**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Самарский государственный технический университет»**
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Б1.О.04.04 «Электромеханика»

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| **Направленность (профиль)** | Электрические станции |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очная |
| **Год начала подготовки** | 2023 |
| **Институт / факультет** | Электротехнический факультет |
| **Выпускающая кафедра** | кафедра "Электрические станции" |
| **Кафедра-разработчик** | кафедра "Электромеханика и автомобильное электрооборудование" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 252 / 7 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Зачет с оценкой, Экзамен |

Самара 2023

**Б1.О.04.04 «Электромеханика»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 144 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

| | |
|---|---|
| Профессор, доктор технических наук, доцент | Ю.В Зубков |
| (должность, степень, ученое звание) | (ФИО) |

| | |
|---|---|
| Заведующий кафедрой | Ю.А. Макаричев, доктор технических наук, профессор |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

СОГЛАСОВАНО:

| | |
|---|---|
| Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии) | В.Н Овсянников, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |
| Руководитель образовательной программы | А.С. Ведерников, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |
| Заведующий выпускающей кафедрой | А.С. Ведерников, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы ..... 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся ..... 4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий ..... 5
4.1 Содержание лекционных занятий ..... 5
4.2 Содержание лабораторных занятий ..... 8
4.3 Содержание практических занятий ..... 10
4.4. Содержание самостоятельной работы ..... 12
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) ..... 15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения ..... 16
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем ..... 17
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) ..... 18
9. Методические материалы ..... 18
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) ..... 20

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Теоретическая и практическая профессиональная подготовка | ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | Владеть Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов |
| | | | Знать Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов |
| | | | Уметь Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины | Параллельно осваиваемые дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|---|---|---|
| ОПК-4 | Теоретические основы электротехники; Электроника | Теоретические основы электротехники | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы | Всего часов / часов в электронной форме | 4 семестр часов / часов в электронной форме | 5 семестр часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|
| **Аудиторная контактная работа (всего),** в том числе: | 128 | 80 | 48 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Лабораторные работы | 48 | 16 | 32 |
| Лекции | 48 | 32 | 16 |
| Практические занятия | 32 | 32 | 0 |
| **Внеаудиторная контактная работа, КСР** | 8 | 5 | 3 |
| **Самостоятельная работа (всего),** в том числе: | 89 | 68 | 21 |
| выполнение курсовых проектов | 20 | 20 | 0 |
| подготовка к лабораторным работам | 32 | 16 | 16 |
| подготовка к практическим занятиям | 24 | 24 | 0 |
| подготовка к экзамену | 8 | 8 | 0 |
| подготовка к зачету | 5 | 0 | 5 |
| **Контроль** | 27 | 27 | 0 |
| **Итого: час** | 252 | 180 | 72 |
| **Итого: з.е.** | 7 | 5 | 2 |

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ЛЗ | ЛР | ПЗ | СРС | Всего часов |
| 1 | Введение в электромеханику | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 2 | Трансформаторы | 10 | 8 | 6 | 12 | 36 |
| 3 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | 12 | 16 | 6 | 36 | 70 |
| 4 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | 6 | 0 | 6 | 0 | 12 |
| 5 | Асинхронные машины | 8 | 8 | 6 | 18 | 40 |
| 6 | Синхронные машины | 8 | 16 | 8 | 23 | 55 |
| | **КСР** | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | **Контроль** | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 |
| | **Итого** | 48 | 48 | 32 | 89 | 252 |

