



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭЭ

 Р.В. Ахметова

« 30 » мая 20 23 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.20.04 Электрические машины

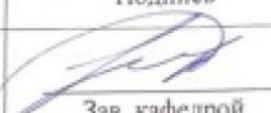

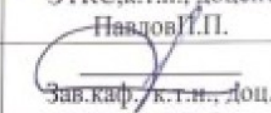
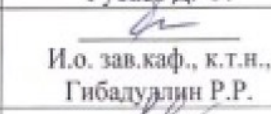
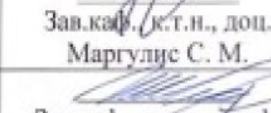
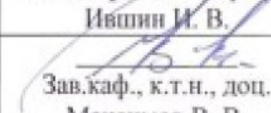
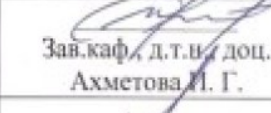
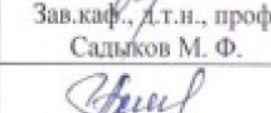
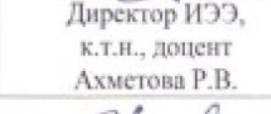
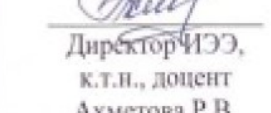

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭТКС	д.т.н., доцент	Хизбуллин Р.Н.
ЭТКС	Ст.преподаватель	Антипанова И.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	 Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.Д.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	 Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Навдов И.П.
Согласована	РЗА	18.05.23	№23	 Зав.каф., к.т.н., доц. Губаев Д. Ф.
Согласована	ЭХП	16.05.23	№8	 И.о. зав.каф., к.т.н., Гибадуллин Р.Р.
Согласована	ЭС	19.05.23	№6/23	 Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	ЭПП	17.05.23	№32	 Зав.каф., д.т.н., проф. Иббин И. В.
Согласована	ЭСиС	17.05.23	№32	 Зав.каф., к.т.н., доц. Максимов В.В.
Согласована	ЭОП	25.05.23	№13	 Зав.каф., д.т.н., доц. Ахметова И. Г.
Согласована	ТОЭ	30.05.23	№8	 Зав.каф., д.т.н., проф. Садьков М. Ф.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №8	 Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №9	 Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.

## Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине «Электрические машины»

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебному плану.

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профстандартам.

**Заключение.** На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент  
Назмиев Айнур Илсурович, ООО «Инженерный центр «Энергоразвитие»  
(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень)

Дата 23 мая 2023 года



## Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины "Электрические машины" 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.

Задачами дисциплины являются:

- описывать сущность происходящих в электрических машинах электромеханических преобразований энергии, уметь классифицировать электрические машины;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;
- проводить элементарные испытания электрических машин, правильно обрабатывать полученные результаты;
- формировать основные навыки к монтажу, регулировки, испытанием и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- проводить контроль состояния электрических машин по технической и технологической документации на рабочем месте.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик

### 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  
Математика, Физика, Теоретические основы электротехники.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Электрический привод и автоматика, Электроэнергетические системы и сети, Электромагнитная совместимость, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			4	5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252		108	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	4,14	149		72	77
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3,2	116		68	48
Лекции	1,3	50		34	16
Практические (семинарские) занятия	0,9	34		18	16
Лабораторные работы	0,8	32		16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,8	136		40	96
Проработка учебного материала	1,8	64		40	24
Курсовой проект					
Курсовая работа	1	36			36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36			36
Промежуточная аттестация:				3	Э

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			уст	7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252	2	250	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	2,3	82		82	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,05	38	2	36	
Лекции	0,5	18	2	16	
Практические (семинарские) занятия	0,33	12		12	
Лабораторные работы	0,22	8		8	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	5,95	214		214	
Проработка учебного материала	4,7	169		169	
Курсовой проект					
Курсовая работа	1	36		36	
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9		9	
Промежуточная аттестация:					
			-	Э	

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Трансформаторы	36	9		4	8	ТК1	ОПК-4.5 З
Раздел 2. Асинхронные машины	36	5	4	4	12	ТК2	ОПК-4.5 З,У
Раздел 3. Синхронные машины	50	14	12	10	12	ТК3	ОПК-4.5 З,У,В
Раздел 4. Машины постоянного тока	58	4			8	ТК4	ОПК-4.5 З
Курсовой работа	72				72	ОМкр	ОПК-4.5 З,У,В
Экзамен	36				36	ОМ	ОПК-4.5 З,У
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>148</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Трансформаторы

