

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Нововоронежский политехнический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ

  
\_\_\_\_\_  
Е.Н. Булатова  
« 14 » март 2023г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Электрические машины»

**Направление подготовки:** 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

**Наименование образовательной программы:** Электрические станции

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Нововоронеж 2023 г.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 кредитов, 288 часов.**

<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>116</b>	<b>Часов</b>
лекции	64	часа
практические занятия	20	часов
лабораторные занятия	32	часа
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>82</b>	<b>часа</b>
Курсовой проект 5 семестр		
<b>Контроль</b>	<b>90</b>	<b>часов</b>

***Форма отчетности:***

экзамен 4 семестр

экзамен 5 семестр

**Курсы: 2,3**

**Семестры: 4,5**

**Индекс дисциплины в рабочем компетентностно-ориентированном учебном плане: Б1.О.03.05**

Рабочая программа составлена на основании ОС НИЯУ МИФИ по направлению и рабочего учебного плана.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1 Цель дисциплины: получение фундаментальных теоретических и практических знаний принципов работы, конструкции, основных свойств и применения в электроэнергетике основных типов электрических машин постоянного тока, переменного тока и трансформаторов.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- получение практических навыков эксплуатации, и проектирования электрических машин в составе объектов электроэнергетики;
- знание материалов, применяемых при производстве турбогенераторов и электрических двигателей;
- умение предотвращать аварии и выход из строя электрических машин;
- принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании электроэнергетического оборудования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Электрические машины» относится к общепрофессиональному модулю Блока 1 ООП по направлению подготовки 13.03.02 Энергетика и электротехника. Дисциплина является обязательной к изучению, изучается в 4 и 5 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание:

- Электронная и измерительная техника;
- Теоретические основы электротехники.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин базовой части программы:

- Электрические станции и подстанции;
- Правила технической эксплуатации электростанций и сетей;
- Ремонт и обслуживание электрооборудования АЭС;

в научно-исследовательской работе и дипломном проектировании, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

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

ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности;

ПК-4 Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

– главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов;

– методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока;

– свойства, характеристики и конструктивные особенности узлов электрооборудования.

**Уметь:**

– контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик;

– обосновать и использовать типовые решения при выборе электрооборудования;

– выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов.

**Владеть:**

– способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования;

– навыками расчетов параметров и режимов объектов профессиональной деятельности и методами анализа причин нарушения исправности оборудования;

– навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа.

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

## 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
		Лекции	Практ. работы	Лаб. работы	СРС
4 семестр					
1	Введение в электромеханику	4	2	-	-
2	Машины постоянного тока	14	6	10	16
3	Трансформаторы	10	6	6	12
4	Общие вопросы машин переменного тока	8	2	-	2
	Контрольная работа				10
	Экзамен				
	Итого за 4 семестр	36	16	16	40
5 семестр					
5	Асинхронные машины	14	2	10	12
6	Синхронные машины	14	2	6	10
	Курсовой проект				20
	Экзамен				
	Итого за 5 семестр	28	4	16	42
	Всего за 4 и 5 семестры	64	20	32	82

## 4.2. Содержание дисциплины

### 4.2.1 Наименование тем, их содержание и объем в часах

#### 4 семестр

Раздел дисциплины	Лекционные занятия		
	Наименование лекционного занятия	Выполнение (час)	
		Аудиторных	Сам. работа
Раздел 1 Введение в электромеханику	Электрические машины – преобразователи энергии. Законы электромеханики.	2	-
	Классификация электрических машин	2	-
Раздел 2 Машины постоянного тока	Принцип работы и основные элементы конструкции. Магнитная цепь и ее устройство при холостом ходе	2	1
	Якорные обмотки машин постоянного тока. Выбор типа обмоток с учетом технико-экономических пока-	2	1

	зателей.		
	МДС обмотки якоря. Магнитное поле машины при нагрузке. Реакция якоря.	2	-
	Коммутация и способы ее улучшения.	2	-
	Генераторы постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением. Схемы и характеристики.	2	-
	Двигатели постоянного тока. Рабочие и механические характеристики. Потери и КПД машин постоянного тока.	2	1
	Способы пуска. Регулирование частоты вращения.	2	-
Раздел 3 Трансформаторы	Назначение и принцип действия однофазного трансформатора. Основные элементы конструкции.	2	1
	Уравнения трансформаторов. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Схема замещения.	2	-
	Работа трансформатора под нагрузкой. Энергетическая диаграмма. Несимметричная нагрузка.	2	-
	Трехфазные трансформаторы. Конструкция, схемы и группы соединения обмоток. Параллельная работа трансформаторов.	2	1
	Автотрансформаторы. Трёхобмоточные трансформаторы. Трансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой	2	1
Раздел 4 Общие вопросы машин переменного тока	Типы машин переменного тока. МДС однофазной и трехфазной обмоток. Высшие пространственные гармоники МДС	2	-
	Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора и от полей рассеяния.	2	-
	ЭДС катушки, катушечной группы и фазной обмотки статора. зубцовые гармоники ЭДС. Способы улучшения формы ЭДС.	2	-
	Обмотки машин переменного тока.	2	1
Всего		36	7

### 5 семестр

Раздел дисциплины	Лекционные занятия		
	Наименование лекционного занятия	Выполнение (час)	
		Аудиторных	Сам. работа
Раздел 5 Асинхронные машины	Устройство и принцип действия. Режимы работы: двигатель, генератор, электромагнитный тормоз.	2	1
	Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведенная асинхронная машина	2	-
	Анализ рабочего режима асинхронного двигателя. Схема замещения, векторные диаграммы.	2	-
	Вращающие моменты асинхронных машин	2	-
	Рабочие характеристики асинхронного двигателя и их построение с помощью круговой диаграммы	2	-
	Пуск в ход и регулирование частоты вращения асин-	2	-

	хронных двигателей.		
	Специальные типы и режимы работы асинхронных машин	2	-
Раздел 6 Синхронные машины	Конструкция и принцип действия синхронного генератора. Особенности конструкции турбогенератора. Система возбуждения.	2	1
	Реакция якоря синхронного генератора при симметричной нагрузке. Магнитные поля и параметры установившегося синхронного режима работы	2	-
	Характеристики синхронных генераторов. Векторные диаграммы синхронных генераторов	2	-
	Работа синхронного генератора при несимметричной нагрузке	2	
	Работа синхронных генераторов в энергосистеме параллельно с сетью.	2	1
	Принцип действия синхронных двигателей. U-образные характеристики и рабочие характеристики СД. Синхронный компенсатор.	2	1
	Внезапное короткое замыкание синхронного генератора. Колебания синхронных машин	2	-
Всего		28	4

#### 4.2.2 Темы практических занятий и объем в часах

##### 4 семестр

Раздел дисциплины	Практические занятия		
	Наименование практического занятия	Выполнение (час)	
		Аудиторных	Сам. работа
Раздел 1 Введение в электромеханику	Типы и устройства электрических машин	2	-
Раздел 2 Машины постоянного тока	Расчет и составление схемы обмотки якоря машины постоянного тока	2	1
	Генераторы постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением. Схемы и характеристики.	2	1
	Двигатели постоянного тока. Рабочие и механические характеристики. Способы пуска. Регулирование частоты вращения.	2	1
Раздел 3 Трансформаторы	Принцип действия однофазного трансформатора.	2	1
	Уравнения трансформаторов. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Схема замещения.	2	1
	Трехфазные трансформаторы. Конструкция, схемы и группы соединения обмоток.	2	1
Раздел 4 Общие вопросы машин переменного тока	Обмотки машин переменного тока.	2	1
Всего		16	7

## 5 семестр

Раздел дисциплины	Практические занятия		
	Наименование практического занятия	Выполнение (час)	
		Ауди- торных	Сам. работа
Раздел 5 Асинхронные машины	Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.	2	1
Раздел 6 Синхронные машины	Работа синхронных генераторов в энергосистеме параллельно с сетью.	2	1
Всего		4	2

## 4.2.3 Темы лабораторных занятий, их содержание и объем в часах

## 4 семестр

Раздел дисциплины	Лабораторные занятия		
	Наименование лабораторного занятия	Выполнение (час)	
		Ауди- торных	Сам. работа
Раздел 2 Машины постоянного тока	Снятие характеристик холостого хода $E_0=f(I_f)$ и короткого замыкания $I_k=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением	2	2
	Снятие внешней $U=f(I)$ , регулировочной $I_f=f(I)$ и нагрузочной $U=f(I_f)$ характеристик генератора постоянного тока с независимым возбуждением	2	2
	Снятие внешней $U=f(I)$ характеристики генератора постоянного тока с параллельным возбуждением	2	2
	Снятие электромеханической характеристики $n=f(I)$ двигателя постоянного тока с независимым / параллельным / последовательным возбуждением	2	2
	Определение рабочих характеристик $n=f(P_2)$ , $P_1=f(P_2)$ , $M=f(P_2)$ , $\eta=f(P_2)$ двигателя постоянного тока с независимым / параллельным / последовательным возбуждением	2	2
Раздел 3 Трансформаторы	Снятие характеристик холостого хода $I_0=f(U)$ , $P_0=f(U)$ , $\cos\varphi_0=f(U)$ и короткого замыкания $I_k=f(U)$ , $P_k=f(U)$ , $\cos\varphi_k=f(U)$ однофазного трансформатора	2	2
	Определение рабочих характеристик $I_1=f(P_2)$ , $P_1=f(P_2)$ , $\eta=f(P_2)$ , $\cos\varphi=f(P_2)$ однофазного трансформатора	2	2
	Исследование параллельной работы трансформаторов	2	2
Всего		16	16

## 5 семестр

Раздел дисциплины	Лабораторные занятия		
	Наименование лабораторного занятия	Выполнение (час)	
		Ауди- торных	Сам. работа



Раздел 5 Асинхронные машины	Исследование трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2	2
	Исследование трёхфазного асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания	2	2
	Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором изменением напряжения статора	2	2
	Исследование способов пуска трёхфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором	2	2
	Снятие характеристик мощности $P=f(n)$ , $Q=f(n)$ трёхфазного асинхронного генератора	2	2
Раздел 6 Синхронные машины	Испытание трёхфазного синхронного генератора	2	2
	Исследование трёхфазного синхронного генератора, включенного на параллельную работу с сетью	2	2
	Испытание трёхфазного синхронного двигателя	2	2
Всего		16	16

### 4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 82 часа (40 часов в 4 семестре и 42 часа в 5 семестре).

Наименование работы	СРС
4 семестр	
Изучение теоретического материала	7
Подготовка к практическим занятиям	7
Подготовка к лабораторным занятиям	16
Выполнение контрольной работы	10
Всего в 4 семестре	40
5 семестр	
Изучение теоретического материала	4
Подготовка к практическим занятиям	2
Подготовка к лабораторным занятиям	16
Выполнение курсового проекта	20
Всего в 5 семестре	42
Всего в 4,5 семестрах	82

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Образовательные технологии

При реализации рабочей программы дисциплины используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в интерактивном классе в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ. Проведение

аудиторных занятий предполагает демонстрацию мультимедийных презентаций, а также использование образовательных технологий, подразумевающих дискуссионный и проблемный подход: проблемная лекция, дидактическая игра, решение практико-ориентированной проблемной задачи.

Лабораторные работы проводятся на учебно-лабораторных стендах.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного и практического материала, решения практических задач.

## 5.2. Информационные технологии

Программное обеспечение общего и профессионального назначения.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 5 семестре.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование электрических машин».

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

ОПК-4 – способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин;

ОПК-5 – способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности;

ПК-4 – способность соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

31 – главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов;

32 – методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока;

33 – свойства, характеристики и конструктивные особенности узлов электрооборудования.

**Уметь:**

У1 – контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик;

У2 – обосновать и использовать типовые решения при выборе электрооборудования;

У3 – выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов.

**Владеть:**

В1 – способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования;

В2 – навыками расчетов параметров и режимов объектов профессиональной деятельности и методами анализа причин нарушения исправности оборудования;

В3 – навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа.

7.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Введение в электромеханику	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4	Т	ОП
2	Машины постоянного тока	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4	Т, ЛР	Т
3	Трансформаторы	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4	Т, ЛР	Т
4	Общие вопросы машин переменного тока	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4	ОП	ИК
5	Асинхронные машины	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4	ЛР	ОП
6	Синхронные машины	ОПК-4, ОПК-5, ПК-4	ЛР	ОП

Формами аттестации по дисциплине являются зачет в 4 семестре и экзамен в 5 семестре.