### 4.1 Содержание лекционных занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема лекции | Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение в электромеханику | Физические основы электромеханического преобразования энергии | Понятия и определения в электромеханике Виды и режимы работы электромеханических преобразователей (ЭМП) Основные законы преобразования энергии в индуктивных вращающихся машинах Упрощенная физическая модель ЭМП и механизм преобразования энергии Принципы преобразования энергии | 2 |
| 2 | Введение в электромеханику | Физические основы электромеханического преобразования энергии (продолжение) | Структура ЭМП и основные процессы в его конструктивных элементах. Вопросы экологии Потери энергии и КПД ЭМП Нагревание и охлаждение ЭМП Режимы работы ЭМП | 2 |
| 3 | Трансформаторы | Основные сведения о трансформаторах | Конструкция силовых трансформаторов Магнитопроводы и обмотки силовых трансформаторов Типы трансформаторов и способы их охлаждения Принцип действия идеального трансформатора | 2 |
| 4 | Трансформаторы | Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры | Индуктивности обмоток трансформатора Уравнения напряжений Приведение вторичной обмотки к первичной Схема замещения без учета магнитных потерь | 2 |
| 5 | Трансформаторы | Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры (продолжение) | Параметры схемы замещения Схема замещения с учетом магнитных потерь Расчетное и опытное определение параметров схемы замещения | 2 |
| 6 | Трансформаторы | Работа трансформатора под нагрузкой | Физические условия работы. Векторные и энергетические диаграммы Изменение напряжения трансформатора Регулирование напряжения трансформатора Коэффициент полезного действия трансформатора | 2 |
| 7 | Трансформаторы | Параллельная работа трансформаторов | Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов Условия включения трансформаторов на параллельную работу Параллельная работа при различных группах соединения Параллельная работа при неодинаковых коэффициентах трансформации Параллельная работа при различных напряжениях короткого замыкания | 2 |
| 8 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Устройство, принцип действия, магнитная цепь машины постоянного тока (МПТ) при холостом ходе | Конструкция и принцип действия МПТ Метод расчета магнитной цепи Магнитное поле и магнитодвижущая сила (МДС) воздушного зазора Магнитное поле и МДС зубцовой зоны Магнитное поле и МДС сердечника якоря, полюсов и ярма Полная МДС и магнитная характеристика МПТ | 2 |
| 9 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Обмотки якоря машин постоянного тока | Устройство обмоток Петлевые обмотки простые и сложные Волновые обмотки простые и сложные Комбинированная обмотка Условия симметрии. Выбор типа обмотки. | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Основные электромагнитные соотношения в МПТ | ЭДС якоря Электромагнитный момент и электромагнитная мощность Основные электромагнитные нагрузки | 2 |
| 11 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Магнитное поле МПТ при нагрузке | Реакция якоря и ее виды Влияние реакции якоря на магнитное поле машины. МДС поперечной реакции якоря Учет размагничивающего действия поперечной реакции якоря Определение продольной МДС реакции якоря при сдвиге щеток Компенсационная обмотка | 2 |
| 12 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Генераторы постоянного тока (ГПТ) | Классификация ГПТ по способу возбуждения ГПТ независимого возбуждения. Физические условия работы, характеристики ГПТ параллельного возбуждения. Физические условия работы, характеристики ГПТ последовательного и смешанного возбуждения Параллельная работа ГПТ | 2 |
| 13 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Двигатели постоянного тока (ДПТ) | Физические условия работы и уравнения ДПТ Пуск ДПТ Регулирование частоты вращения ДПТ Характеристики ДПТ параллельного возбуждения Характеристики ДПТ последовательного возбуждения | 2 |
| 14 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | Обмотки якоря машин переменного тока | Двухслойные обмотки якоря с целым числом пазов на полюс и фазу Двухслойные обмотки якоря с дробным числом пазов на полюс и фазу Однослойные обмотки Конструктивное исполнение обмоток якоря | 2 |
| 15 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | ЭДС обмоток якоря машин переменного тока | ЭДС обмотки якоря от основной гармоники магнитного поля ЭДС обмотки якоря от высших гармоник магнитного поля Улучшение формы кривой ЭДС | 2 |
| 16 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока | Магнитные поля обмоток якоря машин переменного тока Главные индуктивные сопротивления обмоток переменного тока Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки переменного тока | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| **5 семестр** | | | | |
| 17 | Асинхронные машины | Основы теории асинхронных машин (АМ) | Конструкция и принцип действия АМ с заторможенным ротором Приведение рабочего процесса АМ с вращающимся ротором к рабочему процессу с заторможенным ротором Схемы замещения АМ Режимы работы, энергетические и векторные диаграммы АМ | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 18 | Асинхронные машины | Вращающие моменты и механические характеристики АМ | Основной электромагнитный момент Максимальный электромагнитный момент Пусковой электромагнитный момент Механическая характеристика асинхронного двигателя и эксплуатационные требования к ней | 2 |
| 19 | Асинхронные машины | Пуск асинхронных двигателей (АД) и регулирование их частоты вращения | Способы пуска АД Регулирование частоты вращения АД с короткозамкнутым ротором Регулирование частоты вращения АД с фазным ротором | 2 |
| 20 | Асинхронные машины | АД с улучшенными пусковыми характеристиками | Глубокопазные АД Двухклеточные АД Другие разновидности АД с вытеснением тока | 2 |
| 21 | Синхронные машины | Синхронные генераторы (СГ) | Электромагнитные процессы. Уравнения напряжений Векторные диаграммы СГ Характеристики СГ Векторные диаграммы СГ с учетом насыщения магнитопровода | 2 |
| 22 | Синхронные машины | Параллельная работа синхронных машин | Включение СМ на параллельную работу Режим работы при постоянстве активной мощности Угловые характеристики мощности | 2 |
| 23 | Синхронные машины | Параллельная работа синхронных машин (продолжение) | Режим работы при постоянстве тока возбуждения U-образные характеристики Статическая устойчивость СМ в составе энергосистемы Синхронизирующие мощность и момент Статическая перегружаемость СМ | 2 |
| 24 | Синхронные машины | Синхронные двигатели и компенсаторы | Устройство и принцип действия СД Анализ режимов работы СД Векторные диаграммы СД Синхронные компенсаторы | 2 |
| **Итого за семестр:** | | | | **16** |
| **Итого:** | | | | **48** |

