диаграммы неявнополюсного синхронного генератора
63. Поясните порядок построения векторной диаграммы явно-полюсного синхронного генератора
64. Поясните взаимное расположение внешних и регулировочных характеристик синхронного генератора при различном характере нагрузки.
65. Назовите два способа синхронизации и поясните когда они применяются.
66. Каковы угловые характеристики электромагнитной мощности (момента) явно-полюсного и неявнополюсного синхронных генераторов?
67. В чем заключается отличие двигательного режима синхронной машины от генераторного?
68. Какой характер имеет реакция якоря в синхронном двигателе при недовозбуждении и перевозбуждении?
69. Для чего используются синхронные компенсаторы?
70. Поясните принцип действия коллекторного двигателя переменного тока.

7.2. Процедура оценивания – реферат

1. История развития электрических машин и классификация электромеханических преобразователей
2. Особенности работы насыщенных однофазных и трехфазных трансформаторов
3. Специальные трансформаторы
4. Конструкции асинхронных машин
5. Учет нелинейности параметров при работе асинхронных машин в статических режимах
6. Специальные асинхронные машины
7. Конструкции синхронных машин
8. Специальные синхронные машины
9. Коммутация в машинах постоянного тока и способы ее улучшения
10. Вентильные двигатели
11. Коллекторные машины переменного тока
12. Каскадные соединения электрических машин, электромагнитные преобразователи

7.3. Вопросы к экзамену А

1. Устройство и принцип действия трансформатора
2. Классификация трансформаторов
3. Уравнения ЭДС трансформатора
4. Уравнения МДС трансформатора
5. Потери и КПД трансформатора
6. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора
7. Внешняя характеристика трансформатора
8. Опыт холостого хода и короткого замыкания трансформатора
9. Трехфазный трансформатор, схемы соединения обмоток
10. Группы соединения трансформаторов
11. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
12. Автотрансформатор

13. Трехобмоточный трансформатор
14. Устройство машины переменного тока
15. Обмотка статора машин переменного тока
16. Назначение и область применения асинхронных машин
17. Устройство ротора асинхронной машины
18. Двигательный режим работы асинхр.машины, скольжение, перегрузочная способность
19. Генераторный режим работы асинхронной машины, достоинства, недостатки
20. Режим торможения противовключением АМ, применение, достоинства, недостатки
21. Частота тока и ЭДС обмотки ротора асинхронной машины
22. Уравнения ЭДС асинхронного двигателя
23. Уравнения МДС асинхронного двигателя
24. Потери и КПД асинхронных машин
25. Механическая характеристика асинхронного двигателя
26. Влияние напряжения сети на форму механической характеристики
27. Влияние сопротивления, включенного в цепь ротора, на форму механической характеристики асинхронного двигателя
28. Способы пуска асинхронного двигателя
29. Рабочие характеристики асинхронного двигателя
30. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя
31. Принцип действия однофазного асинхронного двигателя
32. Конденсаторный асинхронный двигатель

7.4. Вопросы к экзамену Б

33. Назначение и области применения синхронных машин
34. Устройство синхронных машин
35. Принцип работы синхронного генератора
36. Реакция якоря синхронного генератора
37. Уравнение ЭДС синхронного генератора
38. Характеристика синхронного генератора
39. Принцип работы и синхронного двигателя
40. Пуск в ход синхронных двигателей
41. Синхронные компенсаторы
42. Устройство машины постоянного тока
43. Принцип действия машин постоянного тока
44. Обмотки якоря машин постоянного тока
45. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент машин постоянного тока
46. Реакция якоря в машинах постоянного тока
47. Причины, вызывающие искрение на коллекторе в машинах постоянного тока
48. Коммутация в машинах постоянного тока
49. Способы улучшения коммутации в машинах постоянного тока
50. Способы возбуждения машин постоянного тока
51. Назначение и области применения генераторов постоянного тока
52. Характеристики генераторов постоянного тока
53. Назначение и области применения двигателей постоянного тока
54. Потери и КПД машин постоянного тока

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учетом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачет по вопросам.

– оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

Базовая часть (проверка знаний и умений по курсу)				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Решение долгосрочного задания контрольной работы	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	18	36
Составление таблиц расчетных формул по курсу	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	7	14
Защита лабораторных работ	Проверка знаний, умений, навыков	Аудиторная	0	0
Промежуточная аттестация: зачет	Проверка знаний, умений	Аудиторная	15	20
Итого минимум			47	84
Дополнительная часть				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Отработка лабораторных работ, участие в олимпиаде	Проверка знаний, умений	Аудиторная	5	16
Итого			52	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

9.1. Основная литература:

1. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1 : учебник для академического бакалавриата / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва :

Издательство Юрайт, 2025. — 267 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03222-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434425>.

2. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2 : учебник для академического бакалавриата / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 407 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03224-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434426>.

3. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для академического бакалавриата / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 181 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-00881-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433833>.

9.2. Дополнительная литература

1. Угольников, А. В. Электрические машины : учебное пособие / А. В. Угольников. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 157 с. — ISBN 978-5-4497-0020-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/82233.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 828 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/445920>.

9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.

2. Силовая электроника. Издательство: Медиа КиТ. Год основания: 2004 ISSN: 2079-9322.

3. Электричество. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1880 ISSN: 0013-5380.

4. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. International Journal of Energy Production and Management. Издательство: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ. Год основания: 2016 ISSN: 2056-3272.

9.4. Программное обеспечение

Операционные системы

- *Альт Линукс*: российская операционная система, обеспечивающая высокий уровень безопасности и соответствие национальным стандартам.
- *РЕД ОС*: отечественная разработка, ориентированная на использование в государственных учреждениях и образовательных организациях.
- *Астра Линукс*: система с повышенными требованиями к безопасности, активно применяемая в различных секторах, включая образование.
- *ОС РОСА ХРОМ*: операционная система предназначена для оснащения рабочих мест пользователей без специальных требований по информационной безопасности.

Офисные пакеты

- *МойОфис*: российский офисный пакет, включающий текстовый редактор, табличный процессор и другие инструменты для работы с документами.
- *Р7-Офис*: еще одно отечественное решение, поддерживающее работу с текстами, таблицами и презентациями, полностью совместимое с форматами Microsoft Office.

Антивирусное ПО

- *Kaspersky Lab*: один из ведущих мировых производителей антивирусного ПО, широко используемый в образовательных учреждениях России.
- *Dr.Web*: надежное антивирусное решение с многолетней историей использования в учебных заведениях.

Видеоконференции и коллаборация

- *Сферум*: отечественная платформа для видеоконференций и совместной работы, созданная специально для образовательных нужд.
- *Яндекс.Телемост*: сервис от Яндекса, обеспечивающий надежную видеосвязь и удобные инструменты для онлайн-обучения.
- *TrueConf*: российское решение для видеоконференций, поддерживающее высокое качество связи и широкие функциональные возможности.
- *МТС Линк*: делает коммуникацию со студентами и сотрудниками быстрее, результативнее и выгоднее; позволяет эффективно решить все задачи вуза по онлайн-коммуникациям.

СУБД (Системы управления базами данных)

- *Postgres Pro*: отечественная версия PostgreSQL, адаптированная для использования в России и активно применяемая в образовательных учреждениях.
- *Ред База Данных*: российская система управления базами данных, основанная на Firebird и обеспечивающая высокую надежность и производительность.
- *YDB (ранее Yandex Database)*: масштабируемая база данных от Яндекса, подходящая для различных задач, включая образовательные.

Облачное хранилище

- *Яндекс.Диск*: отечественное облачное хранилище, предлагающее удобный доступ к файлам и интеграцию с другими сервисами Яндекса.
- *Облако Mail.ru*: еще одно популярное российское решение для хранения и обмена файлами, активно используемое в образовании.
- *МойОфис Хранилище*: часть офисного пакета МойОфис, обеспечивающая безопасное хранение и совместную работу с документами.

Система управления обучением

- *Платформа Teachbase*: система дистанционного обучения, которая предназначена для автоматизации процессов обучения за счет своевременного обучения её пользователей и возможности оперативного контроля за подготовкой и переподготовкой пользователей.
- *iSpring Learn*: LMS с полным циклом обучения.
- *GetCourse*: платформа для онлайн-школы, дает возможность создавать тренинги, вести базу.
- *Stepik*: российская образовательная платформа и конструктор бесплатных и платных открытых онлайн-курсов и уроков.