1. Физические основы и принцип работы трансформатора.
2. Устройство и принцип работы трансформатора

#### Лекции:

- 1.1 Принцип действия трансформаторов. Устройство трансформаторов. (2 часа)  
*Принцип действия трансформаторов. Устройство однофазных и трехфазных трансформаторов. Уравнения напряжений трансформатора. Уравнения магнитодвижущих сил и токов.*
- 1.2 Приведенный трансформатор. Векторная диаграмма трансформатора. (2 часа)  
*Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора. Построение векторной диаграммы трансформатора.*
- 1.3 Свойства трансформаторов при различных режимах. Потери и КПД трансформатора. (2 часа)  
*Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформаторов. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания. Упрощенная векторная диаграмма трансформатора. Внешняя характеристика трансформатора. Потери и КПД трансформатора. Регулирование напряжения трансформаторов.*
- 1.4 Группы соединения обмоток трансформатора и параллельная работа трансформаторов (2 часа)  
*Трансформирование трехфазного тока и схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Влияние схемы соединения обмоток на работу трехфазных*

*трансформаторов в режиме холостого хода. Группы соединения обмоток трансформатора. Метод фазометра. Метод вольтметра. Параллельная работа трансформаторов. Условия при параллельной работе двухобмоточных трансформаторов.*

1.5 Автотрансформаторы и трансформаторы специального назначения. Переходные процессы. (2 часа)

*Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Переходные процессы в трансформаторах. Перенапряжения в трансформаторах. Трансформатор с подвижным сердечником. Пик-трансформаторы. Умножители частоты.*

## **Раздел 2. Асинхронные машины**

1. Устройство и конструкция асинхронных машин.

2. Принцип работы асинхронных машин.

**Лекции:**

2.1 Принцип действия бесколлекторных машин переменного тока. (2 часа)

*Принцип действия синхронного генератора. Принцип действия асинхронного двигателя. Устройство статора бесколлекторной машины. Электродвижущая сила катушки. Электродвижущая сила обмотки статора. Основные типы обмоток статора. Изоляция обмотки статора. Магнитодвижущая сила обмоток статора - магнитодвижущая сила сосредоточенной обмотки, магнитодвижущая сила распределенной обмотки, магнитодвижущая сила трехфазной обмотки статора*

2.2. Режим работы и устройство асинхронных машин. (2 часа)

*Двигательный и генераторный режимы работы асинхронной машины. Устройство асинхронных двигателей.*

2.3. Схема замещения асинхронного двигателя. Векторная диаграмма асинхронного двигателя (2 часа)

*Уравнения напряжений асинхронного двигателя. Уравнения МДС и токов асинхронного двигателя. Приведение параметров обмотки ротора и векторная диаграмма асинхронного двигателя.*

2.4. Электромагнитный момент и рабочие характеристики асинхронного двигателя (2 часа)

*Потери и КПД асинхронного двигателя. Электромагнитный момент, механические характеристики, рабочие характеристики асинхронного двигателя. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания. Круговая диаграмма асинхронного двигателя.*

2.5 Пуск, регулирование частоты вращения. (2 часа)

*Пусковые свойства асинхронных двигателей. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором. Пуск асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Пуск при пониженном напряжении. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения изменением подводимого напряжения. Регулирование частоты вращения изменением активного сопротивления в цепи ротора. Регулирование частоты вращения изменением частоты питающего напряжения. Регулирование частоты вращения изменением числа пар полюсов обмотки статора. Импульсное регулирование частоты вращения.*

2.6. Торможение асинхронных двигателей. (2 часа)

*Тормозные режимы асинхронных двигателей: рекуперативное торможение, динамическое торможение, конденсаторное торможение, торможение противовключением.*

2.7. Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели. (2 часа)

*Принцип действия и пуск однофазного асинхронного двигателя. Асинхронные конденсаторные двигатели. Работа трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети. Однофазный асинхронный двигатель с экранированными полюсами.*

### **Раздел 3. Синхронные машины**

1. Устройство и конструкция синхронных машин.
2. Принцип работы синхронных

Лекции:

3.1 Способы возбуждения и устройства синхронных машин (2 часа)

*Возбуждение синхронных машин. Типы синхронных машин и их устройство. Охлаждение синхронных машин.*

3.2. Магнитное поле синхронной машины. (2 часа)

*Магнитная цепь синхронной машины. Магнитное поле синхронной машины. Реакция якоря синхронной машины. Уравнения напряжений синхронного генератора.*

3.3 Векторные диаграммы синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. (2 часа)

*Векторные диаграммы синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Переходные процессы в синхронных генераторах.*

3.4 Параллельная работа синхронных генераторов (2 часа)

*Включение синхронных генераторов на параллельную работу. Способ точной синхронизации. Способ самосинхронизации. Нагрузка синхронного генератора, включенного на параллельную работу. Угловые характеристики синхронного генератора. Колебания синхронных генераторов. Синхронизирующая способность синхронных машин. U – образные характеристики синхронного генератора. Переходные процессы в синхронных генераторах.*

3.5. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор. (2 часа)

*Принцип действия синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей. U – образные и рабочие характеристики синхронного двигателя. Синхронный компенсатор.*

### **Раздел 4. Машины постоянного тока**

1. Устройство и конструкция машин постоянного тока.
2. Принцип работы машин постоянного тока

Лекции:

4.1 Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. (2 часа)

*Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Устройство коллекторной машины постоянного тока.*

4.2. Обмотки якоря коллекторных машин. (2 часа)

*Петлевые обмотки якоря. Волновые обмотки якоря. Уравнительные соединения и комбинированная обмотки якоря. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машины постоянного тока. Выбор типа обмотки якоря.*

4.3 Магнитное поле машины постоянного тока. (2 часа)

*Магнитная цепь машины постоянного тока. Реакция якоря машины постоянного тока. Устранение влияния реакции якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока.*

4.4 Коммутация в коллекторных машинах постоянного тока. (2 часа)

*Прямолинейная коммутация. Криволинейная коммутация. Способы улучшения коммутации. Причины, вызывающие искрения на коллекторе*

4.5 Коллекторные генераторы постоянного тока. (2 часа)



*Основные понятия. Генератор независимого возбуждения. Генератор параллельного возбуждения. Генератор смешанного возбуждения.*

#### 4.6 Коллекторные двигатели. (2 часа)

*Пуск двигателя постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей. Двигатели постоянного тока независимого и параллельного возбуждения. Двигатель последовательного возбуждения. Двигатель смешанного возбуждения. Потери и коэффициент полезного действия машины постоянного тока.*

#### 4.7 Асинхронные и синхронные машины специального назначения. (2 часа)

*Индукционный регулятор напряжения и фазорегулятор. Асинхронный преобразователь частоты. Асинхронные исполнительные двигатели. Линейные асинхронные двигатели. Синхронные машины с постоянными магнитами. Синхронные реактивные двигатели. Гистерезисные двигатели. Шаговые двигатели.*

#### 4.8 Машины постоянного тока специального назначения. (2 часа)

*Тахогенератор постоянного тока. Вентильные двигатели постоянного тока. Исполнительные двигатели постоянного тока.*

### **3.4. Тематический план практических занятий**

- Практическое занятие 1. Коэффициент трансформации трансформатора
- Практическое занятие 2. ЭДС и токи в обмотках трансформатора
- Практическое занятие 3. Векторная диаграмма трансформатора
- Практическое занятие 4. Потери трансформатора
- Практическое занятие 5. КПД трансформатора
- Практическое занятие 6. Скольжение асинхронных двигателей
- Практическое занятие 7. ЭДС асинхронных двигателей
- Практическое занятие 8. Токи асинхронных двигателей
- Практическое занятие 9. Потери КПД а асинхронных машинах
- Практическое занятие 10. Электромагнитный момент в асинхронных машинах .
- Практическое занятие 11. Рабочие характеристики АД
- Практическое занятие 12. Пуск и регулирование частоты вращения в асинхронных машинах
- Практическое занятие 13. Синхронные генераторы
- Практическое занятие 14. Генераторы постоянного тока
- Практическое занятие 15. Двигатели постоянного тока
- Практическое занятие 16. Коммутация в коллекторных машинах постоянного тока.
- Практическое занятие 17. Коллекторные генераторы постоянного тока
- Практическое занятие 18. Коллекторные двигатели

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

- Лабораторная работа 1. Исследование однофазного трансформатора
- Лабораторная работа 2. Исследование трехфазного трансформатора
- Лабораторная работа 3. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с контактными кольцами
- Лабораторная работа 4. Исследование асинхронного двигателя с КЗР
- Лабораторная работа 5. Исследование асинхронного двигателя с ФР
- Лабораторная работа 6. Исследование синхронного двигателя
- Лабораторная работа 7. Исследование трехфазного синхронного генератора.

### 3.6. Курсовая работа

Курсовая работа по теме: «Расчет трансформатора»

#### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.5 Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	знать:	Свободно и в полном объеме описывает установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Достаточно полно описывает установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Плохо описывает установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Не знает установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик
		уметь:				
		Анализировать	Свободно	Умеет	Слабо	Не умеет

		установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик
		владеть:				
		Режимами работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Режимам и работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Владеет навыками применения режимам и работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Владеет слабыми навыками применения режимов работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Не владеет навыками и применением режимов работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Электрические машины : учебное пособие для вузов / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2008. - 320 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-5395-0. - Текст : непосредственный.

2. Вольдек, А. И. Электрические машины : учебник для втузов / А. И. Вольдек. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергия, 1974. - 840 с. : ил. - Текст : непосредственный.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Кацман, М. К. Справочник по электрическим машинам : учебное пособие для СПО / М. М. Кацман. - М. : Академия, 2005. - 480 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1686-0. - Текст : непосредственный.

2. Кацман, М. К. Сборник задач по электрическим машинам : учебное пособие для СПО / М. М. Кацман. - 6-е изд., стер. - М. : Академия, 2012. - 160 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-8727-6. - Текст : непосредственный.

3. Ванурин, В. Н. Электрические машины / В. Н. Ванурин. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-507-44500-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230381>.

4. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209984>.



### 5.2. Информационное обеспечение

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Курс Moodle	<a href="https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=1125">https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=1125</a>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
2	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные	Учебная лаборатория «Г-202»	Специализированное лабораторное

работы		оборудование по профилю лаборатории: Вентиляторная установка с асинхронным двигателем и преобразователем частоты Danfoss
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-112, Б-110	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) Б-112, Б-110	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении

профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного



отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Б1.О.20.04 Электрические машины

---

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр

г. Казань, 2023



## Семестр 6 (Курсовая работа)

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1.</b> «Линейные и фазные значения напряжения», «Эскиз»,	<b>ТК1</b>	<b>30</b>	<b>0-20</b>			<b>30-50</b>	<b>30-50</b>
Выполнение индивидуальных заданий		30					
<b>Раздел 2.</b> «Уравнения для приведенного трансформатора», «Ударный ток КЗ»	<b>ТК2</b>			<b>25</b>	<b>0-25</b>	<b>25-50</b>	<b>25-50</b>
Выполнение индивидуальных заданий				25			
<b>Промежуточная аттестация (КР)</b>	<b>ОМ</b>						<b>0-45</b>
Пояснительная записка							0-15
Защита КР							0-30

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.5 Анализирует установленный	знать: установившиеся режимы	Свободно и в	Достаточно полно	Плохо описывает	Не знает установленного

	иеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	полном объеме описывает установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	описывает установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	т установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	вшие режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	
	уметь:						
	Анализировать установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Свободно анализирует установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Умеет анализировать установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Слабо анализирует установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	Не умеет анализировать установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик		
	владеть:						
Режимами работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их	Режимам и работы трансформаторов и электрических машин, использует	Владеет навыками применения режимам и работы трансформаторов и	Владеет слабыми навыками применения режимов работы трансфор	Не владеет навыкам и применением режимов работы			

		режимов работы и характеристик	т знание их режимов работы и характеристик	электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	маторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик
--	--	--------------------------------	--	--	--	--

*Оценка «отлично» выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание принципов построения систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

*Оценка «хорошо» выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; понимание принципов построения систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза, хорошие ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

*Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; удовлетворительное понимание принципов построения систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза; удовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

*Оценка «неудовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; неудовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание).*

### **3. Перечень оценочных средств**

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
----------------------------------	--	------------------------------

Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

##### *Примеры заданий*

##### **Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин  
ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик

##### Тест

1. Указать электрические машины
  - Трансформаторы
  - Асинхронный двигатель
  - Синхронный двигатель
  - Машины постоянного тока
2. В какой из обмоток индуцируется ЭДС взаимной индукции
  - В первичной обмотке
  - Во вторичной обмотке



3. Электроизоляционные материалы, используемые в трансформаторе

- электрокартон
- кабельная бумага
- лакоткань
- хлопчатобумажные ленты
- бумажно-бикелитовые цилиндры
- лаки и эмали
- фарфор

4. Трансформаторное масло используется

- для повышения электрической прочности изоляции трансформатора
- для улучшения условий его охлаждения
- для улучшения условий его нагрева

5. В электротехнической промышленности применяются

- холоднокатаная сталь
- горячекатаная сталь
- сталь, получаемая, методом отливки

**Для текущего контроля ТК2:**

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

ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик

1. На каком токе работает асинхронная машина?

- На постоянном токе
- На переменном токе.
- на пульсирующем токе

2. Часть мощности, теряемой в электродвигателях приходится на потери:

- потери на вихревые токи
- потери, связанные с объёмом двигателя
- потери, связанные со степенью насыщения машин

3. КПД асинхронной машины можно определить, зная:

- подведенную мощность
- механическую мощность
- активную мощность

4. От чего зависит мощность двигателя?

- От диаметра провода.
- От количества витков на статоре
- От увеличения тока
- От габаритов двигателя.

5. Какая из приведённых зависимостей тока от напряжения короткого замыкания используется в асинхронных машинах?

- Линейная
- Параболическая
- Гиперболическая

**Для текущего контроля ТК3:**

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

ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик

Чем измеряется зависимость тока короткого замыкания от тока возбуждения в синхронных машинах при закороченной обмотке якоря?

- Амперметром
- Вольтметром
- Потенциометром
- Реостатом

Какие моменты возникают в синхронном реактивном двигателе?

- Основной момент
- Реактивный момент
- Тормозной момент

В неявнополюсных синхронных машинах воздушный зазор:

- равномерный
- увеличивается к центру полюсов
- увеличивается к краям полюсов

Как рассчитывают магнитную цепь синхронной машины?

- При нагрузочном режиме
- При постоянной частоте вращения
- При холостом ходе

Чтобы из генераторного режима перейти в режим двигателя в синхронных машинах необходимо:

- изменить знак момента сопротивления приложенного на валу
- изменить чередование проводов на щетке
- нужно отключить обмотку возбуждения

**Для текущего контроля ТК4:**

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

ОПК-4.5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик

В генераторах постоянного тока под сбегающим краем полюса поле:

- ослабевает

- усиливается
- не меняется

В каком из способов регулирования частоты вращения задействованы два и более элементов?

- Система "управляемый выпрямитель-двигатель"
- Система "двигатель-двигатель"
- Система "генератор-двигатель"

Для чего предназначен рым-болт?

- Для транспортировки двигателя
- Для соединения нагрузки
- Для баллона вала

Машины постоянного тока работают в генераторном режиме, если:

- $E > U$
- $E < U$
- $E = U$

В машинах постоянного тока обмотки добавочных полюсов соединяют с обмоткой якоря:

- последовательно
- параллельно
- независимо

### Вопросы к комплексному заданию *TK1*

1. Принцип действия трансформаторов.
2. Устройство однофазных и трехфазных трансформаторов.
3. Уравнения напряжений трансформатора
4. Уравнения магнитодвижущих сил и токов.
5. Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора.
6. Построение векторной диаграммы трансформатора.
7. Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформаторов.
8. Опыт холостого хода
9. Опыт короткого замыкания
10. Упрощенная векторная диаграмма трансформатора.

### Вопросы к комплексному заданию *TK2*

1. Влияние схемы соединения обмоток на работу трехфазных трансформаторов в режиме холостого хода.
2. Принцип действия асинхронного двигателя.