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

| **№ занятия** | **Наименование раздела** | **Тема лабораторного занятия** | **Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов / часов в электронной форме** |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| 1 | Трансформаторы | Исследование однофазного трансформатора | Определение коэффициента трансформации Характеристика холостого хода | 2 |
| 2 | Трансформаторы | Исследование однофазного трансформатора | Характеристика короткого замыкания Внешние характеристики при различном характере нагрузки | 2 |
| 3 | Трансформаторы | Определение групп соединения обмоток трехфазного трансформатора | Определение «0» и «11» групп соединения трехфазного трансформатора | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Трансформаторы | Определение групп соединения обмоток трехфазного трансформатора | Определение четной группы соединения трехфазного трансформатора Определение нечетной группы соединения трехфазного трансформатора | 2 |
| 5 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением | Характеристика холостого хода Характеристика короткого замыкания | 2 |
| 6 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением | Внешняя, регулировочная, нагрузочная характеристики | 2 |
| 7 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения | Рабочая характеристика Естественная механическая характеристика | 2 |
| 8 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения | Искусственная механическая характеристика при пониженном напряжении на якоре Искусственная механическая характеристика при ослабленном потоке возбуждения Искусственная механическая характеристика при добавочном сопротивлении в цепи якоря | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **16** |
| **5 семестр** | | | | |
| 9 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Исследование генератора постоянного тока с самовозбуждением | Регистрация процесса самовозбуждения на виртуальном осциллографе Определение характеристики холостого хода | 2 |
| 10 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Исследование генератора постоянного тока с самовозбуждением | Определение внешней, регулировочной, нагрузочной характеристик | 2 |
| 11 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Двигатель постоянного тока независимого возбуждения | Рабочая характеристика Естественная механическая характеристика | 2 |
| 12 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Двигатель постоянного тока независимого возбуждения | Искусственная механическая характеристика при пониженном напряжении на якоре Искусственная механическая характеристика при ослабленном потоке возбуждения Искусственная механическая характеристика при добавочном сопротивлении в цепи якоря | 2 |
| 13 | Асинхронные машины | Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором | Характеристика холостого хода Характеристика короткого замыкания | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14 | Асинхронные машины | Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором | Рабочая характеристика Естественная и искусственная механические характеристики Опыт «идеального» холостого хода | 2 |
| 15 | Асинхронные машины | Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором | Естественная и искусственная механические характеристики | 2 |
| 16 | Асинхронные машины | Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором | Опыт холостого хода Опыт короткого замыкания | 2 |
| 17 | Синхронные машины | Исследование характеристик синхронного генератора | Характеристика холостого хода Характеристики одно, двух, и трехфазного короткого замыкания | 2 |
| 18 | Синхронные машины | Исследование характеристик синхронного генератора | Внешняя, регулировочная, нагрузочная характеристики при различном характере нагрузки | 2 |
| 19 | Синхронные машины | Определение параметров обмотки якоря синхронного генератора | Определение отношения индуктивных сопротивлений по продольной и поперечной оси | 2 |
| 20 | Синхронные машины | Определение параметров обмотки якоря синхронного генератора | Определение переходных сопротивлений синхронного генератора Определение сверхпереходных сопротивлений синхронного генератора | 2 |
| 21 | Синхронные машины | Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью | Подключение генератора к сети методом точной синхронизации Регулирование активной мощности | 2 |
| 22 | Синхронные машины | Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью | Угловая характеристика Регулирование реактивной мощности и «U»-образная характеристика | 2 |
| 23 | Синхронные машины | Исследование синхронного двигателя | Асинхронный пуск синхронного двигателя Регулирование активной мощности Угловая характеристика | 2 |
| 24 | Синхронные машины | Исследование синхронного двигателя | Регулирование реактивной мощности и «U»-образная характеристика Рабочая характеристика | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **32** |
| | | | **Итого:** | **48** |

## 4.3 Содержание практических занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема практического занятия | Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | | |
| 1 | Трансформаторы | Определение параметров схемы замещения | Определение параметров схемы замещения, приведенных к первичной обмотке Расчет активной и реактивной составляющих напряжения короткого замыкания Определение способа монтажа | 2 |
| 2 | Трансформаторы | Нагрузочный режим работы трансформатора | Расчет и построение внешних характеристик для различного характера нагрузки Определение процентного изменения напряжения в зависимости от коэффициента мощности нагрузки Построение в масштабе приведенной векторной диаграммы | 2 |
| 3 | Трансформаторы | Определение номинальных данных трансформатора по заданной мощности и схеме соединения обмоток | Определение фазных и линейных напряжений и токов Определение коэффициента трансформации Определение схем соединений обмоток трехфазного трансформатора, обеспечивающих заданную группу соединения | 2 |
| 4 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Расчет магнитной цепи МПТ | Определение МДС отдельных участков магнитной цепи Расчет и построение магнитной характеристики | 2 |
| 5 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Расчет и построение схем обмоток якоря МПТ | Построение схемы простой петлевой обмоткиПостроение схемы сложной волновой обмотки | 2 |
| 6 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | Генератор постоянного тока | Построение характеристики холостого хода и характеристического треугольника Графическое определение характеристик ГПТ | 2 |
| 7 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | Обмотки якоря машин переменного тока | Расчет и построение схемы обмотки с целым числом пазов на полюс и фазу Расчет и построение схемы обмотки с дробным числом пазов на полюс и фазу | 2 |
| 8 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | Улучшение формы кривой ЭДС | Способы улучшения кривой ЭДС Расчет коэффициентов укорочения, распределения, скоса для основной и высших гармонических магнитного поля | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | МДС обмотки переменного тока | Построение кривых распределения МДС обмотки переменного тока | 2 |
| 10 | Асинхронные машины | Параметры схемы замещения АД | Расчет параметров холостого хода Определение параметров короткого замыкания | 2 |
| 11 | Асинхронные машины | Вращающие моменты и механические характеристики АМ | Определение начального пускового и максимального моментов Расчет механической характеристики АД по формуле Клосса | 2 |
| 12 | Асинхронные машины | Пуск асинхронных двигателей | Расчет пусковых моментов при различных способах пуска АД Расчет пусковых токов при различных способах пуска АД | 2 |
| 13 | Синхронные машины | Определение параметров обмотки якоря СМ | Определение базисных величин напряжения, тока, сопротивления и мощности Построениетреугольника короткогозамыкания синхронного генератора Вычисление продольного и поперечного синхронных индуктивных сопротивленийненасыщенного СГ | 2 |
| 14 | Синхронные машины | Векторные диаграммы синхронного генератора | Построение векторной диаграммы ЭДС (Блонделя)для номинального режима работы СГ Определениетока возбуждения и повышения напряжения присбросе номинальной нагрузки Расчет«насыщенного»значения продольного синхронного индуктивного сопротивления | 2 |
| 16 | Синхронные машины | Параллельная работа СМ с сетью | ПостроениеU-образной характеристики для генератора, включенного на сеть бесконечно большой мощности | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **30** |
| **5 семестр** | | | | |
| 15 | Синхронные машины | Расчет и построение диаграммы Потье | Построение диаграммы ЭДС и МДС (Потье) синхронного генератора при номинальном напряжении и неизменном значении активной мощности для различного характера нагрузки Построение диаграммы ЭДС и МДС (Потье) синхронного генератора при номинальных значениях напряжения икоэффициента мощности для различной величины нагрузки | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **2** |
| | | | **Итого:** | **32** |

## 4.4. Содержание самостоятельной работы

| Наименование раздела | Вид самостоятельной работы | Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов |
|---|---|---|---|
| **4 семестр** | | | |
| Трансформаторы | подготовка к лабораторным работам | Исследование однофазного трансформатора Определение параметров схемы замещения при холостом ходе Определение параметров схемы замещения при коротком замыкании Расчет и построение внешней характеристики Построение векторной диаграммы для нагрузочного режима работы | 4 |
| Трансформаторы | подготовка к лабораторным работам | Определение групп соединения обмоток трехфазного трансформатора Построение векторной диаграммы (ВД) для «0» группы соединения по опытным данным Построение (ВД) для «11» группы соединения по опытным данным Построение (ВД) для «четной» «нечетной» групп соединения по опытным данным | 4 |
| Трансформаторы | Подготовка к практическим занятиям | Определение параметров схемы замещения Определение параметров схемы замещения, приведенных к первичной обмотке Расчет активной и реактивной составляющих напряжения короткого замыкания Определение способа монтажа | 4 |
| Коллекторные электрические машины постоянного тока | выполнение курсового проекта | Проектирование двигателя постоянного тока | 20 |
| Коллекторные электрические машины постоянного тока | подготовка к лабораторным работам | Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением Построение характеристики холостого хода Построение внешней, регулировочной и нагрузочной характеристик Характеристика короткого замыкания | 4 |
| Коллекторные электрические машины постоянного тока | Подготовка к практическим занятиям | Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения Расчет и построение рабочих характеристик Расчет и построение механических характеристик | 4 |
| Коллекторные электрические машины постоянного тока | Подготовка к экзамену | Изучение теоретического материала | 8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Асинхронные машины | подготовка к практическим занятиям | Вращающие моменты и механические характеристики АМ Расчет и построение естественной и искусственных механических характеристик посредством формулы Клосса Оценка пусковых ии перегрузочных свойств АД по механической характеристике | 5 |
| Асинхронные машины | Подготовка к практическим занятиям | АД с улучшенными пусковыми свойствами Расчет пусковых тока и момента глубокопазных АД Расчет пусковых тока и момента двухклеточных АД | 5 |
| Синхронные машины | Подготовка к практическим занятиям | Определение параметров обмотки якоря СМ Расчет индуктивного сопротивления рассеяния Определение расчетного индуктивного сопротивления | 5 |
| Синхронные машины | Подготовка к практическим занятиям | Векторные диаграммы синхронного генератора Построение векторной диаграммы ЭДС (Блонделя)СГ при перевозбуждении Построение векторной диаграммы ЭДС (Блонделя)СД при недовозбуждении | 5 |
| | | **Итого за семестр:** | **68** |
| | | **5 семестр** | |
| Асинхронные машины | подготовка к лабораторным работам | Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором Расчет и построение характеристик холостого хода Расчет и построение характеристик короткого замыкания Расчет рабочей характеристики •- Естественная и искусственная механические характеристики | 4 |
| Асинхронные машины | подготовка к лабораторным работам | Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором Расчет и построение естественной и искусственных механических характеристик Обработкп результатов опыта холостого хода •- Обработкпрезультатовопыта короткого замыкания | 4 |
| Синхронные машины | подготовка к лабораторным работам | Исследование характеристик синхронного генератора Расчет и построение характеристики холостого хода Расчет и построение характеристик одно, двух, и трехфазного короткого замыкания Расчет и построение внешней, регулировочной, индуктивной нагрузочной характеристик | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Синхронные машины | подготовка к лабораторным работам | Определение параметров обмотки якоря синхронного генератора Определение индуктивного сопротивления по продольной оси из опытов холостого хода и короткого замыкания Определение переходных сопротивлений синхронного генератора расчетным способом Расчет индуктивных сопротивлений токам обратного и нулевого следования фаз •-Построение векторной диаграммы ЭДС и токов (диаграммы Потье) с учетом насыщения | 4 |
| Синхронные машины | подготовка к зачету | Изучение теоретического материала | 5 |
| | | **Итого за семестр:** | **21** |
| | | **Итого:** | **89** |

## 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

| **№ п/п** | **Библиографическое описание** | **Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.) |
|---|---|---|
| Основная литература | | |
| 1 | Вольдек, А.И. Электрические машины : машины перемен.тока:учеб. / А. И. Вольдек, В. В. Попов.- М., Питер, 2010.- 349 с. | Книжный фонд |
| 2 | Галян, Э.Т. Электрические машины переменного тока : учеб.пособие / Э. Т. Галян; Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование.- Самара, 2014.- с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|959 | Электронный ресурс |
| 3 | Галян, Э.Т. Электромеханика.Коллекторные электрические машины постоянного тока : учеб.пособие / Э. Т. Галян; Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование.- Самара, 2011.- 70 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|53 | Электронный ресурс |
| 4 | Зубков, Ю.В. Синхронные электромеханические преобразователи : учебное пособие / Ю. В. Зубков; Самарский государственный технический университет, Электромеханика и автомобильное электрооборудование.- Самара, 2021.- 92 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|5379 | Электронный ресурс |
| 5 | Зубков, Ю.В. Синхронные электромеханические преобразователи. : учеб. пособие / Ю. В. Зубков; Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и нетрадиционная энергетика .- 2-е изд..- Самара, 2013.- 102 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|1090 | Электронный ресурс |
| 6 | Электрические машины : Учеб. для бакалавров / Под ред. И.П.Копылова .- 2-е изд., перераб. и доп..- М., Юрайт, 2012.- 675 с. | Книжный фонд |
| Дополнительная литература | | |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Грачев, П.Ю. Электрические машины : учеб.-метод. пособие / П.Ю. Грачев, Е. В. Стрижакова; Самар.гос.техн.ун-т, Теоретическая и общая электротехника.- Самара, 2016.- 103 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|2411 | Электронный ресурс |
| 8 | Макаричев, Ю.А. Синхронные машины : учеб. пособие / Ю. А. Макаричев, В. Н. Овсянников; Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование.- Самара, 2011.- 152 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|1288 | Электронный ресурс |
| Учебно-методическое обеспечение | | |
| 9 | Асинхронные электромеханические преобразователи : учеб. пособие / Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование; сост. Ю. В. Зубков.- Самара, 2018.- 146 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|3258 | Электронный ресурс |
| 10 | Высоцкий, В.Е. Расчет характеристик и параметров силовых трансформаторов и асинхронных машин : учеб.-метод.пособие / В. Е. Высоцкий, Е. В. Стрижакова; Самар.гос.техн.ун-т, Теоретическая и общая электротехника.- Самара, 2014.- 134 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|1074 | Электронный ресурс |
| 11 | Испытания двигателей постоянного тока : метод. указ. к лаб. работам № 5, 5-1 / Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование; сост. Э. Г. Чеботков.- Самара, 2011.- 75 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|40 | Электронный ресурс |
| 12 | Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование; сост. Ю. В. Зубков .- 2-е изд..- Самара, 2013.- 35 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|2125 | Электронный ресурс |
| 13 | Исследование характеристик синхронного генератора : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Электромеханика и автомобильное электрооборудование; сост. Ю. В. Зубков .- 2-е изд..- Самара, 2013.- 33 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|2126 | Электронный ресурс |
| 14 | Проектирование электрических машин : учеб. / под ред. И. П. Копылова .- 4-е изд., перераб. и доп..- М., Юрайт, 2015.- 767 с. | Книжный фонд |

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

| № п/п | Наименование | Производитель | Способ распространения |
|---|---|---|---|
| 1 | AdobeReader | AdobeSystemsIncorporated (Зарубежный) | Свободно распространяемое |
| 2 | Microsoft Office https: //microsoft. com | Microsoft (Зарубежный) | Лицензионное |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | InternetExplorer | Microsoft (Зарубежный) | Свободно распространяемое |
| 4 | MicrosoftWindows 10 | Microsoft (Зарубежный) | Лицензионное |
| 5 | Opera (интернет-браузер) | OperaSoftware ASA (Зарубежный) | Свободно распространяемое |
| 6 | MathCAD | PTC (Зарубежный) | Лицензионное |
| 7 | Компас-3D | ЗАО АСКОН (Отечественный) | Лицензионное |
| 8 | Электромеханические машины | ИПЦ (Отечественный) | Свободно распространяемое |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование | Краткое описание | Режим доступа |
|---|---|---|---|
| 1 | ANSYS | http://cae-expert.ru/ | Ресурсы открытого доступа |
| 2 | Taylor &Francis Online | www.tandformonline.com | Ресурсы открытого доступа |
| 3 | United States Patent and Trademark Office Бесплатная патентная база | http://patft.uspto.gov/ | Ресурсы открытого доступа |
| 4 | Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ) | http://www.gpntb.ru/win/ntb/ | Ресурсы открытого доступа |
| 5 | Журнал Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки». | http://vestnik-teh.samgtu.ru/ | Ресурсы открытого доступа |
| 6 | Информационный сайт кафедры «Электромеханика и автомобильное электрооборудование» | http://www.em.samgtu.ru. | Ресурсы открытого доступа |
| 7 | Каталог образовательных интернет-ресурсов. Электротехника | http://www.edu.ru/modules.php | Ресурсы открытого доступа |
| 8 | Scopus - база данных рефератов и цитирования | http://www.scopus.com/ | Зарубежные базы данных ограниченного доступа |
| 9 | База данных международных индексов научного цитирования Web of Science | http://www.webofknowledge.com/ | Зарубежные базы данных ограниченного доступа |
| 10 | eLIBRARY.ru | http://www.eLIBRARY.ru/ | Российские базы данных ограниченного доступа |

## 8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления

**образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации

**Практические занятия**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Лабораторные занятия**

Для лабораторных занятий используется аудитория № _16___, оснащенная следующим оборудованием: лабораторные стенды; персональные компьютеры с программным обеспечением.

**Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

### Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом

## занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме

необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## 10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.04.04 «Электромеханика»

**Фонд оценочных средств**
**по дисциплине**
**Б1.О.04.04 «Электромеханика»**

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| **Направленность (профиль)** | Электрические станции |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очная |
| **Год начала подготовки** | 2023 |
| **Институт / факультет** | Электротехнический факультет |
| **Выпускающая кафедра** | кафедра "Электрические станции" |
| **Кафедра-разработчик** | кафедра "Электромеханика и автомобильное электрооборудование" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 252 / 7 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Зачет с оценкой, Экзамен |

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Теоретическая и практическая профессиональная подготовка | ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | Владеть Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов |
| | | | Знать Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов |
| | | | Уметь Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы |

## Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

| Код индикатора достижения компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства | Текущий контроль успеваемости | Промежуточная аттестация |
|---|---|---|---|---|
| **Введение в электромеханику** | | | | |
| ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | **Знать** Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов | экзаменационные билеты | Нет | Да |
| | **Уметь** Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы | | | |
| | **Владеть** Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов | | | |
| **Трансформаторы** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | **Владеть** Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |
| | **Уметь** Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |
| | **Знать** Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов | экзаменационные билеты | Нет | Да |
| **Коллекторные электрические машины постоянного тока** | | | | |
| ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | **Знать** Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов | экзаменационные билеты | Нет | Да |
| | **Уметь** Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |
| | **Владеть** Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |
| **Общие вопросы теории электрических машин переменного тока** | | | | |
| ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | **Знать** Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов | экзаменационные билеты | Нет | Да |
| | **Уметь** Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы | задачи практических занятий | Да | Нет |
| | **Владеть** Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов | задачи практических занятий | Да | Нет |
| **Асинхронные машины** | | | | |
| ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | **Владеть** Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Уметь** Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |
| | **Знать** Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов | Вопросы к зачету | Нет | Да |
| **Синхронные машины** | | | | |
| ОПК-4.4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. | **Знать** Режимы работы и характеристики электрических машин и трансформаторов | Вопросы к зачету | Нет | Да |
| | **Владеть** Методами анализа установившихся режимов работы электрических машин и трансформаторов | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |
| | **Уметь** Выбирать, подключать, эксплуатировать электрические машины и трансформаторы | Задачи практических занятий Отчеты по лабораторным работам | Да | Нет |

**Примеры заданий к практическим занятиям**

**Трансформаторы**

1. Определить фазные и линейные значения напряжений и токов в номинальном режиме. Определить коэффициент трансформации.
2. Вычертить схемы соединения обмоток, обеспечивающие получение заданной группы соединения.
3. Определить параметры схемы замещения, приведенные к первичной обмотке, а также активную и реактивную составляющие напряжения короткого замыкания.

| Мощность $S$, кВа | Потери холостого хода $P_0$, Вт | Потери короткого замыкания $P_K$, Вт | Ток холостого хода $i_0$, % | Напряжение $U_1/U_2$, кВ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 105 | 600 | 3,2 | 10/0,4 | 3/0,525 | 6/0,69 | 10/0,525 | 6/0,4 |
| 40 | 150 | 880 | 3,0 | 10/0,525 | 3/0,69 | 6/0,4 | 10/0,69 | 3/0,525 |
| 63 | 220 | 1280 | 2,8 | 3/0,69 | 10/0,4 | 6/0,525 | 35/0,69 | 20/0,4 |
| 100 | 310 | 1970 | 2,6 | 20/0,69 | 3/0,525 | 10/0,4 | 6/0,4 | 35/0,69 |
| 160 | 460 | 2650 | 2,4 | 20/0,4 | 10/0,525 | 6/0,69 | 35/0,4 | 3/0,69 |
| 400 | 920 | 5550 | 2,1 | 10/0,69 | 20/0,4 | 35/0,525 | 3/0,4 | 6/0,525 |
| 1000 | 2100 | 12200 | 1,4 | 35/11 | 20/3,15 | 6/0,525 | 10/0,69 | 3/0,69 |
| 2500 | 3900 | 25000 | 1,0 | 20/6,3 | 35/3,15 | 3/0,69 | 35/11 | 10/3,15 |
| 4000 | 5450 | 33500 | 1,0 | 35/11 | 20/3,15 | 6/3,15 | 10/0,69 | 3/0,525 |
| 6300 | 7650 | 46500 | 0,9 | 20,11 | 35/6,3 | 10/3,15 | 35/11 | 20/3,15 |

**Асинхронные машины**

1. Построить круговую диаграмму. Рассчитать и построить рабочие характеристики двигателя. Определить номинальный момент и перегрузочную способность двигателя.
2. Определить параметры двигателя в относительных единицах (о/е).

| Номинальная мощность $P_{2N}$, кВт | 4,0 | 7,5 | 10 | 13 | 22 | 30 | 40 | 55 | 75 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальное напряжение $U_Ф/U_Л$, В | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 | 220/380 |
| Активное сопротивление обмотки статора $r_1$, Ом | 1,4 | 0,85 | 0,7 | 0,4 | 0,25 | 0,16 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,03 |
| Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора $x_{σ1}$, Ом | 3,0 | 1,7 | 1,5 | 1,0 | 0,75 | 0,55 | 0,4 | 0,26 | 0,20 | 0,14 |
| Приведенно | 0,8 | 0,5 | 0.4 | 0,25 | 0,15 | 0,11 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,024 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| е активное сопротивление обмотки ротора $r_2^{!}$, Ом (см. табл. П5) | | | | | | | | | | |
| Приведенное индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора $x_{\sigma 2}^{!}$ | 3,5 | 1,9 | 1.5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,53 | 0,38 | 0,24 | 0,20 |
| Ток холостого хода $I_0$, А | 4,5 | 7,0 | 7,5 | 10 | 15 | 21 | 42 | 45 | 45 | 52 |
| Потери холостого хода $p_0$, Вт | 220 | 370 | 460 | 700 | 900 | 1200 | 1800 | 2100 | 2800 | 3300 |
| Потери механические $p_{MEX}$, Вт | 40 | 60 | 70 | 100 | 120 | 150 | 230 | 330 | 450 | 600 |