Системы управления проектами и совместной работы

- *Яндекс.Трекер*: российская система для управления задачами и проектами, интегрированная с другими сервисами Яндекса.
- *Сфера*: платформа для управления проектами и задачами, широко используемая в российских компаниях и образовательных учреждениях.
- *Трекер Р7-Офис*: часть офисного пакета Р7-Офис, предлагающая инструменты для совместной работы и управления проектами.
- *TeamStorm*: платформа для управления командами и процессами разработки.

Формы и опросы

- *Яндекс.Формы*: российский сервис для создания опросов и анкет, предлагающий удобные инструменты для сбора и анализа данных.
- *Сервисы от 1С: Управление*: специализированные решения для создания и анализа опросов и анкет, используемые в российских организациях.
- *Testograf*: сервис для создания опросов, анкет и тестов для клиентов и сотрудников. Он предоставляет набор инструментов для создания и анализа опросов, а также для управления результатами и отчётами.
- *Univer Online. Анкетирование*: предназначен для сбора и предоставления руководству вуза актуальной информации о качестве образовательного процесса

Программы для работы с PDF-документами

- *PDF Commander*: российское решение для работы с PDF-файлами, предлагающее широкий функционал для создания, редактирования и просмотра документов.
- *МойОфис Стандартный. Документы*: часть офисного пакета МойОфис, включающая инструменты для работы с PDF-документами.
- *Master PDF*: многофункциональный и простой в использовании редактор файлов в формате PDF.

- *Content AI (ABBYY)*: многофункциональный редактор для решения любых задач с PDF и бумажными документами.

Почтовые клиенты

- *КриптоАРМ ГОСТ 3*: универсальное приложение для работы с электронными документами со встроенным почтовым клиентом, позволяющим безопасно обмениваться файлами.
- *P7-Офис. Органайзер*: предназначен для управления почтой, деловым расписанием, работы с контактами и планирования задач.
- *RuPost Desktop*: предоставляет полный набор инструментов для организации вашей рабочей жизни. Это включает в себя управление почтой, календарями, контактами, задачами и даже панель быстрых кнопок для удобства.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «Эксперт»
«Антиплагиат.ВУЗ»

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- 1) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://cdo.sakhgu.ru/>
- 2) Официальный сайт Сахалинского государственного университета.
<http://www.sakhgu.ru/>
- 3) Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/download/>
- 4) Twirpx.com <http://www.twirpx.com/files/tek/>
- 5) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>
- 6) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>
- 7) Единое окно доступа к информационным ресурсам:
<http://window.edu.ru/resource/771/40771>
- 8) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>
- 9) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>
- 10) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>
- 11) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>
- 12) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции» Договор №985/11-ЛВ-25015.
- 13) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор № 095/04/0173 от 22.06.2015 г.
- 14) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru>; ООО «НексМедиа» Договор № 132-06/15 от 23.06.2015.
- 15) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; www.e.lanbook.com; Бесплатный бессрочный контент
- 16) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники»; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» Бесплатный контент.
- 17) IPRbooks; ООО «Ай Пи Эр Медиа»; <http://www.iprbookshop.ru/>.

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;

- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, д. 68, каб. 210 каб. 128, каб. 400	Лекционная аудитория; Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Классная доска; Переносной экран; Ноутбук; Мультимедийный проектор; Лаборатория электрических систем, сетей и электрооборудования, в т.ч.: лабораторный стенд «Исследование электрических машин». Лаборатория э электрической энергии лабораторный стенд «Комплексные потребители, измерение потребления энергии и пиковой нагрузки». Лаборатория электроэнергетических систем, в т.ч.: Лабораторный стенд «Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии»; Лабораторный стенд «Измерение электрической энергии»; Лабораторный стенд «Однолинейный модуль распределительной электрической сети с измерителем показателей качества электроэнергии» Доступ к сети Интернет
---	---

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____

(название дисциплины)

по направлению подготовки

(специальности) _____

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель

подпись

расшифровка подписи

дата

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи