

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
и цифровизации

\_\_\_\_\_ А.В. Кубышкина

18.06.2024 г.

**Электрические машины**  
(Наименование дисциплины)

**рабочая программа дисциплины**

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и электротехнологий**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений**

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная, заочная**

Общая трудоемкость **6 з.е.**

Брянская область  
2024

Программу составил(и):

доцент Никитин А.М.

Рецензент(ы):

Доцент Безик В.А.

Рабочая программа дисциплины

Электрические машины

разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. №144.

составлена на основании учебного плана 2024 года набора

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

утвержденного Учёным советом вуза от 18.06.2024 г. протокол № 11

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехнологий

Протокол от 18.06.2024 г. № 11

Зав. кафедрой

Безик Д.А.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью преподавания дисциплины «Электрические машины» является подготовка специалиста высшей квалификации, способного выполнять все задачи, связанные с использованием электрических машин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП ВО: Б1.О.24

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

Знать основные законы электротехники; понятия о электрическом и магнитном поле; основы монтажа электрооборудования; свойства электротехнических материалов; методы расчета электрических и магнитных цепей; методы и способы измерения электрических величин.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

«Электрический привод», «Основы электроснабжения», «Средства автоматизации и управления».

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Категория общепрофессиональных компетенций: Теоретическая и практическая профессиональная подготовка		
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.	<b>Знать:</b> основные методики расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин <b>Уметь:</b> применять основные методики расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин <b>Владеть:</b> навыками применения основных методик расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин

**Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:** в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП.

#### 4. Распределение часов дисциплины по семестрам (очная форма)

Вид занятий	1		2		3		4		5		6		7		8		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции							20	20	32	32							52	52
Лабораторные							20	20	32	32							52	52
Практические							20	20									20	20
КСР							2	2	2	2							4	4
Консультация перед экзаменом									1	1							1	1
Прием экзамена									0,25	0,25							0,25	0,25
Прием зачета							0,15	0,15									0,15	0,15
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)							62,15	62,15	67,25	67,25							129,4	129,4
Сам. работа							45,85	45,85	24	24							69,85	69,85
Контроль									16,75	16,75							16,75	16,75
Итого							108	108	108	108							216	216

#### 4. Распределение часов дисциплины по курсам (заочная форма)

Вид занятий	1		2		3		4		5		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции					4	4	6	6			10	
Лабораторные					8	8	6	6			14	
Практические					4	4					4	
Консультация перед экзаменом							1	1			1	1
Прием экзамена							0,25	0,25			0,25	0,25
Прием зачета					0,15	0,15					0,15	0,15
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)					16,15	16,15	13,25	13,25			29,4	29,4
Сам. работа					90	90	88	88			178	178
Контроль					1,85	1,85	6,75	6,75			8,6	8,6
Итого					108	108	108	108			216	216

#### СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (очная форма)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикаторы достижения компетенций
	<b>Раздел 1. Трансформаторы</b>			
1.1	Устройство и принцип действия трансформаторов, разновидности трансформаторов по назначению и типы. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
1.2	. Однофазный трансформатор. Холостой ход трансформатора. Параметры приведенного трансформатора, упрощенная схема замещения, векторные диаграммы для полной и упрощенной схем замещения, энергетический баланс трансформатора. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
1.3	Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора, определение на их, основе параметров, напряжение короткого замыкания и его составляющие. Эксплуатационные показатели трансформаторов. /Лек/	4	2	ОПК-4.5

1.4	Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Соединение обмоток трехфазного трансформатора в звезду, в треугольник и в зигзаг. Параллельная работа трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. бота трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
1.5	Работа трехфазных трансформаторов при несимметричной нагрузке. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
1.6	Явления при намагничивании трансформаторов. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
1.7	Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Трансформаторы выпрямительных установок. Сварочные трансформаторы. Другие типы специальных трансформаторов. /Лек/	4	4	ОПК-4.5
1.8	Однофазный трансформатор /Лаб/	4	4	ОПК-4.5
1.9	Трехфазный трансформатор /Лаб/	4	4	ОПК-4.5
1.10	Группы соединения обмоток трансформатора /Лаб/	4	4	ОПК-4.5
1.11	Параллельная работа трансформаторов /Лаб/	4	4	ОПК-4.5
1.12	Расчет параметров трансформаторов /практик/	4	6	ОПК-4.5
1.13	Расчет, построение и определение характеристик из круговой диаграммы /практик/	4	6	ОПК-4.5
1.14	Конструкция сердечников трансформаторов. Конструкция обмоток трансформаторов /Ср/	4	15	ОПК-4.5
1.15	Специальные трансформаторы /Ср/	4	15	ОПК-4.5
<b>Раздел 2. Общие вопросы бесколлекторных машин переменного тока</b>				
2.1	Образование вращающегося магнитного поля. Принципы действия и устройство машин переменного тока. Принципы выполнения обмоток. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
2.2	МДС сосредоточенной и распределенной обмоток. МДС обмоток при скосе пазов и с укороченным шагом. Обмоточный коэффициент. Электродвижущие силы обмоток. Схемы обмоток машин переменного тока. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
2.3	Схемы обмоток машин переменного тока /Лаб/	4	4	ОПК-4.5
2.4	Расчет и построение схем обмоток машин переменного тока /практик/	4	8	ОПК-4.5
2.5	Виды обмоток машин переменного тока /Ср/	4	15,85	ОПК-4.5
2.6	Прием зачета /К/	4	0,15	ОПК-4.5
<b>Раздел 3. Асинхронные машины</b>				
3.1	Конструкция асинхронного двигателя. Принцип работы. Общая характеристика асинхронных двигателей. Номинальные данные. /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.2	Асинхронная машина при вращающемся роторе: Рабочий процесс асинхронного двигателя. /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.3	Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Моменты асинхронного двигателя. /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.3	Круговая диаграмма асинхронной машины: обоснование и методы построения диаграммы. Анализ свойств асинхронной машины с помощью круговой диаграммы /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.4	Пуск трехфазных асинхронных двигателей, способы пуска. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.5	Работа асинхронных двигателей при условиях, отличных от номинальных. Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронная машина в режиме генератора. Асинхронный преобразователь частоты. /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.5	Переходные процессы в асинхронных двигателях. Математическая модель асинхронной машины /Лек/	5	2	ОПК-4.5
3.7	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки /Лаб/	5	4	ОПК-4.5
3.8	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания /Лаб/	5	4	ОПК-4.5
3.9	Параметры и характеристики асинхронного двигателя / Лаб /	5	4	ОПК-4.5
3.10	Конструкция асинхронного двигателя /Ср/	5	6	ОПК-4.5
3.11	Специальные режимы работы асинхронного двигателя /Ср/	5	6	ОПК-4.5
<b>Раздел 4. Коллекторные машины</b>				
4.1	Основные элементы устройства и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы	5	2	ОПК-4.5

	возбуждения машин постоянного тока /Лек/			
4.2	Генераторы постоянного тока. /Лек/	5	2	ОПК-4.5
4.3	Двигатели постоянного тока. /Лек/	5	4	ОПК-4.5
4.4	Специальные машины постоянного тока: тахогенераторы, сварочные генераторы, электромашинные усилители, машины с постоянными магнитами, исполнительные двигатели автоматических устройств. Универсальные коллекторные двигатели /Лек/	5	4	ОПК-4.5
4.5	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения /Лаб/	5	4	ОПК-4.5
4.6	Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения /Лаб/	5	4	ОПК-4.5
4.7	Исследование двигателя постоянного тока смешанного возбуждения /Лаб/	5	4	ОПК-4.5
4.8	Исследование генератора постоянного тока /Лаб/	5	2	ОПК-4.5
4.9	Параметры и характеристики коллекторных машин / Лаб /	5	2	ОПК-4.5
4.10	Конструкция коллекторных машин. Специальные коллекторные машины. /Ср/	5	6	ОПК-4.5
	<b>Раздел 5. Синхронные машины</b>			
5.1	Назначение, типы и устройство синхронных машин. Реакция якоря синхронного генератора /Лек/	5	2	ОПК-4.5
5.2	Векторные диаграммы синхронного генератора. Магнитные потоки и ЭДС синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов с сетью. U — образные характеристики синхронного генератора /Лек/	5	2	ОПК-4.5
5.3	Несимметричные установившиеся режимы работы синхронного генератора. Переходные процессы в синхронном генераторе при внезапном трехфазном коротком замыкании. Шаговые двигатели. Синхронные машины с когтеобразными полюсами /Лек/	5	2	ОПК-4.5
5.4	Трехфазный синхронный двигатель. Синхронные двигатели малой мощности /Лек/	5	2	ОПК-4.5
5.5	Исследование сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах /Лаб/	5	2	ОПК-4.5
5.6	Параметры и характеристики синхронных машин / Лаб /	5	2	ОПК-4.5
5.7	Конструкция синхронных машин. /Ср/	5	6	ОПК-4.5
	Контроль /К/	5	16,75	ОПК-4.5
	Консультация перед экзаменом /К/	5	1	ОПК-4.5
	Контактная работа при приеме экзамена /К/	5	0,25	ОПК-4.5

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (заочная форма)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	курс	Часов	Индикаторы достижения компетенций
	<b>Раздел 1. Трансформаторы</b>			
1.1	Устройство и принцип действия трансформаторов, разновидности трансформаторов по назначению и типы. /Лек/	3	2	ОПК-4.5
1.2	Однофазный трансформатор. Холостой ход трансформатора. Параметры приведенного трансформатора, упрощенная схема замещения, векторные диаграммы для полной и упрощенной схем замещения, энергетический баланс трансформатора. /Лек/	3	2	ОПК-4.5
1.3	Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора, определение на их, основе параметров, напряжение короткого замыкания и его составляющие. Эксплуатационные показатели трансформаторов. / Ср /	3	8	ОПК-4.5
1.4	Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Соединение обмоток трехфазного трансформатора в звезду, в треугольник и в зигзаг. Параллельная работа трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. бота трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. / Ср /	3	8	ОПК-4.5
1.5	Работа трехфазных трансформаторов при несимметричной нагрузке. / Ср /	3	8	ОПК-4.5
1.6	Явления при намагничивании трансформаторов. / Ср /	3	8	ОПК-4.5
1.7	Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Трансформаторы выпрямительных установок. Сварочные трансформаторы. Другие типы специальных трансформаторов. / Ср /	3	8	ОПК-4.5
1.8	Однофазный трансформатор /Лаб/	3	2	ОПК-4.5
1.9	Трехфазный трансформатор /Лаб/	3	2	ОПК-4.5
1.10	Группы соединения обмоток трансформатора / Лаб /	3	2	ОПК-4.5
1.11	Параллельная работа трансформаторов / Ср /	3	8	ОПК-4.5
1.12	Расчет параметров трансформаторов /практи/	3	2	ОПК-4.5
1.13	Расчет, построение и определение характеристик из круговой диаграммы /практи/	3	2	ОПК-4.5
1.14	Конструкция сердечников трансформаторов. Конструкция обмоток трансформаторов /Ср/	3	8	ОПК-4.5
1.15	Специальные трансформаторы /Ср/	3	8	ОПК-4.5
	<b>Раздел 2. Общие вопросы бесколлекторных машин переменного тока</b>			
2.1	Образование вращающегося магнитного поля. Принципы действия и устройство машин переменного тока. Принципы выполнения обмоток. /лаб /	3	2	ОПК-4.5
2.2	МДС сосредоточенной и распределенной обмоток. МДС обмоток при скосе пазов и с укороченным шагом. Обмоточный коэффициент. Электродвижущие силы обмоток. Схемы обмоток машин переменного тока. / Ср /	3	8	ОПК-4.5
2.3	Схемы обмоток машин переменного тока / Ср /	3	8	ОПК-4.5
2.4	Расчет и построение схем обмоток машин переменного тока / Ср /	3	4	ОПК-4.5
2.5	Виды обмоток машин переменного тока /Ср/	3	6	ОПК-4.5
	Контроль /К/	3	1,85	ОПК-4.5
	Прием зачета /К/	3	0,15	ОПК-4.5
	<b>Раздел 3. Асинхронные машины</b>			
3.1	Конструкция асинхронного двигателя. Принцип работы. Общая характеристика асинхронных двигателей. Номинальные данные. /Лек/	4	2	ОПК-4.5
3.2	Асинхронная машина при вращающемся роторе: Рабочий процесс асинхронного двигателя. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.3	Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Моменты асинхронного двигателя. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.3	Круговая диаграмма асинхронной машины: обоснование и методы построения диаграммы. Анализ свойств асинхронной машины с помощью круговой диаграммы / Ср /	4	4	ОПК-4.5

3.4	Пуск трехфазных асинхронных двигателей, способы пуска. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.5	Работа асинхронных двигателей при условиях, отличных от номинальных. Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронная машина в режиме генератора. Асинхронный преобразователь частоты. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.5	Переходные процессы в асинхронных двигателях. Математическая модель асинхронной машины / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.7	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором методом непосредственной нагрузки /Лаб/	4	2	ОПК-4.5
3.8	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.9	Параметры и характеристики асинхронного двигателя / Ср /	4	4	ОПК-4.5
3.10	Конструкция асинхронного двигателя /Ср/	4	4	ОПК-4.5
3.11	Специальные режимы работы асинхронного двигателя /Ср/	4	4	ОПК-4.5
<b>Раздел 4. Коллекторные машины</b>				
4.1	Основные элементы устройства и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока /Лек/	4	2	ОПК-4.5
4.2	Генераторы постоянного тока. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.3	Двигатели постоянного тока. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.4	Специальные машины постоянного тока: тахогенераторы, сварочные генераторы, электромашинные усилители, машины с постоянными магнитами, исполнительные двигатели автоматических устройств. Универсальные коллекторные двигатели / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.5	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения /Лаб/	4	2	ОПК-4.5
4.6	Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.7	Исследование двигателя постоянного тока смешанного возбуждения / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.8	Исследование генератора постоянного тока / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.9	Параметры и характеристики коллекторных машин / Ср /	4	4	ОПК-4.5
4.10	Конструкция коллекторных машин. Специальные коллекторные машины. / Ср /	4	4	ОПК-4.5
<b>Раздел 5. Синхронные машины</b>				
5.1	Назначение, типы и устройство синхронных машин. Реакция якоря синхронного генератора /Лек/	4	2	ОПК-4.5
5.2	Векторные диаграммы синхронного генератора. Магнитные потоки и ЭДС синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов с сетью. U — образные характеристики синхронного генератора / Ср /	4	4	ОПК-4.5
5.3	Несимметричные установившиеся режимы работы синхронного генератора. Переходные процессы в синхронном генераторе при внезапном трехфазном коротком замыкании. Шаговые двигатели. Синхронные машины с когтеобразными полюсами / Ср /	4	3	ОПК-4.5
5.4	Трехфазный синхронный двигатель. Синхронные двигатели малой мощности / Ср /	4	3	ОПК-4.5
5.5	Исследование сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах /Лаб/	4	2	ОПК-4.5
5.6	Параметры и характеристики синхронных машин / Ср /	4	3	ОПК-4.5
5.7	Конструкция синхронных машин. /Ср/	4	3	ОПК-4.5
	Контроль /К/	4	6,75	ОПК-4.5
	Консультация перед экзаменом /К/	4	1	ОПК-4.5
	Контактная работа при приеме экзамена /К/	4	0,25	ОПК-4.5

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных и практических занятиях.



## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Приложение №1

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич ество
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
Л1.1	А. В. Дробов, В. Н. Галушко	Дробов, А. В. Электрические машины : учебное пособие / А. В. Дробов, В. Н. Галушко. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 292 с. — ISBN 978-985-503-540-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67795.html">http://www.iprbookshop.ru/67795.html</a> (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015	ЭБС
Л1.2	А. В. Угольников	Угольников, А. В. Электрические машины : учебное пособие / А. В. Угольников. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 157 с. — ISBN 978-5-4497-0020-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/82233.html">http://www.iprbookshop.ru/82233.html</a> (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019	ЭБС
Л1.3	П. Ю. Грачев, Е. В. Стрижакова	Грачев, П. Ю. Электрические машины : учебно-методическое пособие / П. Ю. Грачев, Е. В. Стрижакова. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 103 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91157.html">http://www.iprbookshop.ru/91157.html</a> (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016	ЭБС
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич ество
Л2.1	О. С. Щукин	Щукин, О. С. Электрические машины. Трансформаторы. Асинхронные машины : курс лекций / О. С. Щукин. — Нижневартовск : Нижневартовский государственный университет, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-00047-505-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/92819.html">http://www.iprbookshop.ru/92819.html</a>	Нижневартовск : Нижневартовский государственный университет, 2019	ЭБС

		(дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей		
Л2.2	составители И. Г. Романенко, М. И. Данилов, О. И. Юдина	Электрические машины : учебное пособие (практикум) / составители И. Г. Романенко, М. И. Данилов, О. И. Юдина. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 128 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/92779.html">http://www.iprbookshop.ru/92779.html</a> (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018	ЭБС
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
Л3.1	В. А. Безик, В. А. Башлыков, В. В. Ковалев	Безик, В. А. Электрические машины: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направлений подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 35.03.06 Агроинженерия / В. А. Безик, В. А. Башлыков, В. В. Ковалев. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 57 с. <a href="http://www.bgsha.com/ru/book/528758/">http://www.bgsha.com/ru/book/528758/</a>	Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019	ЭБС
Л3.2	В. А. Безик, В. А. Башлыков, В. В. Ковалев	Безик, В. А. Электрические машины: методические указания по выполнению практических работ для студентов направлений подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 35.03.06 Агроинженерия / В. А. Безик, В. А. Башлыков, В. В. Ковалев. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 39 с. <a href="http://www.bgsha.com/ru/book/494534/">http://www.bgsha.com/ru/book/494534/</a>	Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018	ЭБС

## 6.2. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Портал открытых данных Российской Федерации. URL: <https://data.gov.ru>  
База данных по электрическим сетям и электрооборудованию // Сервис «Онлайн Электрик». URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>  
Базы данных, программы и онлайн — калькуляторы компании iEK // Группа компаний IEK. URL: [https://www.iek.ru/products/standard\\_solutions/](https://www.iek.ru/products/standard_solutions/)  
Единая база электротехнических товаров // Российская ассоциация электротехнических компаний. URL: <https://raec.su/activities/etim/edinaya-baza-elektrotekhnicheskikh-tovarov/>  
Электроэнергетика // Техэксперт. URL: <https://cntd.ru/products/elektroenergetika#home>  
Справочник «Электронная компонентная база отечественного производства» (ЭКБ ОП) URL: <http://isstest.electronstandart.ru/>  
GostRF.com. ГОСТы, нормативы. (Информационно-справочная система). URL: <http://gostrf.com/>  
ЭСИС Электрические системы и сети. Информационно-справочный электротехнический сайт. URL: <http://esistems.ru>

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ-ПОРТАЛ.РФ. Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров. URL: <http://электротехнический-портал.рф/index.php>  
Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://school-collection.edu.ru/>  
Единое окно доступа к информационным ресурсам // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://window.edu.ru/catalog/>  
elecab.ru Справочник электрика и энергетика. URL: <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>  
Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru/>  
Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru/>  
Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru/>  
Web of Science Core Collection политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://www.webofscience.com>  
Полнотекстовый архив «Национальный Электронно-Информационный Консорциум» (НЭИКОН) <https://neicon.ru/>  
Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com/>

### **6.3. Перечень программного обеспечения**

ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  
ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  
MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.  
Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.  
PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.  
Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.  
Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.  
Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.  
КОМПАС-3D Viewer V13 SP1 (ЗАО АСКОН). Свободно распространяемое ПО.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<p>Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа – 001 Специализированная мебель на 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий. Проекционное оборудование: Компьютер с выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде, проектор, экран.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения учебных занятий семинарского типа – 128 Лаборатория электрических машин Специализированная мебель на 24 посадочных места, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации. Лабораторные стенды НТЦ-06 «Электрические машины» – 3 шт; «Асинхронный двигатель с фазным ротором»; «Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором»; «Однофазный трансформатор», «Трехфазный трансформатор». Оборудование: электрические двигатели различных типов; электрические генераторы различных типов, измерительные приборы.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – 230 Специализированная мебель на 24 посадочных места, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. Компьютерный класс с ЭВМ: 12 рабочих мест с компьютерами, выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде. ОС Windows XP (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно. Open Office Org 4.1.3 (Свободно распространяемое ПО) КОМПАС 3D v.12 LT (Разрешена для обучения и ознакомления) Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate (Контракт 142 от 16.11.2015) Microsoft Office Access 2007 (Контракт 142 от 16.11.2015) Ramus Educational (Разрешена для обучения и ознакомления) AutoCAD 2010 – Русский (Серийный № 351-79545770, сетевая лицензия) Foxit Reader Версия: 9.1.0.5096 (Свободно распространяемое ПО) WinDjView (свободно распространяемая) Peazip (свободно распространяемая) TRACE MODE 6 (для ознакомления и учебных целей) Adit Testdesk Microsoft Visio профессиональный 2010 (Контракт 142 от 16.11.2015)</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – 001а Специализированная мебель и технические средства, тиски, заточной станок, паяльные станции АТР-4204, наборы слесарного инструмента, контрольно-измерительные приборы. Вольтметр В7-37, генератор ГЗ-56, осциллограф С-12-22, потенциометр К-48, прибор Морион, тиски поворотные, сварочный аппарат; мегаометры Е6-24, Ф4-101..</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы – 223 Специализированная мебель на 26 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий. Проекционное оборудование: Компьютер с выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде. ОС Windows XP (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно. Open Office Org 4.1.3 (Свободно распространяемое ПО) КОМПАС 3D v.12 LT (Разрешена для обучения и ознакомления) КЕВ Combivis (Разрешена для обучения и ознакомления) 3S Software CoDeSys (Разрешена для обучения и ознакомления) NI Multisim 10.1 (Серийный № M72X87898) Franklin Software ProView (Разрешена для обучения и ознакомления) Загрузчик СУ-МК(Разрешена для обучения и ознакомления) Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate (Контракт 142 от 16.11.2015) MATLAB R2009a (Лицензия 341083D-01 от 03.02.2008, сетевая лицензия) Microsoft Office Access 2007 (Контракт 142 от 16.11.2015) Ramus Educational (Разрешена для обучения и ознакомления) Owen Processor Manager (Свободно распространяемое ПО) GX IEC Developer 7.03 (Серийный № 923-420125508) GT Works 2 (Серийный № 970-279817410) AutoCAD 2010 – Русский (Серийный № 351-79545770, сетевая лицензия) Owen Logic (Свободно распространяемое ПО) ABBYY FineReader 11 Professional Edition (сетевая лицензия 4 рабочих станции) Foxit Reader Версия: 9.1.0.5096 (Свободно распространяемое ПО) WinDjView (свободно распространяемая) Peazip (свободно распространяемая) TRACE MODE 6 (для ознакомления и учебных целей)</p>

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

- 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:
  - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
  - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- индивидуальные системы усиления звука
  - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
  - «ELEGANT-T» передатчик
  - «Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
  - Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
  - Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)
- групповые системы усиления звука
- Портативная установка беспроводной передачи информации .
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**Электрические машины**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий,  
организаций и учреждений

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Дисциплина: Электрические машины

Форма промежуточной аттестации: экзамен, зачет с оценкой

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Электрические машины» направлено на формировании следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Категория общепрофессиональных компетенций: Теоретическая и практическая профессиональная подготовка		
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.	<b>Знать:</b> З1 основные методики расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин <b>Уметь:</b> У1 применять основные методики расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин <b>Владеть:</b> Н1 навыками применения основных методик расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин

### 2.2. Процесс формирования компетенций по дисциплине «Электрические машины»

№ раздела	Наименование раздела	З1	У1	Н1
1	Трансформаторы	+	+	+
2	Общие вопросы бесколлекторных машин переменного тока	+	+	+
3	Асинхронные машины	+	+	+
4	Коллекторные машины			
5	Синхронные машины	+	+	+

**Сокращение:**

З - знание; У - умение; Н - навыки.



## 2.3. Структура компетенций по дисциплине (наименование дисциплины)

ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин					
ОПК-4.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.					
Знать (З1)		Уметь (У1)		Владеть (Н1)	
основные методики расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин	Лекции (самостоятельная работа) разделов 1, 2, 3, 4, 5	применять основные методики расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин	Лабораторные (практические) работы разделов 1, 2, 3, 4, 5	навыками применения основных методик расчета, моделирования, обоснования и определения параметров электрических машин	Лабораторные (практические) работы разделов 1, 2, 3, 4, 5

## 3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### 3.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины

#### Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме зачета

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенции	Оценочное средство (№ вопроса)
1	<b>Трансформаторы</b>	<p>Устройство и принцип действия трансформаторов, разновидности трансформаторов по назначению и типы.</p> <p>Однофазный трансформатор. Холостой ход трансформатора. Параметры приведенного трансформатора, упрощенная схема замещения, векторные диаграммы для полной и упрощенной схем замещения, энергетический баланс трансформатора.</p> <p>Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора, определение на их, основе параметров, напряжение короткого замыкания и его составляющие. Эксплуатационные показатели трансформаторов.</p> <p>Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Соединение обмоток трехфазного трансформатора в звезду, в треугольник и в зигзаг. Параллельная работа трансформаторов.</p> <p>Регулирование напряжения трансформаторов. бота трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов.</p> <p>Работа трехфазных трансформаторов при несимметричной нагрузке.</p> <p>Явления при намагничивании трансформаторов.</p>	ОПК-4.5	1-37

		Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Трансформаторы выпрямительных установок. Сварочные трансформаторы. Другие типы специальных трансформаторов.		
2	<b>Общие вопросы бесколлекторных машин переменного тока</b>	Образование вращающегося магнитного поля. Принципы действия и устройство машин переменного тока. Принципы выполнения обмоток. МДС сосредоточенной и распределенной обмоток. МДС обмоток при скосе пазов и с укороченным шагом. Обмоточный коэффициент. Электродвижущие силы обмоток. Схемы обмоток машин переменного тока.	ОПК-4.5	38-39

### Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Электрические машины»

1. Магнитопроводы трансформаторов.
2. Потери в трансформаторах.
3. Сварочные генераторы постоянного тока. Электромашинные усилители постоянного тока.
4. Обмотки трансформаторов.
5. Системы охлаждения трансформаторов. Изоляция обмоток и вспомогательное оборудование трансформатора.
6. Принцип работы трансформатора.
7. Сопротивления трансформатора, приведенные вопротивления вторичной обмотки.
8. Приведенные трансформатор, уравнения его описывающие.
9. Т образная схема замещения трансформатора.
10. Упрощенная схема замещения трансформатора.
11. Векторная диаграмма трансформатора на холостом ходу.
12. Каковы будут номинальные линейные токи и напряжения (входные и выходные) трехфазного трансформатора с параметрами:  $S_n=0,44$  кВА,  $U_{1\phi}=220$  В,  $k=2,2$  при соединении обмоток Y/Y?
13. Векторная диаграмма трансформатора под нагрузкой.
14. Векторная диаграмма трансформатора по упрощенной схеме замещения.
15. Холостой ход трансформатора.
16. Опыт короткого замыкания трансформатора.
17. Параметры трансформатора.
18. Определение параметров трансформатора из опытов холостого хода и короткого замыкания.
19. Напряжение короткого замыкания трансформатора.
20. Изменение выходного напряжения трансформатора от нагрузки.
21. К.П.Д. трансформатора.
22. Схемы соединения обмоток трансформатора.
23. Группы соединения трансформаторов.
24. Параллельная работа трансформаторов при неравенстве коэффициентов трансформации.
25. Параллельная работа трансформаторов при неравенстве напряжений короткого замыкания трансформаторов.
26. Регулирование напряжения трансформаторов изменением коэффициента трансформации.
27. Регулирование напряжения трансформаторов при использовании вольтдобавочного трансформатора.
28. Несимметричная работа трансформатора при соединении Y/Δ.

29. Несимметричная работа трансформатора при соединении  $\Delta/Y$ .
30. Несимметричная работа трансформатора при соединении  $Y/Y$ .
31. Явления при намагничивании трансформатора.
32. Переходные процессы при включении ненагруженного трансформатора в сеть.
33. Переходные процессы при внезапном коротком замыкании.
34. Трехобмоточные трансформаторы.
35. Автотрансформаторы.
36. Сварочные трансформаторы.
37. Измерительные трансформаторы.
38. Принципы выполнения обмоток статора машин переменного тока. Схемы обмоток машин переменного тока.
39. Принципы действия и устройство машин переменного тока.

### Критерии оценки компетенций

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электрические машины» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов по программам ВО. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с рабочим учебным планом в форме зачета. Студенты допускаются к зачету по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Знания, умения, навыки студента на зачете с оценкой оцениваются оценками: «зачтено», «незачтено».

### Критерии оценки на зачете

Результат	Критерии
«зачтено», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов
«зачтено», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«зачтено», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«незачтено», уровень не сформирован	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

**Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме экзамена**

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенции	Оценочное средство (№ вопроса)
3	<b>Асинхронные машины</b>	<p>Конструкция асинхронного двигателя. Принцип работы. Общая характеристика асинхронных двигателей. Номинальные данные.</p> <p>Асинхронная машина при вращающемся роторе: Рабочий процесс асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Моменты асинхронного двигателя. Круговая диаграмма асинхронной машины: обоснование и методы построения диаграммы. Анализ свойств асинхронной машины с помощью круговой диаграммы</p> <p>Пуск трехфазных асинхронных двигателей, способы пуска. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Работа асинхронных двигателей при условиях, отличных от номинальных. Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронная машина в режиме генератора. Асинхронный преобразователь частоты. /Лек/ Переходные процессы в асинхронных двигателях. Математическая модель асинхронной машины</p>	ОПК-4.5	1-10
4	<b>Коллекторные машины</b>	<p>Основные элементы устройства и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока</p> <p>Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока.</p> <p>Специальные машины постоянного тока: тахогенераторы, сварочные генераторы, электромашинные усилители, машины с постоянными магнитами, исполнительные двигатели ав- томагических устройств. Универсальные коллекторные двигатели</p>	ОПК-4.5	11-18
5	<b>Синхронные машины</b>	<p>Назначение, типы и устройство синхронных машин.</p> <p>Реакция якоря синхронного генератора</p> <p>Векторные диаграммы синхронного генератора.</p> <p>Магнитные потоки и ЭДС синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов с сетью. U — об- разные характеристики синхронного генератора</p> <p>Несимметричные установившиеся режимы работы син-хронного генератора. Переходные процессы в синхронном генераторе при внезапном трехфазном коротком замыкании. Шаговые двигатели.</p> <p>Синхронные машины с когтеобразными полюсами /Лек/ Трехфазный синхронный двигатель.</p> <p>Синхронные двигатели малой мощности</p>	ОПК-4.5	19-32

## Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

1. Однофазные асинхронные двигатели.
2. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.
3. Прямой пуск асинхронных двигателей, способы пуска. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками.
4. Механическая характеристика асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
5. Момент асинхронного двигателя. Общее выражение момента асинхронной машины.
6. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
7. Приведение вращающейся асинхронной машины к неподвижному состоянию. T-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины.
8. Электромагнитная мощность и момент асинхронного двигателя. Ток и частота токов ротора
9. Принцип работы асинхронного двигателя.
10. Конструкция асинхронного двигателя.
11. Механические характеристики коллекторных двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.
12. Исполнительные двигатели постоянного тока. Универсальные коллекторные двигатели.
13. Механические характеристики коллекторных двигателей постоянного тока параллельного возбуждения.
14. Характеристики генераторов постоянного тока.
15. Электродвижущая сила, индуцируемая в обмотке якоря машины постоянного тока. Электромагнитный момент, развиваемый якорем машины постоянного тока.
16. Способы возбуждения машин постоянного тока.
17. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Влияние реакции якоря на работу машины.
18. Основные элементы устройства и принцип действия коллекторных машин постоянного тока.
19. Синхронные генераторы с когтеобразными полюсами.
20. Назначение, конструкция и принцип действия шаговых двигателей с реактивным и редукторным ротором.
21. Синхронные двигатели малой мощности.
22. Работа синхронного двигателя при изменении тока возбуждения и момента. U-образные характеристики синхронного двигателя.
23. Электромагнитная мощность и момент синхронного двигателя.
24. Принцип действия, преимущества и недостатки синхронного двигателя перед асинхронным.
25. Электромагнитная мощность, угловая характеристика, регулирование активной и реактивной мощности синхронного генератора. U-образные характеристики синхронного генератора.
26. Параллельная работа синхронных генераторов с сетью. Условия и способы включения.
27. Характеристики синхронного генератора. Отношение короткого замыкания синхронной машины.
28. Параметры синхронного генератора.
29. Реакция якоря синхронного генератора. Реакции якоря синхронного генератора при активной, индуктивной и емкостной нагрузках.
30. Принцип действия синхронного генератора.
31. Назначение, типы и устройство синхронных машин.
32. Устройство и принцип работы сельсинов. Режимы работы сельсинов.

### Критерии оценки компетенций.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электромагнитная совместимость и качество электрической энергии» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о форме, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с учебным планом в форме экзамена. Студент допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

#### Оценивание студента на экзамене

Результат	Критерии
«отлично», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов
«хорошо», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«удовлетвори тельно», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетво рительно», уровень не сформирован	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

### 3.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине

#### Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы	Контролируемые компетенции (или их части)	Другие оценочные средства**	
				вид	кол-во
1	<b>Трансформаторы</b>	<p>Устройство и принцип действия трансформаторов, разновидности трансформаторов по назначению и типы. Однофазный трансформатор. Холостой ход трансформатора. Параметры приведенного трансформатора, упрощенная схема замещения, векторные диаграммы для полной и упрощенной схем замещения, энергетический баланс трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора, определение на их, основе параметров, напряжение короткого замыкания и его составляющие. Эксплуатационные показатели трансформаторов.</p> <p>Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Соединение обмоток трехфазного трансформатора в звезду, в треугольник и в зигзаг. Параллельная работа трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. бота трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов.</p> <p>Работа трехфазных трансформаторов при несимметричной нагрузке. Явления при намагничивании трансформаторов.</p> <p>Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Трансформаторы выпрямительных установок. Сварочные трансформаторы. Другие типы специальных трансформаторов.</p>	ОПК-4.5	Опрос	1
2	<b>Общие вопросы бесколлекторных машин переменного тока</b>	<p>Образование вращающегося магнитного поля. Принципы действия и устройство машин переменного тока. Принципы выполнения обмоток.</p> <p>МДС сосредоточенной и распределенной обмоток. МДС обмоток при скосе пазов и с укороченным шагом. Обмоточный коэффициент. Электродвижущие силы обмоток. Схемы обмоток машин переменного тока.</p>	ОПК-4.5	Опрос	1
3	<b>Асинхронные машины</b>	<p>Конструкция асинхронного двигателя. Принцип работы. Общая характеристика асинхронных двигателей. Номинальные данные.</p> <p>Асинхронная машина при вращающемся роторе: Рабочий процесс асинхронного двигателя.</p> <p>Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Моменты асинхронного двигателя.</p> <p>Круговая диаграмма асинхронной машины: обоснование и методы построения диаграммы. Анализ свойств асинхронной</p>	ОПК-4.5	Опрос	1

		<p>машины с помощью круговой диаграммы</p> <p>Пуск трехфазных асинхронных двигателей, способы пуска. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками.</p> <p>Работа асинхронных двигателей при условиях, отличных от номинальных. Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронная машина в режиме генератора. Асинхронный преобразователь частоты. /Лек/ Переходные процессы в асинхронных двигателях. Математическая модель асинхронной машины</p>			
4	<b>Коллекторные машины</b>	<p>Основные элементы устройства и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока</p> <p>Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока.</p> <p>Специальные машины постоянного тока: тахогенераторы, сварочные генераторы, электромашинные усилители, машины с постоянными магнитами, исполнительные двигатели ав- томатических устройств. Универсальные коллекторные двигатели</p>	ОПК-4.5	Опрос	1
	<b>Синхронные машины</b>	<p>Назначение, типы и устройство синхронных машин.</p> <p>Реакция якоря синхронного генератора</p> <p>Векторные диаграммы синхронного генератора. Магнитные потоки и ЭДС синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов с сетью. U — об- разные характеристики синхронного генератора</p> <p>Несимметричные установившиеся режимы работы син-хронного генератора.</p> <p>Переходные процессы в синхронном генераторе при внезапном трехфазном коротком замыкании. Шаговые двигатели.</p> <p>Синхронные машины с когтеобразными полюсами /Лек/ Трехфазный синхронный двигатель. Синхронные двигатели малой мощности</p>	ОПК-4.5	Опрос	1

\*\* - устный опрос (индивидуальный, фронтальный, собеседование, диспут); контрольные письменные работы (диктант); устное тестирование; письменное тестирование; компьютерное тестирование; выполнение расчетно-графического задания; практическая работа; олимпиада; наблюдение (на производственной практике, оценка на рабочем месте); защита работ (ситуационные задания, реферат, статья, проект, ВКР, подбор задач, отчет, защита письменной работы, доклад по результатам самостоятельной работы и др.); защита портфолио; участие в деловых, ситуационных, имитационных играх и др.



**Тестовые задания для промежуточной аттестации и текущего контроля знаний студентов**

**Компетенция ОПК-4  
Компетенция ОПК-4.5**

- Выберите правильное выражение для коэффициента трансформации трансформатора  
1)  $k = \frac{w_1}{w_2}$ .    2)  $k = \frac{w_2}{w_1}$ .    3)  $k = \frac{U_1}{I_1}$ .    4)  $k = \frac{d\Phi}{dt}$ .    5)  $k = \frac{w_1 E_2}{w_2 E_1}$ .
- Какой материал используют в сердечниках силовых трансформаторов  
1) электротехническая сталь,  
2) олово,    3) медь,    4) алюминий.
- Какой материал используют в обмотках силовых трансформаторов  
1) электротехническая сталь,    2) олово,  
3) медь,    4) алюминий.
- номинальный ток однофазного трансформатора с параметрами  $U_{1H}=220$  В,  $S_H=440$  ВА  
1) 1А    2) 2 А    3) 0,5 А    4) 0,2 А
- номинальный ток однофазного трансформатора с параметрами  $U_{1H}=220$  В,  $S_H=220$  ВА  
1) 1А    2) 2 А    3) 0,5 А    4) 0,2 А
- трансформаторная эдс определяется по формуле  
1)  $E=4,44wf\Phi_m$     2)  $E=4,44wf\Phi_m U_1$     3)  $E=4,44wfIU$     4)  $E=wf\omega\Phi_m$
- для однофазного трансформатора напряжение обмотки  $U_2=100$  В, напряжение 1 витка 5 В. Тогда обмотка содержит  
1) 95 витков    2) 500 витков    3) 20 витков    4) 105 витков    5) 100 витков
- для однофазного трансформатора напряжение обмотки  $U_2=100$  В, напряжение 1 витка 2 В. Тогда обмотка содержит  
1) 95 витков    2) 50 витков    3) 20 витков    4) 105 витков    5) 100 витков
- Первичная обмотка трансформатора содержит 200 витков, коэффициент трансформации  $k=10$ . вторичная обмотка содержит  
1) 2 витков    2) 210 витков    3) 190 витков    4) 2000 витков    5) 20 витков
- Первичная обмотка трансформатора содержит 200 витков, коэффициент трансформации  $k=0,5$ . Вторичная обмотка содержит  
1) 2 витков    2) 210 витков    3) 190 витков    4) 400 витков    5) 20 витков
- Приведенный ток вторичной обмотки трансформатора может быть найден по формуле  
1)  $I'_2 = kI_2$     2)  $I'_2 = \frac{I_2}{k}$     3)  $I'_2 = k^2 I_2$     4)  $I'_2 = \frac{I_2}{k^2}$
- Приведенное сопротивление вторичной обмотки трансформатора может быть найдено по формуле

1)  $Z'_2 = kZ_2$       2)  $Z'_2 = \frac{Z_2}{k}$       3)  $Z'_2 = k^2Z_2$       4)  $Z'_2 = \frac{Z_2}{k^2}$

13. Обмотки трехфазного трансформатора соединены Y/Δ. коэффициент трансформации фазных напряжений  $k=1$ . Каково выходное линейное напряжение трансформатора, если его входное линейное напряжение 380 В

- 1) 380 В      2) 220 В      3) 127 В      4) 660 В

14. Обмотки трехфазного трансформатора соединены Δ/Y. коэффициент трансформации фазных напряжений  $k=1$ . Каково выходное линейное напряжение трансформатора, если его входное линейное напряжение 380 В

- 1) 380 В      2) 220 В      3) 127 В      4) 660 В

15. Намагничивание магнитопровода трансформатора приводит к

- 1) увеличению тока холостого хода
- 2) повышению амплитуды высших гармоник в выходном напряжении
- 3) возрастанию эдс трансформатора
- 4) несимметрии выходного напряжения

16. Из опыта холостого хода трансформатора находят

- 1) потери в сердечнике трансформатора
- 2) потери на перемагничивание сердечника
- 3) потери от вихревых токов в сердечнике
- 4) потери в обмотках трансформатора

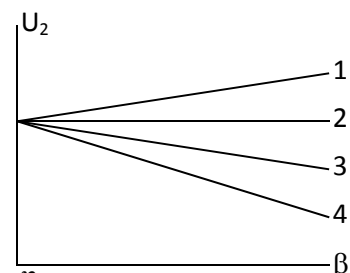
17. из опыта короткого замыкания трансформатора находят

- 1) потери в сердечнике трансформатора
- 2) потери на перемагничивание сердечника
- 3) потери от вихревых токов в сердечнике
- 4) потери в обмотках трансформатора

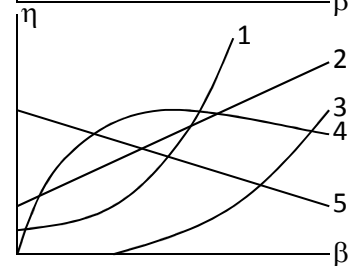
18. В опыте короткого замыкания получили  $U_k = 15$  В. Номинальный ток трансформатора  $I_{1н} = 5$  А. Полное сопротивление короткого замыкания ( Ом )

\_\_\_\_\_

19. Какая из внешних характеристик трансформатора получена при емкостном фазовом сдвиге в нагрузке?



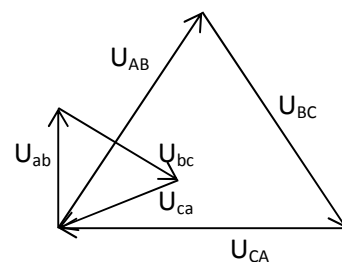
20. Характеристика \_\_\_\_\_ отражает зависимость КПД трансформатора от нагрузки



21. С уменьшением коэффициента мощности нагрузки КПД трансформатора

- 1) снижается
- 2) растёт
- 3) кпд трансформатора не зависит от  $\cos\phi$

22. исходя из векторной диаграммы понижающего трансформатора группа соединения трансформатора \_\_\_\_\_



23. Фазометр показал фазовый сдвиг между входным и выходным линейными напряжениями трансформатора  $150^\circ$ . Группа соединения трансформатора \_\_\_\_\_

24. Если у параллельно работающих трансформаторов не равны коэффициенты трансформации, это приводит к

- 1) Появлению уравнительного тока
- 2) Резкому возрастанию тока в нагрузке
- 3) Не оказывает существенного влияния на работу трансформаторов
- 4) Уменьшению выходного напряжения

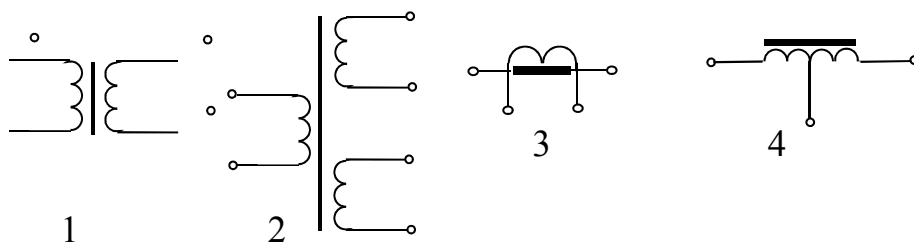
25. Неравенство напряжений короткого замыкания у параллельно работающих трансформаторов приводит к

- 1) Появлению уравнительного тока
- 2) Резкому возрастанию тока в нагрузке
- 3) Не оказывает существенного влияния на работу трансформаторов
- 4) Уменьшению выходного напряжения
- 5) Неравномерной загрузке трансформаторов

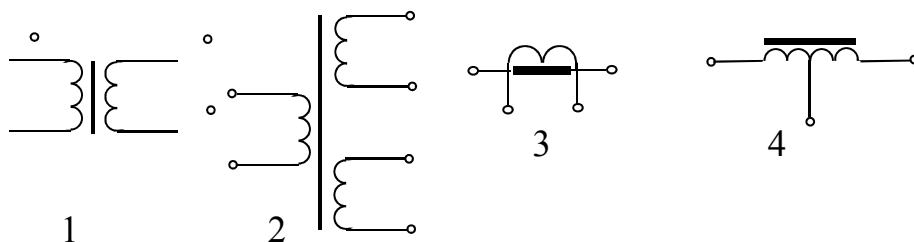
26. С трансформатором, у которого группа соединения **6** может параллельно работать трансформатор с группой соединения

- 1) только 6
- 2) 6 или 0
- 3) любой группой
- 4) только 0

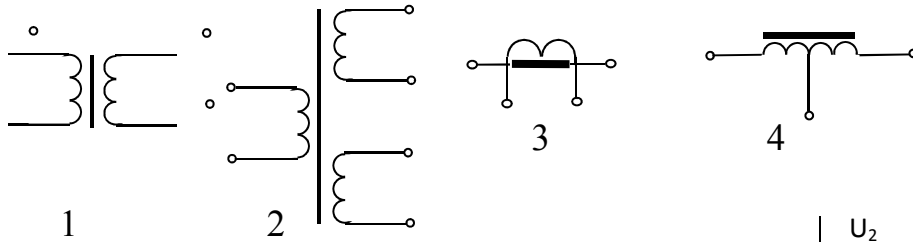
27. На рисунке \_\_\_\_\_ изображен автотрансформатор



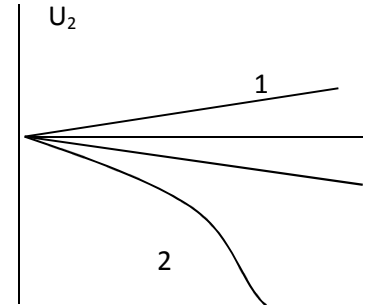
28. На рисунке \_\_\_\_\_ изображен трансформатор тока



29. На рисунке \_\_\_\_\_ изображен трехобмоточный трансформатор



30. Из приведенных внешних характеристик характеристика \_\_\_\_\_ может принадлежать сварочному трансформатору.



31. Какие средства используют в сварочном трансформаторе для получения резко падающей внешней характеристики?

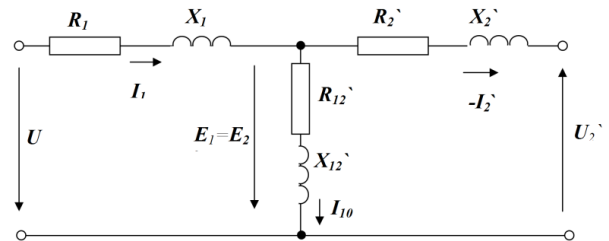
1. Ослабление магнитной связи между обмотками
2. Увеличение потоков рассеяния
3. Включение реакторов последовательно с нагрузкой
4. Замыкание магнитопровода
5. Смещение полюсов

32. Какие погрешности определяют для измерительных трансформаторов тока?

1. По углу
2. По току
3. По напряжению
4. По мощности

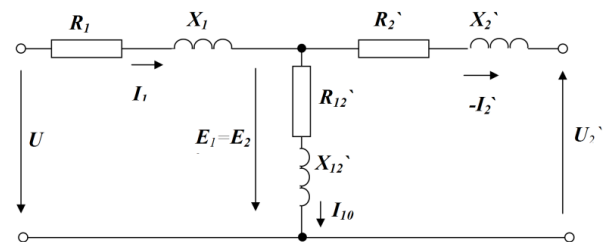
33. На T-образной схеме замещения трансформатора приведенное внутреннее активное сопротивление вторичной обмотки обозначено

- 1)  $R_1$
- 2)  $X_1$
- 3)  $R_2'$
- 4)  $R_{12}'$
- 5)  $X_2'$



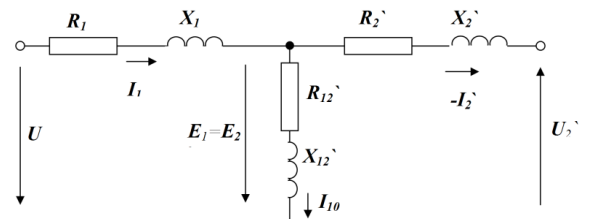
34. На T-образной схеме замещения трансформатора приведенное внутреннее реактивное сопротивление вторичной обмотки обозначено

- 1)  $R_1$
- 2)  $X_1$
- 3)  $R_2'$
- 4)  $R_{12}'$
- 5)  $X_2'$

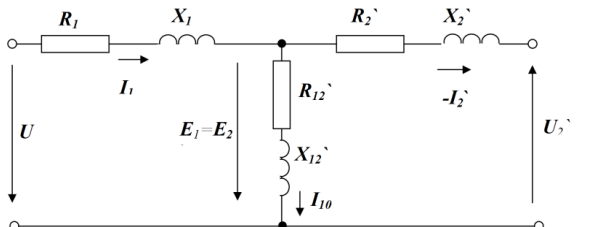


35. На T-образной схеме замещения трансформатора внутреннее реактивное сопротивление первичной обмотки обозначено

- 1)  $R_1$
- 2)  $X_1$
- 3)  $R_2'$
- 4)  $R_{12}'$
- 5)  $X_2'$



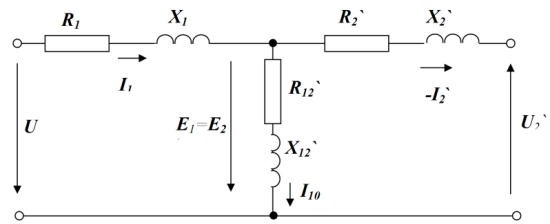
36. На T-образной схеме замещения трансформатора внутреннее активное сопротивление первичной обмотки обозначено



- 1)  $R_1$  2)  $X_1$  3)  $R_2'$  4)  $R_{12}'$  5)  $X_2'$

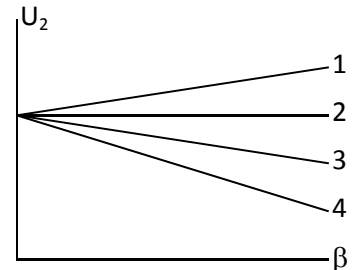
37. На Т-образной схеме замещения трансформатора активное сопротивление контура намагничивания обозначено

- 1)  $R_1$  2)  $X_1$  3)  $R_2'$  4)  $R_{12}'$  5)  $X_2'$

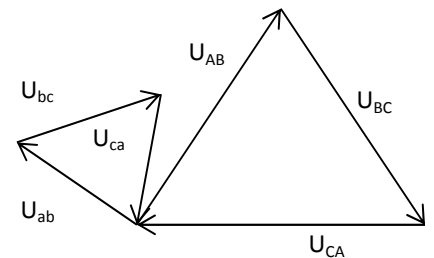


38. Семейство каких характеристик трансформатора изображено на рисунке?

- 1) Внешние  
2) Рабочие  
3) Механические



39. исходя из векторной диаграммы понижающего трансформатора группа соединения трансформатора



40. Магнитопровод силового трансформатора набирают из отдельных изолированных листов стали с целью

- 1) Снижения потерь на перемагничивание в сердечнике  
2) Снижения потерь в обмотках  
3) Снижения потерь от вихревых токов в сердечнике  
4) Увеличения коэффициента трансформации

41. В трансформаторе от нагрузки зависят потери

- 1) в сердечнике  
2) в обмотках  
3) в коммутационной аппаратуре  
4) в охлаждающем агенте

42. В трансформаторе от нагрузки не зависят потери

- 1) в сердечнике 2) в обмотках  
3) в коммутационной аппаратуре 4) в охлаждающем агенте

43. В опыте холостого хода на обмотку трансформатора подают напряжение

- 1) минимальное 2) максимальное 3) номинальное 4) критическое

44. В опыте короткого замыкания по трансформатору протекают токи

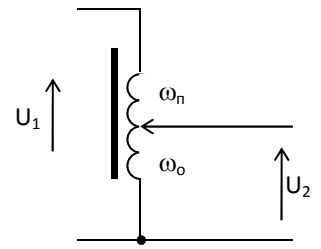
- 1) минимальные 2) максимальные 3) номинальные 4) критические

45. Основной недостаток автотрансформатора

- 1) не обеспечивает гальванической развязки цепей  
2) обладает малым КПД и коэффициентом мощности  
3) обладает низкой надежностью  
4) нет возможности регулировки выходного напряжения

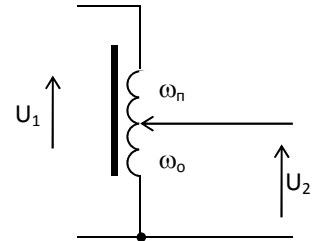
46. У автотрансформатора на рисунке число витков последовательной обмотки  $\omega_n=100$ , число витков общей обмотки  $\omega_o=100$ . Чему равно выходное напряжение  $U_2$ , если входное  $U_1=220$  В?

- 1) 220 В
- 2) 440 В
- 3) 110 В
- 4) 660 В



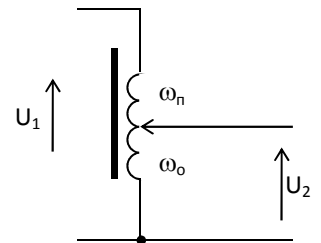
47. У автотрансформатора на рисунке число витков последовательной обмотки  $\omega_n=100$ , число витков общей обмотки  $\omega_o=100$ . Чему равно входное напряжение  $U_1$ , если выходное  $U_2=110$  В?

- 1) 220 В
- 2) 440 В
- 3) 110 В
- 4) 660 В



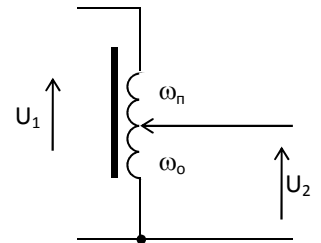
48. У автотрансформатора на рисунке число витков последовательной обмотки  $\omega_n=100$ , число витков общей обмотки  $\omega_o=100$ . Чему равно входное напряжение  $U_1$ , если выходное  $U_2=110$  В?

- 1) 220 В
- 2) 440 В
- 3) 110 В
- 4) 660 В



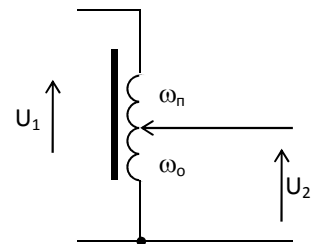
49. У автотрансформатора на рисунке число витков последовательной обмотки  $\omega_n=100$ , выходное напряжение  $U_2=220$  В, входное  $U_1=220$  В. Чему равно число витков общей обмотки  $\omega_o$ ?

- 1) 100
- 2) 200
- 3) 300
- 4) 50



50. У автотрансформатора на рисунке число витков последовательной обмотки  $\omega_o=100$ , выходное напряжение  $U_2=110$  В, входное напряжение  $U_1=110$  В. Чему равно число витков общей обмотки  $\omega_n$ ?

- 1) 100
- 2) 200
- 3) 300
- 4) 50



51. Внешней характеристикой трансформатора называется зависимость выходного напряжения от

- 1) фазового сдвига в нагрузке
- 2) напряжения короткого замыкания
- 3) выходного тока
- 4) входного тока

52. Внешней характеристикой трансформатора называется зависимость \_\_\_\_\_ от тока нагрузки.

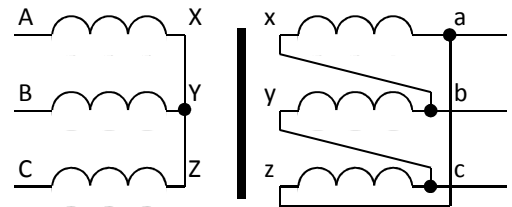
- 1) фазового сдвига в нагрузке  
 2) напряжения короткого замыкания  
 3) выходного напряжения  
 4) входного напряжения

53. Номинальное входное напряжение трансформатора  $U_{1н}=220$  В. В опыте короткого замыкания при номинальных токах на него подавалось напряжение  $U_K=22$  В. Чему равно напряжение короткого замыкания  $U_K\%$  этого трансформатора?

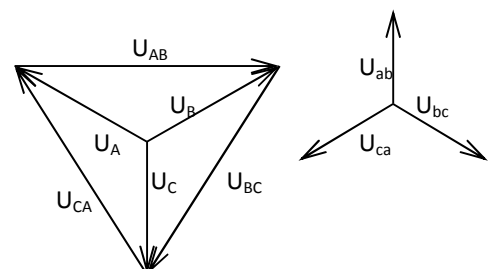
- 1) 5%      2) 10%      3) 15%      4) 20%

54. Какова схема соединения трехфазного трансформатора представленного на рисунке?

- 1)  $\Delta/Y$   
 2)  $Y/Y$   
 3)  $\Delta/\Delta$   
 4)  $Y/\Delta$

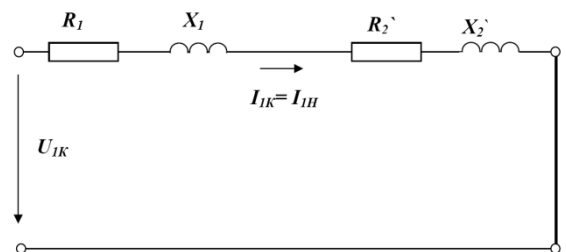


55. Какова группа соединения трансформатора исходя из представленной векторной диаграммы напряжения?



56. В упрощенной схеме замещения трансформатора  $R_1 = R_2' = 1,5$  Ом,  $X_1 = X_2' = 2$  Ом. Чему равен модуль сопротивления короткого замыкания  $Z_K$ ?

- 1) 4 Ом  
 2) 5 Ом  
 3) 7 Ом  
 4) 3,5 Ом



57. Модуль сопротивления короткого замыкания трансформатора  $Z_K=5$  Ом, Номинальный ток трансформатора  $I_{1н} = 10$  А. Чему равно напряжение короткого замыкания  $U_K$ ?

58. Как изменятся потери в обмотках трансформатора при снижении нагрузки в 2 раза?

- 1) уменьшатся в 4 раза      2) увеличатся в 2 раза  
 3) останутся неизменными      4) уменьшатся в 2 раза

59. Как изменятся потери в магнитопроводе трансформатора при снижении нагрузки в 2 раза?

- 1) уменьшатся в 4 раза      2) увеличатся в 2 раза  
 3) останутся неизменными      4) уменьшатся в 2 раза

60. Как изменятся потери в магнитопроводе трансформатора при снижении напряжения питания в 2 раза?

- 1) уменьшатся в 4 раза      2) увеличатся в 2 раза  
 3) останутся неизменными      4) уменьшатся в 2 раза

61. Как изменятся потери в обмотках трансформатора при снижении напряжения питания в 2 раза?

- 1) уменьшатся в 4 раза      2) увеличатся в 2 раза

3) останутся неизменными

4) уменьшатся в 2 раза

62. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором состоит из

- 1) статора
- 2) ротора
- 3) коллектора
- 4) обмотки возбуждения
- 5) щеточного узла

63. скольжение асинхронного двигателя определяется по формуле

1)  $s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$     2)  $s = \frac{n_2 - n_1}{n_2}$     3)  $s = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$     4)  $s = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$

64. в двигательном режиме скольжения асинхронного двигателя принимает значения

- 1)  $0 < s < 1$     2)  $s > 1$     3)  $s < 1$     4)  $s < 0$     5)  $s = 0$

65. В генераторном режиме скольжения асинхронного двигателя принимает значения

- 1)  $0 < s < 1$     2)  $s > 1$     3)  $s < 1$     4)  $s < 0$     5)  $s = 0$

66. В момент пуска асинхронного двигателя скольжение принимает значения

- 1)  $0 < s < 1$     2)  $s > 1$     3)  $s < 1$     4)  $s = 1$     5)  $s = 0$

67. В сети с частотой 50 Гц синхронной частоте  $1500 \text{ мин}^{-1}$  соответствует число полюсов \_\_\_\_\_.

68. В сети с частотой 50 Гц при числе пар полюсов  $p=2$  синхронная частота .

- 1)  $1500 \text{ мин}^{-1}$     2)  $3000 \text{ мин}^{-1}$     3) 0    4)  $1000 \text{ мин}^{-1}$

69. При скольжении  $s=0$  частота вращения асинхронного двигателя равна

- 1) синхронной    2)  $3000 \text{ мин}^{-1}$     3) 0    4)  $1000 \text{ мин}^{-1}$

70. ЭДС обмотки статора асинхронного двигателя может быть найдена по формуле

- 1)  $E_1 = 4,44 f_1 \Phi \omega_1 k_{o61}$     2)  $E_1 = 4,44 f_1 \omega_1 k_{o61}$     3)  $E_1 = 4,44 \Phi \omega_1 k_{o61}$     4)  $E_1 = 4,44 f_1 \Phi \omega_1 I_1$

71. частота токов ротора определяется по формуле

- 1)  $f_2 = f_1 s$     2)  $f_2 = \frac{f_1}{s}$     3)  $f_2 = f_1$     4)  $f_2 = k_{o62} s f_1$

72. ЭДС ротора определяется по формуле

- 1)  $E_2 = E_{2H} s$     2)  $E_2 = \frac{E_{2H}}{s}$     3)  $E_2 = E_{2H} (1-s)$     4)  $E_1 = E_{2H} k_{o6} f_1$

73. В асинхронном двигателе не зависят от нагрузки потери

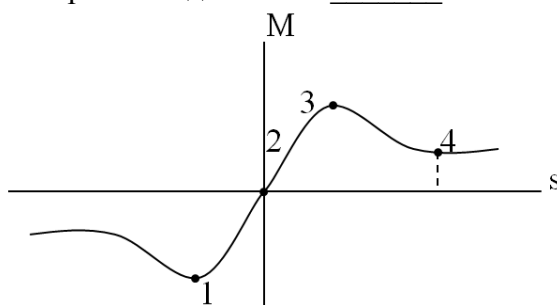
- 1) В стали статора    2) В обмотке статора    3) В обмотке ротора    4) механические

74. В асинхронном двигателе зависят от нагрузки потери

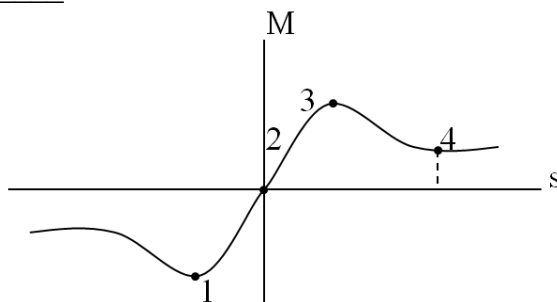
- 1) В стали статора    2) В обмотке статора    3) В обмотке ротора    4) механические



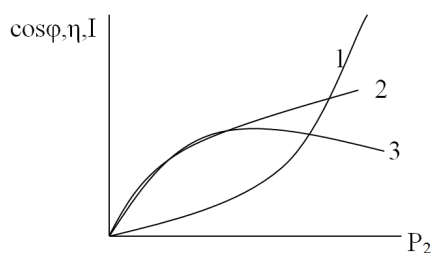
75. Укажите критическую точку в двигательном режиме на механической характеристике асинхронного двигателя \_\_\_\_\_



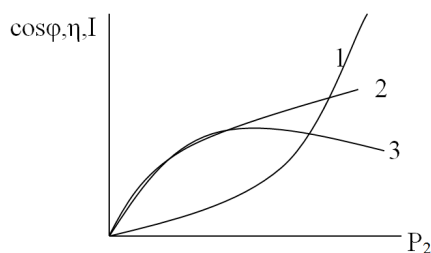
76. Укажите пусковую точку на механической характеристике асинхронного двигателя \_\_\_\_\_



77. характеристика \_\_\_\_\_ из рабочих характеристик асинхронного двигателя отражает зависимость  $\cos\phi$  от нагрузки \_\_\_\_\_

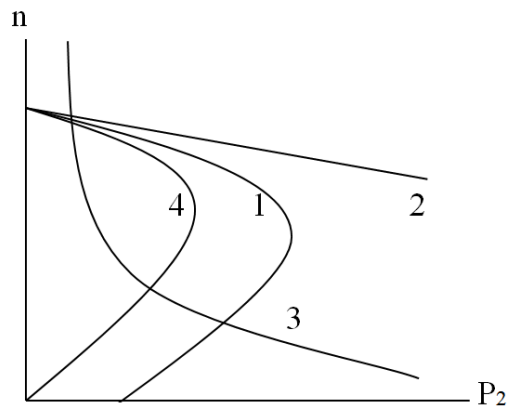
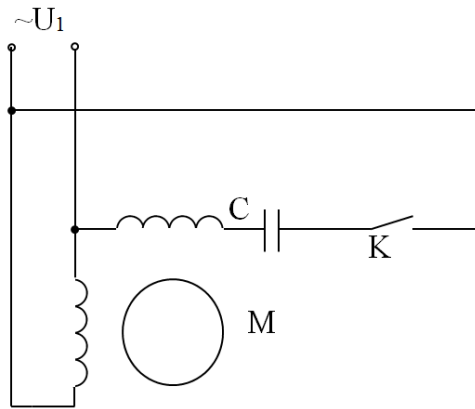


78. из рабочих характеристик асинхронного двигателя характеристика \_\_\_\_\_ отражает зависимость тока от нагрузки



79. при снижении  $U_1$  в 2 раза критический момент асинхронного двигателя
- 1) Остается неизменным
  - 2) Снизится в 2 раза
  - 3) Снизится в 4 раза
  - 4) Снизится в  $\sqrt{2}$  раз

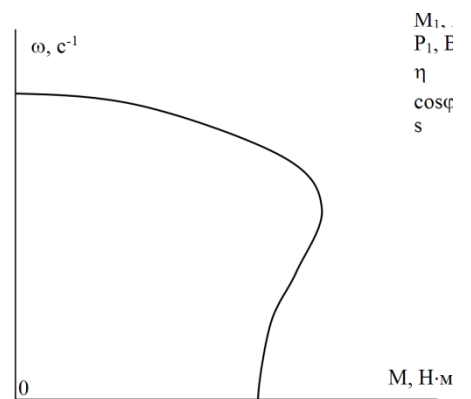
80. характеристика \_\_\_\_\_ соответствует механической характеристике однофазного асинхронного двигателя при разомкнутом ключе К.



81. перегрузочную способность асинхронного двигателя отражает справочных величина
- 1) Кратность критического момента
  - 2) Кратность пускового тока
  - 3) Кратность пускового момента
  - 4) Номинальный ток
82. Для каких целей асинхронный двигатель с фазным ротором используется в режиме индукционного регулятора?
1. Регулирования напряжения
  2. Изменения фазового сдвига между входным и выходным напряжением
  3. Изменения индуктивности
  4. Измерения частоты вращения
  5. Измерения тока
83. Для каких целей асинхронный двигатель с фазным ротором используется в режиме регулируемой индуктивной катушки?
1. Регулирования напряжения
  2. Изменения фазового сдвига между входным и выходным напряжением
  3. Изменения индуктивности
  4. Измерения частоты вращения
  5. Измерения тока
84. Для каких целей асинхронный двигатель с фазным ротором используется в режиме фазорегулятора?
1. Регулирования напряжения
  2. Изменения фазового сдвига между входным и выходным напряжением
  3. Изменения индуктивности
  4. Измерения частоты вращения
  5. Измерения тока
85. Какие из режимов работы асинхронного двигателя являются режимами с заторможенным ротором?
1. Режим фазорегулятора
  2. Режим индукционного регулятора
  3. Режим генератора
  4. Режим регулируемой катушки
  5. Режим холостого хода

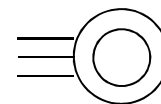
25. Какая из характеристик асинхронного двигателя изображена на рисунке?

- 1) рабочая
- 2) механическая
- 3) электромеханическая
- 4) внешняя



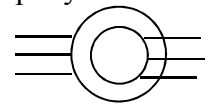
26. Условное графическое обозначение какого элемента изображено на рисунке?

- 1) асинхронного двигателя
- 2) якоря коллекторной машины
- 3) синхронного двигателя
- 4) коллекторной машины смешанного возбуждения



27. Условное графическое обозначение какого элемента изображено на рисунке?

- 1) асинхронного двигателя с фазным ротором
- 2) якоря коллекторной машины
- 3) синхронного двигателя
- 4) коллекторной машины смешанного возбуждения



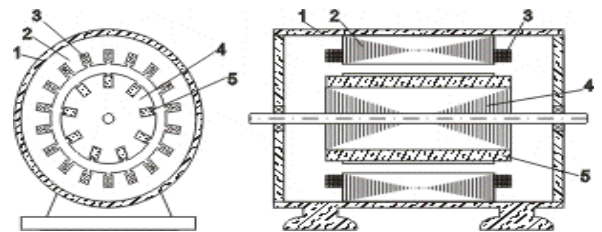
28. В маркировке асинхронного двигателя 4A112M2У3 цифры **112** означают

- 1) климатическое исполнения
- 2) категорию размещения
- 3) серию двигателей
- 4) высоту оси вращения
- 5) число полюсов

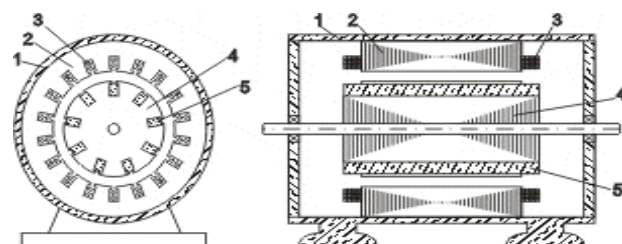
29. В маркировке асинхронного двигателя 4A112M2У3 цифра **2** означает

- 1) климатическое исполнения
- 2) категорию размещения
- 3) серию двигателей
- 4) высоту оси вращения
- 5) число полюсов

30. На рисунке обмотка ротора асинхронного двигателя обозначения цифрой \_\_\_\_\_

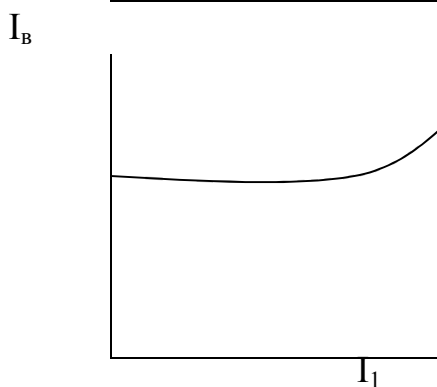
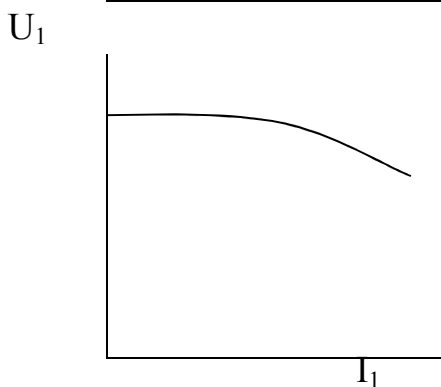
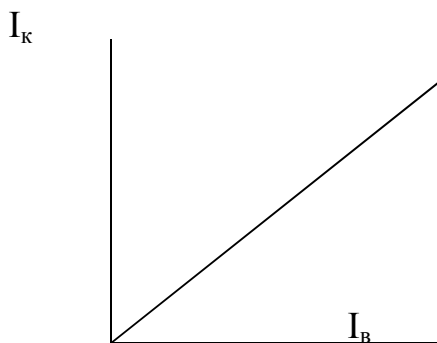
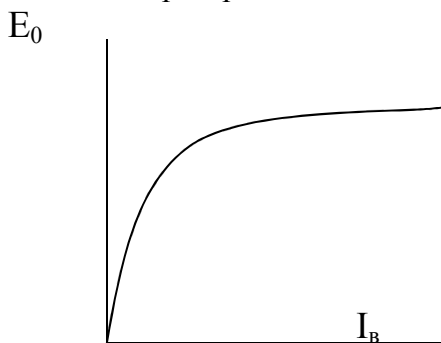


31. На рисунке обмотка статора асинхронного двигателя обозначения цифрой \_\_\_\_\_

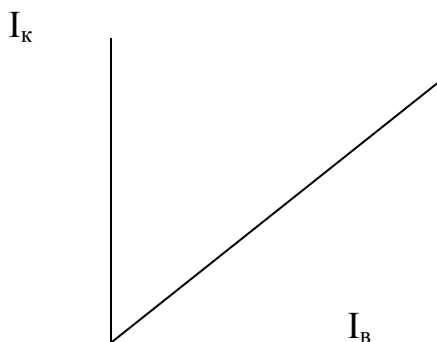
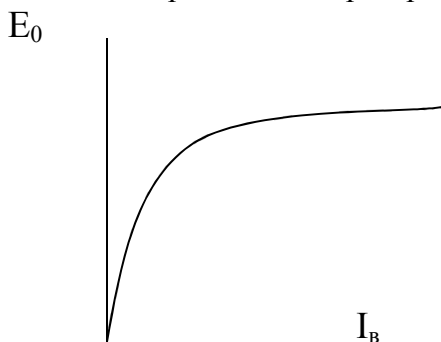


## СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

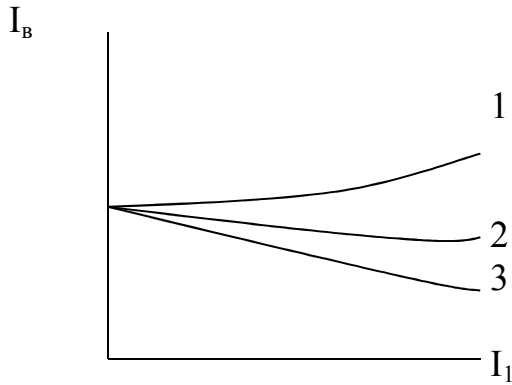
1. В синхронной машине частота вращения ротора  $n_2$  соотносится с синхронной  $n_1$ 
  - 1)  $n_1 = n_2$
  - 2)  $n_1 < n_2$
  - 3)  $n_1 > n_2$
  - 4)  $n_1 = 0.5n_2$
  
2. При синхронной частоте  $3000 \text{ мин}^{-1}$  используют синхронные машины
  - 1) Неявнополюсные
  - 2) Явнополюсные
  - 3) Неявнополюсные и явнополюсные
  - 4) Синхронные машины не используют при этой частоте
  
3. Реакция якоря в синхронном генераторе оказывает намагничивающее действие при нагрузке
  - 1) Активной
  - 2) Индуктивной
  - 3) Емкостной
  
4. Реакция якоря в синхронном генераторе оказывает размагничивающее действие при нагрузке
  - 1) Активной
  - 2) Индуктивной
  - 3) Емкостной
  
5. Какие из характеристик соответствуют внешней характеристики синхронного генератора.



6. Какая из характеристик соответствует регулировочной характеристики синхронного генератора

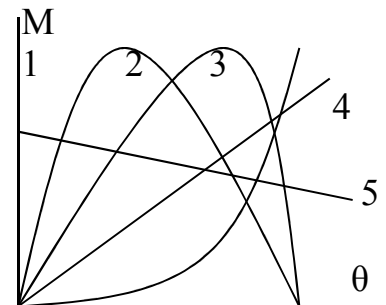


7. Какая из приведенных регулировочных характеристик синхронного генератора характеристика \_\_\_\_\_ соответствует емкостной нагрузке

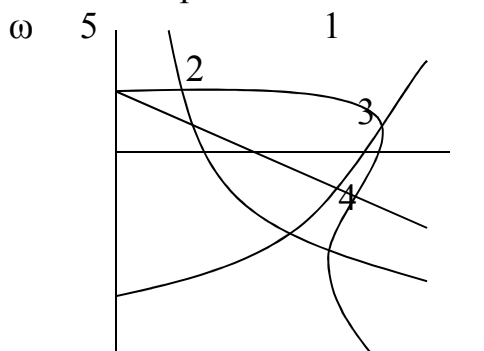


8. Какие условия необходимо выполнить для включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
- 1) Одинаковые напряжения генератора и сети
  - 2) Одинаковые частота генератора и сети
  - 3) Одинаковый порядок следования фаз
  - 4) Одинаковое внутреннее сопротивление генератора и сети

9. Из приведенных характеристик укажите номер угловой характеристики неявнополюсной синхронной машины \_\_\_\_\_

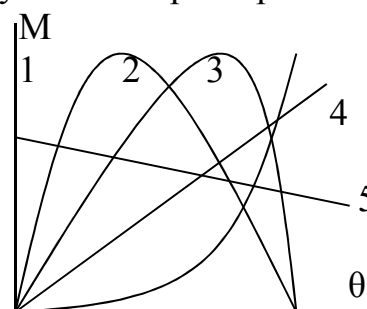


10. Недовозбужденная синхронная машина для сети является нагрузкой
- 1) Активной
  - 2) Индуктивной
  - 3) Емкостной
11. Перевозбужденная синхронная машина для сети является нагрузкой
- 1) Активной
  - 2) Индуктивной
  - 3) Емкостной
12. Какая из характеристик является механической характеристикой синхронного двигателя



## М

13. Какой из шаговых двигателей развивает больший момент при прочих равных условиях  
 1) Активный                                      2) Реактивный                                      3) Индукторный
14. Какая из перечисленных синхронных машин является униполярной  
 1) Реактивная                                      2) Гистерезисная                                      3) Индукторная
15. Какая из синхронных машин работает без возбуждения  
 1) Реактивная                                      2) Гистерезисная                                      3) Индукторная
16. Из приведенных характеристик укажите номер угловой характеристики явнополюсной синхронной машины \_\_\_\_\_



## КОЛЛЕКТОРНЫЕ МАШИНЫ

1. виды обмотки якоря коллекторных машин  
 1) винтовые  
 2) петлевые  
 3) полюснопереключаемые  
 4) обратные  
 5) многополюсные
2. Какая из формул определяет электромагнитный момент машины постоянного тока  
 1)  $M=c\Phi I$      $M=c\omega\Phi$                       2)  $M=\frac{\omega_0 R}{c\Phi}$                       3)  $M=\frac{U-IR}{c\Phi}$
3. Какая из формул определяют ЭДС машины постоянного тока  
 1)  $E=c\Phi\omega$                       2)  $E=c\Phi I$                       3)  $E=\frac{U-IR}{c\Phi}$                       4)  $E=\frac{\omega_0 R}{c\Phi}$
4. Вредное влияние реакции якоря МПТ устраняется  
 1) Смещением щеток с геометрической нейтрали  
 2) Введением компенсационной обмотки  
 3) Набор якоря из отдельных листов стали  
 4) Увеличение числа полюсов  
 5) Удаление нечетных полюсов
5. Какой буквой обозначают выводы параллельной обмотки МПТ \_\_\_\_\_.
6. Какой буквой обозначают выводы последовательной обмотки МПТ \_\_\_\_\_.

7. Какая из зависимостей является характеристикой холостого хода МПТ.  
 1)  $U=f(I_B)$  при  $I=\text{const}$       2)  $U=f(I)$  при  $I_B, n=\text{const}$       3)  $U=f(I)$  при  $U, n=\text{const}$

8. Какая из зависимостей является внешней характеристикой МПТ.  
 1)  $U=f(I_B)$  при  $I=\text{const}$       2)  $U=f(I)$  при  $I_B, n=\text{const}$       3)  $U=f(I)$  при  $U, n=\text{const}$

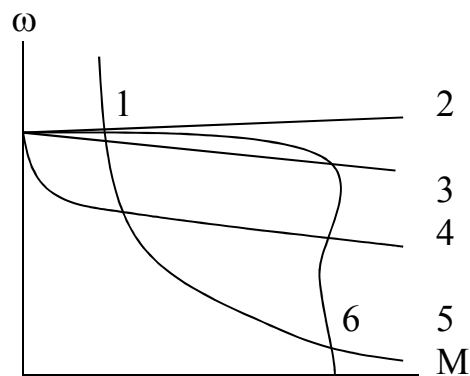
9. Электромеханическая характеристика двигателя постоянного тока определяется выражением.

1)  $\omega = \frac{U - IR}{c\Phi}$       2)  $E = c\Phi\omega$       3)  $M = c\Phi I$       4)  $\omega = \frac{U}{c\Phi} - \frac{R}{c^2\Phi^2} M$

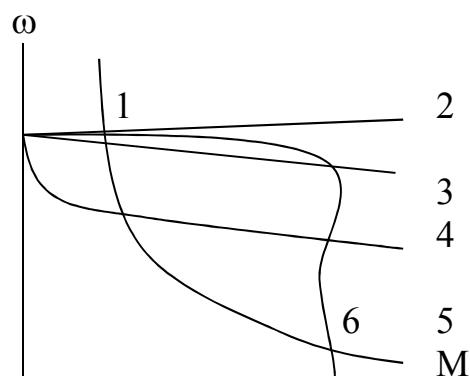
10. Механическая характеристика ДПТ независимого возбуждения определяется выражением.

1)  $\omega = \frac{U - IR}{c\Phi}$       2)  $E = c\Phi\omega$       3)  $M = c\Phi I$       4)  $\omega = \frac{U}{c\Phi} - \frac{R}{c^2\Phi^2} M$

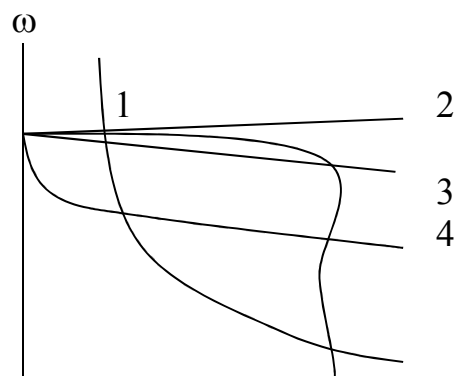
11. Какая из характеристик является механической ДПТ независимого возбуждения.



12. Какая из характеристик является механической ДПТ последовательного возбуждения.



13. Какая из характеристик является механической ДПТ смешанного возбуждения.



14. Какое выражение определит механическую характеристику ДПТ последовательного возбуждения.

1)  $\omega = \frac{U - IR}{c\Phi}$     2)  $E = c\Phi\omega$     3)  $M = c\Phi I$     4)  $\omega = \frac{U}{c\Phi} - \frac{R}{c^2\Phi^2} M$

1) Не имеет точного аналитического выражения.

15. Коллекторный двигатель какого возбуждения обладает наибольшей перегрузочной способностью

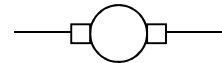
1) параллельного    2) последовательного    3) смешанного    4) независимого

16. Коллекторный двигатель какого возбуждения нельзя эксплуатировать на холостом ходу

1) параллельного    2) последовательного    3) смешанного    4) независимого

17. Условное графическое обозначение какого элемента изображено на рисунке?

- 1) асинхронного двигателя
- 2) якоря коллекторной машины
- 3) синхронного двигателя
- 4) коллекторной машины смешанного возбуждения





## Задачи промежуточного контроля

1. Определить значения момента и частоты вращения в характерных точках характеристики асинхронного двигателя (пусковой, критической номинальной, синхронной) и построить по этим точкам механическую характеристику.

Двигатель: 4А100S4У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_p$	$K_I$
3	220	1420	82	0,83	2,2	2	6,5

2. Определить значения момента и частоты вращения в характерных точках характеристики асинхронного двигателя (пусковой, критической номинальной, синхронной) и построить по этим точкам механическую характеристику.

Двигатель: 4А90L2У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_p$	$K_I$
2	220	2838	79	0,78	2,2	2	6,5

3. Определить частоты вращения и моменты в номинальной точке и точке идеального холостого хода и построить по ним механическую характеристику двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Двигатель: 2ПН100ЛУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_{об}$ , Ом
2,2	220	3150	81	0,52	0,51

4. Определить частоты вращения и моменты в номинальной точке и точке идеального холостого хода и построить по ним механическую характеристику двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Двигатель: 2ПН90МУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_{д}$ , Ом
1	220	3000	72,5	2,52	1,47

5. Найти пусковой ток и пусковой момент двигателя постоянного тока, величину добавочного сопротивления для снижения пускового тока в 2 раза.

Двигатель: 2ПН90МУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_{д}$ , Ом
1	220	3000	72,5	2,52	1,47

6. Найти пусковой ток и пусковой момент двигателя постоянного тока, величину добавочного сопротивления для снижения пускового тока в 2 раза.

Двигатель: 2ПН90ЛУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_{д}$ , Ом
1,3	220	3150	78	1,3	0,932

7. Построить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Двигатель: 2ПН90ЛУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_d$ , Ом
1,3	220	3150	78	1,3	0,932

8. Найти частоту вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при номинальном моменте и пониженном на 20% магнитном потоке.

Двигатель: 2ПБ90МУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_d$ , Ом
0,55	220	3000	71	3,99	2,55

9. Найти частоту вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при номинальном моменте и пониженном на 20% магнитном потоке.

Двигатель: 2ПБ90ЛУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_d$ , Ом
0,75	220	3150	77	2,28	1,609

10. Найти частоту вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при номинальном моменте и введенном в цепь якоря реостате  $R_d=2R_{я}$ .

Двигатель: 2ПБ90ЛУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_d$ , Ом
0,75	220	3150	77	2,28	1,609

11. Найти частоту вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при номинальном моменте и введенном в цепь якоря реостате  $R_d=2R_{я}$ .

Двигатель: 2ПН100МУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_d$ , Ом
2	220	3000	79	0,805	0,57

12. Найти частоту идеального холостого хода двигателя постоянного тока параллельного возбуждения при сниженном на 20% от номинального магнитном потоке.

Двигатель: 2ПН100МУХЛ4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$R_{я}$ , Ом	$R_d$ , Ом
2	220	3000	79	0,805	0,57

13. Найти частоты вращения и моменты в синхронной, номинальной, критической и пусковой точках асинхронного двигателя. По найденным точкам построить естественную механическую характеристику.

Двигатель: АИР132М4

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_n$	$K_I$
11	220	1478	87,5	0,87	2,2	2	7,5

14. Найти скорость вращения асинхронного двигателя с фазным ротором при номинальном моменте на валу и добавочном сопротивлении в цепи ротора  $R_d=3R_{я}$ .

Двигатель: 4АК160S4У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$s_n$ , %	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$n_1$ , мин <sup>-1</sup>	$\mu_k$	$K_I$	$I_{2n}$	$E_{2k}$
7,5	220	5	82,5	0,77	1000	3,5		18	300

15. При каком добавочном сопротивлении в цепи ротора асинхронный двигатель с фазным ротором при номинальной нагрузке на валу не будет вращаться.

Двигатель: 4АК160S4У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_n$	$K_I$	$I_{2n}$	$E_{2k}$
11	220	1425	86,5	0,86	3			22	305

16. При каком добавочном сопротивлении в цепи ротора в асинхронном двигателе с фазным ротором критическое скольжение возрастет до 1.

Двигатель: 4АК160М6У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$s_n$ , %	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$n_1$ , мин <sup>-1</sup>	$\mu_k$	$K_I$	$I_{2n}$	$E_{2k}$
10	220	4,5	84,5	0,76	1000	3,8		20	310

17. При каком снижении напряжения питания пусковой момент асинхронного двигателя упадет до номинального.

Двигатель: 4А90Л2У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_n$	$K_I$
2	220	2838	79				

18. При каком снижении напряжения питания пусковой момент асинхронного двигателя упадет до номинального.

Двигатель: 4А100S4У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_n$	$K_I$
3	220	1420	82	0,83	2,2	2	6,5

19. Какова станет перегрузочная способность асинхронного двигателя при снижении напряжения питания на 20%?

Двигатель: 4А100S4У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_n$	$K_I$
3	220	1420	82	0,83	2,2	2	6,5

20. Какова станет перегрузочная способность асинхронного двигателя при снижении напряжения питания на 20%?

Двигатель: 4А90Л2У3

Его паспортные данные:

$P_n$ , кВт	$U_n$ , В	$n_n$ , мин <sup>-1</sup>	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi$	$\mu_k$	$\mu_n$	$K_I$
2	220	2838	79				

21. В опыте холостого хода асинхронного двигателя получено:  $I_0=9$  А,  $\cos\varphi_0=0,15$ . В опыте короткого замыкания получили  $U_k=100$  В,  $\cos\varphi_k=0,9$ . Номинальное фазное напряжение двигателя 220 В, номинальный фазный ток 12 А. Найдите сопротивления по схеме замещения двигателя.

22. Два генератора постоянного тока работают параллельно на общую нагрузку. Ток нагрузки 10 А. Напряжение нагрузки 220 В, сопротивления якоря машин 1 и 1,5 Ом. Определите токи генераторов.

23. Полное синхронное сопротивление синхронного генератора 5 Ом. ЕДС генератора 230 В. Активное сопротивление нагрузки 10 Ом, индуктивное сопротивление нагрузки 5 Ом. Найдите выходное напряжение генератора.