**Вопросы к отчетам по лабораторным работам**

Поясните последовательность операций, выполняемых при прямом способе пуска в ход асинхронного двигателя.
Как изменить направление вращения асинхронного двигателя?
Как опытным путем определить рабочую характеристику асинхронного двигателя?
Поясните ход графиков рабочей характеристики.
Как опытным путем определить характеристики холостого хода асинхронного двигателя?
Поясните ход характеристик холостого хода двигателя.
Как опытным путем определить характеристики короткого замыкания асинхронного двигателя?
Поясните ход характеристик короткого замыкания двигателя.
Что называется скольжением асинхронной машины и как его определить опытным путем? В каких пределах .изменяется скольжение асинхронного двигателя?
Как определить электрические потери в короткозамкнутой обмотке ротора?
Опишите устройство и элементы конструкции асинхронного двигателя с фазным ротором, преимущества и недостатки этих двигателей в сравнении с двигателями с короткозамкнутым ротором.
Поясните принцип действия двигателя.
Поясните последовательность операций, выполняемых при реостатном пуске двигателя с фазным ротором.
Как опытным путем определить рабочую характеристику асинхронного двигателя? Поясните ход графиков рабочей характеристики.
Опишите порядок проведения опытов холостого хода и короткого замыкания двигателя с фазным ротором. В чем состоит практическая ценность этих опытов?
Как опытным путем определить скольжение двигателя с фазным ротором? Почему оно изменяется при изменении нагрузочного момента?
Опишите порядок построения круговой диаграммы.
Как по круговой диаграмме определить рабочую характеристику двигателя?
Определите из круговой диаграммы перегрузочную способность двигателя.
Определите из круговой диаграммы кратность пускового момента и пускового тока.
Какое скольжение называется критическим и как его определить из круговой диаграммы?
Как изменяются скольжение, частота вращения и КПД двигателя с фазным ротором при введении в цепь ротора добавочного сопротивления?

**Темы курсовых работ**

Курсовая работа выполняется на тему «Проектирование электромеханического преобразователя». Варианты тем приведены ниже

1. Проектирование двигателя постоянного тока независимого возбуждения
2. Проектирование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения
3. Проектирование силового трехфазного трансформатора
4. Проектирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
5. Проектирование асинхронного двигателя с фазным ротором
6. Проектирование синхронного генератора

**Вопросы к экзамену**

1. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Понятия и определения в электромеханике
2. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Виды и режимы работы электромеханических преобразователей (ЭМП)
3. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Основные законы преобразования энергии в индуктивных вращающихся машинах
4. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Упрощенная физическая модель ЭМП и механизм преобразования энергии
5. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Принципы преобразования энергии
6. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Структура ЭМП и основные процессы в его конструктивных элементах.
7. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Вопросы экологии
8. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Потери энергии и КПД ЭМП
9. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Нагревание и охлаждение ЭМП
10. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Режимы работы ЭМП
11. Основные сведения о трансформаторах. Конструкция силовых трансформаторов
12. Основные сведения о трансформаторах. Магнитопроводы и обмотки силовых трансформаторов
13. Основные сведения о трансформаторах. Типы трансформаторов и способы их охлаждения
14. Основные сведения о трансформаторах. Принцип действия и уравнения идеального трансформатора
15. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Индуктивности обмоток трансформатора
16. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Уравнения напряжений
17. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Приведение вторичной обмотки к первичной
18. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Схема замещения без учета магнитных потерь
19. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Параметры схемы замещения
20. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Схема замещения с учетом магнитных потерь
21. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и ее параметры. Расчетное и опытное определение параметров схемы замещения
22. Работа трансформатора под нагрузкой. Физические условия работы. Векторные и энергетические диаграммы
23. Работа трансформатора под нагрузкой. Изменение напряжения трансформатора
24. Работа трансформатора под нагрузкой. Регулирование напряжения трансформатора
25. Работа трансформатора под нагрузкой. Коэффициент полезного действия трансформатора
26. Параллельная работа трансформаторов. Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов
27. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
28. Параллельная работа трансформаторов. Параллельная работа при различных группах соединения
29. Параллельная работа трансформаторов. Параллельная работа при неодинаковых коэффициентах трансформации
30. Параллельная работа трансформаторов. Параллельная работа при различных напряжениях короткого замыкания
31. Устройство, принцип действия, магнитная цепь машины постоянного тока (МПТ) при холостом ходе. Конструкция и принцип действия МПТ
32. Устройство, принцип действия, магнитная цепь МПТ при холостом ходе. Метод расчета магнитной цепи
33. Устройство, принцип действия, магнитная цепь МПТ при холостом ходе. Магнитное поле и магнитодвижущая сила (МДС) воздушного зазора
34. Устройство, принцип действия, магнитная цепь МПТ при холостом ходе. Магнитное поле и МДС зубцовой зоны
35. Устройство, принцип действия, магнитная цепь МПТ при холостом ходе. Магнитное поле и МДС сердечника якоря, полюсов и ярма
36. Устройство, принцип действия, магнитная цепь МПТ при холостом ходе. Полная МДС и магнитная характеристика МПТ
37. Обмотки якоря машин постоянного тока. Устройство обмоток
38. Обмотки якоря машин постоянного тока. Петлевые обмотки простые и сложные
39. Обмотки якоря машин постоянного тока. Волновые обмотки простые и сложные