3. Устройство статора бесколлекторной машины
4. Электродвижущая сила катушки.
5. Электродвижущая сила обмотки статора
6. Основные типы обмоток статора
7. Двигательный и генераторный режимы работы асинхронной машины
8. Двигательный и генераторный режимы работы асинхронной машины
9. Векторная диаграмма асинхронного двигателя
10. Уравнения напряжений асинхронного двигателя

### Вопросы к комплексному заданию *ТК3*

1. Возбуждение синхронных машин.
2. . Магнитное поле синхронной машины
3. Реакция якоря синхронной машины
4. Уравнения напряжений синхронного генератора.
5. Векторные диаграммы синхронного генератора
6. Характеристики синхронного генератора
7. Переходные процессы в синхронных генераторах
8. Включение синхронных генераторов на параллельную работу
9. Способ точной синхронизации.
- 10.Способ самосинхронизации
- 11.Нагрузка синхронного генератора, включенного на параллельную работу
- 12.Угловые характеристики синхронного генератора
- 13.Колебания синхронных генераторов
- 14.Синхронизирующая способность синхронных машин
15.  $U$  – образные характеристики синхронного генератора

### Вопросы к комплексному заданию *ТК4*

1. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.
2. Устройство коллекторной машины постоянного тока.
3. Петлевые обмотки якоря
4. Волновые обмотки якоря
5. Уравнительные соединения и комбинированная обмотки якоря.
6. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машины постоянного тока.
7. Выбор типа обмотки якоря.
8. Магнитная цепь машины постоянного тока.
9. Реакция якоря машины постоянного тока.
10. Реакция якоря машины постоянного тока.

## Для промежуточной аттестации:

### Примеры экзаменационных билетов

#### Билет 1

1. Тест
1. Принцип действия трансформаторов.
2. Реакция якоря машины постоянного тока.

#### Билет 2

1. Тест.
2. Устройство однофазных и трехфазных трансформаторов.
3. Реакция якоря машины постоянного тока.

#### Билет 3

1. Тест.
2. Уравнения напряжений трансформатора
3. Магнитная цепь машины постоянного тока.

#### Билет 4

1. Тест.
2. Колебания синхронных генераторов
3. Уравнительные соединения и комбинированная обмотки якоря.

#### Билет 5

1. Тест.
2. U – образные характеристики синхронного генератора
3. Волновые обмотки якоря

#### Билет 6

1. Тест.
2. Переходные процессы в синхронных генераторах
3. Устройство коллекторной машины постоянного тока.

## *Перечень экзаменационных вопросов*

1. Принцип действия трансформаторов.
2. Устройство однофазных и трехфазных трансформаторов.
3. Уравнения напряжений трансформатора
4. Уравнения магнитодвижущих сил и токов.
5. Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора.
6. Построение векторной диаграммы трансформатора.
7. Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформаторов.
8. Опыт холостого хода
9. Опыт короткого замыкания
10. Упрощенная векторная диаграмма трансформатора.
11. Влияние схемы соединения обмоток на работу трехфазных трансформаторов в режиме холостого хода.
12. Принцип действия асинхронного двигателя.
13. Устройство статора бесколлекторной машины
14. Электродвижущая сила катушки.
15. Электродвижущая сила обмотки статора
16. Основные типы обмоток статора
17. Двигательный и генераторный режимы работы асинхронной машины
18. Двигательный и генераторный режимы работы асинхронной машины
19. Векторная диаграмма асинхронного двигателя
20. Уравнения напряжений асинхронного двигателя
21. Возбуждение синхронных машин.
22. . Магнитное поле синхронной машины
23. Реакция якоря синхронной машины
24. Уравнения напряжений синхронного генератора.
25. Векторные диаграммы синхронного генератора
26. Характеристики синхронного генератора
27. Переходные процессы в синхронных генераторах
28. Включение синхронных генераторов на параллельную работу
29. Способ точной синхронизации.
30. Способ самосинхронизации
31. Нагрузка синхронного генератора, включенного на параллельную работу
32. Угловые характеристики синхронного генератора
33. Колебания синхронных генераторов
34. Синхронизирующая способность синхронных машин
35. U – образные характеристики синхронного генератора
36. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.
37. Устройство коллекторной машины постоянного тока.
38. Петлевые обмотки якоря
39. Волновые обмотки якоря
40. Уравнительные соединения и комбинированная обмотки якоря.
41. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машины постоянного тока.
42. Выбор типа обмотки якоря.
43. Магнитная цепь машины постоянного тока.
44. Реакция якоря машины постоянного тока.
45. Реакция якоря машины постоянного тока.