7.3. Оценочные средства для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой	Вопросы по темам/разделам дисциплины

		дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Контрольные вопросы, обеспечивающие достаточный уровень знаний для учебных лабораторных исследований
4	Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы индивидуальных проектов
5	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу	Комплект контрольных заданий

7.4 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

#### 7.4.1. Примерный перечень тестовых заданий

### 1. Основное назначение коллектора в машине постоянного тока.

- 1) Крепление обмотки якоря.
- 2) Электрическое соединение вращающейся обмотки якоря с неподвижными клеммами машины.
- 3) Выпрямление переменного тока, индуцируемого в секциях обмотки якоря.
- 4) Решение всех перечисленных выше задач.

### 2. Какое положение относительно геометрической нейтрали должны занимать щетки в генераторе постоянного тока с дополнительными полюсами при условии обеспечения оптимальной коммутации.

- 1) Щетки должны быть смещены с геометрической нейтрали по направлению вращения якоря на угол, определяемый экспериментально при настройке коммутации.
- 2) Щетки должны быть смещены с геометрической нейтрали по направлению вращения якоря на ширину щетки.
- 3) Щетки должны быть установлены строго на геометрической нейтрали.
- 4) Щетки должны быть смещены с геометрической нейтрали против направления вращения якоря на угол, определяемый экспериментально при настройке коммутации.

**3. У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе  $U_1 = 6000 \text{ В}$ , на выходе  $U_2 = 100 \text{ В}$ . Определить коэффициент трансформации трансформатора.**

- 1)  $K = 0,017$ .
- 2)  $K=60$
- 3)  $K=180$
- 4)  $K=0,051$

**4. Как соединить обмотку статора трехфазного асинхронного двигателя для работы при номинальном напряжении, если линейное напряжение в сети переменного тока  $U_1 = 380 \text{ В}$ , а в паспорте двигателя указано номинальное напряжение  $220/380 \text{ В}$ ? Обмотка статора имеет шесть выводов.**

1. Звездой (Y). 2. Треугольником ( $\Delta$ ). 3. Безразлично Y или  $\Delta$ .
4. Данных недостаточно, чтобы ответить на поставленный ответ.

**7.4.2. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1) По результатам опыта холостого хода определить параметры схемы замещения трансформатора  $X_m, R_m, Z_m, K_{tr.}$ , если мощность холостого хода  $P_0 = 0,6 \text{ кВт}$ , ток  $I_0 = 20 \text{ А}$ , напряжение  $U_{1н} = 220 \text{ В}$ , напряжение  $U_{20} = 36 \text{ В}$ .

2) Шестиполосный синхронный двигатель при работе характеризуются следующими данными:  $P_1=6300 \text{ кВт}$ ,  $f_1=50 \text{ Гц}$ , КПД = 95%. Определить номинальный момент вращения.

**7.4.3. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену (4 семестр)**

1. Значение электрических машин и электромеханики в современной электроэнергетике и в различных сферах жизнедеятельности.
2. Электромеханическое преобразование энергии в электрических машинах
3. Законы электромеханики.
4. Машины постоянного тока. Назначение, конструкция, принцип работы.

5. ЭДС и электромагнитный момент машин постоянного тока.
6. Обмотки якоря машин постоянного тока.
7. Работа машин постоянного тока в генераторном режиме.
8. Реакция якоря. Коммутация и способы ее улучшения
9. Энергетический процесс и основные уравнения генератора
10. Характеристики генераторов независимого, параллельного и последовательного возбуждения.
11. Работа машин постоянного тока в двигательном режиме.
12. Пуск двигателей постоянного тока
13. Рабочие и механические характеристики двигателей постоянного тока
14. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока
- 15 Трансформаторы: назначение, устройство, принцип действия.
16. Рабочий процесс однофазного трансформатора.
17. Уравнения трансформатора.
18. Т-образная и Г-образные схемы замещения, векторные диаграммы.
19. Рабочие режимы трансформатора.
20. Регулирование напряжения.
21. Трехфазные трансформаторы, особенности магнитной системы, параметры схемы замещения.
22. Группы и виды соединения обмоток трехфазных трансформаторов.
23. Симметричный и несимметричный режимы работы трехфазных трансформаторов.
24. Внезапное короткое замыкание трансформаторов.
25. Автотрансформаторы.

#### 7.4.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену (5 семестр)

### **Синхронные машины**

1. Назначение, принцип действия синхронных генераторов. Явнополюсные и неявнополюсные синхронные генераторы, их основные конструктивные элементы.
2. Системы охлаждения синхронных генераторов.
3. Реакция якоря и её виды.
4. Векторные диаграммы явнополюсных и неявнополюсных синхронных генераторов. Энергетическая диаграмма.
5. Характеристики синхронного генератора.
6. Параллельная работа синхронных генераторов.
7. Перегрузочная способность и статическая устойчивость параллельной работе. Понятие о динамической устойчивости.
8. U-образные кривые синхронного генератора.

9. Переходные процессы в синхронных генераторах.
10. Принцип действия синхронного двигателя.
11. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент синхронного двигателя.
12. U-образные характеристики синхронного двигателя. Рабочие характеристики синхронных двигателей.
13. Назначение и принцип действия, особенности конструкции синхронного компенсатора.
14. Способы пуска синхронных двигателей и синхронных компенсаторов.

### **Асинхронные двигатели**

15. Принцип действия и конструкция асинхронных двигателей.
16. Асинхронный двигатель при неподвижном роторе, и протекающие при этом физические процессы.
17. Физические процессы во вращающемся асинхронном двигателе.
18. Векторная диаграмма асинхронного двигателя. Схема замещения асинхронной машины.
19. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Рабочие характеристики асинхронных двигателей. Условия устойчивой работы асинхронных двигателей.
20. Опыты холостого хода. Опыт короткого замыкания асинхронного двигателя.
21. Пусковые свойства асинхронных двигателей. Пуск двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором.
22. Регулирование частоты вращения и реверсирование асинхронных двигателей.
23. Регулирование скорости вращения ротора асинхронного двигателя изменением частоты тока в обмотке статора и изменением числа полюсов.
24. Однофазные асинхронные двигатели.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### *Основная литература:*

1. Проектирование электрических машин [Текст] : учеб. для вузов / И.П. Копылов [и др.] ; под ред. И. П. Копылова. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2016. - 767 с.
2. Токарев, Б. Ф. Электрические машины [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. Ф. Токарев. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2015. - 624 с.
3. Игнатович В.М. Электрические машины и трансформаторы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатович В.М., Ройз Ш.С.— Электрон. текстовые дан-

ные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 182 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34738>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования [Текст] : учеб. пособие для вузов / [И. П. Крючков и др.] ; под ред. И. П. Крючкова, В. А. Старшинова. – 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. – 416

*Дополнительная литература:*

5. Гольдберг О.Д. Электромеханика [Текст]: учеб. Для вузов/О.Д.Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольберга.-М.: Академия, 2007.-512 с.

6. Беспалов, В.Я. Электрические машины [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - М.: Академия, 2006. - 320 с

7. Москаленко, В. В. Электрический привод [Текст] : учеб. для вузов /В. В. Москаленко. – Москва : Академия, 2007. - 368 с.

8. Кудрин Б.И. Электрооборудование промышленности [Текст]: учеб. для вузов/ Б.И. Кудрин, А.Р. Минеев.-М.: Академия, 2008.-432 с.

9. Извеков В.И. Проектирование турбогенераторов [Текст]: учеб. Пособие для ВУЗов/В.И. Извеков, Н.А. Серихин, А.И. Абрамов.-2-е изд., перераб. доп.-М.: Изд-во МЭИ, 2005.-440 с.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций, учебная лаборатория для проведения лабораторных работ.

### Лаборатория электрических машин и трансформаторов

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Стол ученический –15 шт.;

Стул ученический –30 шт.;

Комплект мультимедийного оборудования:

мультимедиа-проектор, компьютер экран настенный;

Комплект лабораторного оборудования «Электрические машины»

Трансформаторы и автотрансформаторы ГалСен® ТАТ2М-С-Р