40. Обмотки якоря машин постоянного тока. Комбинированная обмотка
41. Обмотки якоря машин постоянного тока. Условия симметрии. Выбор типа обмотки
42. Основные электромагнитные соотношения в МПТ.ЭДС якоря
43. Основные электромагнитные соотношения в МПТ. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность
44. Основные электромагнитные соотношения в МПТ. Электромагнитные нагрузки
45. Магнитное поле МПТ при нагрузке. Реакция якоря и ее виды
46. Магнитное поле МПТ при нагрузке. Влияние реакции якоря на магнитное поле машины. МДС поперечной реакции якоря
47. Магнитное поле МПТ при нагрузке. Учет размагничивающего действия поперечной реакции якоря
48. Магнитное поле МПТ при нагрузке. Определение продольной МДС реакции якоря при сдвиге щеток
49. Магнитное поле МПТ при нагрузке. Компенсационная обмотка
50. Коммутация электрических машин постоянного тока. Потенциальное искрение на коллекторе
51. Коммутация электрических машин постоянного тока. ЭДС в коммутируемой секции
52. Коммутация электрических машин постоянного тока. Способы улучшения коммутации
53. Коммутация электрических машин постоянного тока. Коммутационная реакция якоря
54. Коммутация электрических машин постоянного тока. Экспериментальная проверка и наладка
55. коммутации
56. Генераторы постоянного тока (ГПТ). Классификация ГПТ по способу возбуждения
57. Генераторы постоянного тока. ГПТ независимого возбуждения. Физические условия работы, характеристики
58. Генераторы постоянного тока. ГПТ параллельного возбуждения. Физические условия работы, характеристики
59. Генераторы постоянного тока. ГПТ последовательного и смешанного возбуждения
60. Генераторы постоянного тока. Параллельная работа ГПТ
61. Двигатели постоянного тока. Физические условия работы и уравнения ДПТ
62. Двигатели постоянного тока. Пуск ДПТ
63. Двигатели постоянного тока. Регулирование частоты вращения ДПТ
64. Двигатели постоянного тока. Характеристики ДПТ параллельного возбуждения
65. Двигатели постоянного тока. Характеристики ДПТ последовательного возбуждения
66. Обмотки якоря машин переменного тока. Двухслойные обмотки якоря с целым числом пазов на полюс и фазу
67. Обмотки якоря машин переменного тока. Двухслойные обмотки якоря с дробным числом пазов на полюс и фазу
68. Обмотки якоря машин переменного тока. Однослойные обмотки
69. Обмотки якоря машин переменного тока. Конструктивное исполнение обмоток якоря
70. ЭДС обмоток якоря машин переменного тока. ЭДС обмотки якоря от основной гармоники магнитного поля
71. ЭДС обмоток якоря машин переменного тока. ЭДС обмотки якоря от высших гармоник магнитного поля
72. ЭДС обмоток якоря машин переменного тока. Улучшение формы кривой ЭДС
73. Магнитодвижущие силы обмоток якоря машин переменного тока. МДС фазы обмотки
74. Магнитодвижущие силы обмоток якоря машин переменного тока. МДС многофазных обмоток
75. Магнитодвижущие силы обмоток якоря машин переменного тока. Графический метод анализа МДС обмотки
76. Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока. Магнитные поля
77. обмоток якоря
78. Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока. Главные индуктивные сопротивления обмоток переменного ток

79. Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока. Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки переменного тока

**Вопросы к зачету**

1. Основы теории асинхронных машин (АМ). Конструкция и принцип действия
2. Основы теории асинхронных машин. АМ с заторможенным ротором
3. Основы теории асинхронных машин. Приведение рабочего процесса АМ с вращающимся ротором к рабочему процессу с заторможенным ротором
4. Основы теории асинхронных машин. Схемы замещения АМ
5. Основы теории асинхронных машин. Режимы работы, энергетические и векторные

диаграммы АМ
6. Вращающие моменты и механические характеристики АМ. Основной электромагнитный момент

7. Вращающие моменты и механические характеристики АМ. Максимальный электромагнитный момент
8. Вращающие моменты и механические характеристики АМ. Механическая характеристика асинхронного двигателя и эксплуатационные требования к ней
9. Вращающие моменты и механические характеристики АМ. Расчет механической характеристики АД по формуле Клосса
10. Пуск асинхронных двигателей (АД) и регулирование их частоты вращения. Способы пуска
11. Пуск АД и регулирование их частоты вращения. Регулирование частоты вращения АД с короткозамкнутым ротором
12. Пуск АД и регулирование их частоты вращения. Регулирование частоты вращения АД с фазным ротором
13. АД с улучшенными пусковыми характеристиками. Глубокопазные АД
14. АД с улучшенными пусковыми характеристиками. Двухклеточные АД
15. Параметры схемы замещения АД. Расчет параметров холостого хода
16. Параметры схемы замещения АД. Определение параметров короткого замыкания
17. Магнитные поля и параметры СМ. Магнитное поле и параметры обмотки возбуждения
18. Магнитные поля и параметры СМ. Магнитное поле и параметры обмотки якоря
19. Магнитные поля и параметры СМ. Приведение параметров СМ
20. Синхронные генераторы (СГ). Электромагнитные процессы. Уравнения напряжений
21. Синхронные генераторы. Векторные диаграммы СГ
22. Синхронные генераторы. Характеристики СГ
23. Синхронные генераторы. Векторные диаграммы СГ с учетом насыщения магнитопровода
24. Параллельная работа синхронных машин. Включение СМ на параллельную работу
25. Параллельная работа синхронных машин. Режим работы при постоянстве активной мощности
26. Параллельная работа синхронных машин. Угловые характеристики мощности
27. Параллельная работа синхронных машин. Режим работы при постоянстве тока возбуждения
28. Параллельная работа синхронных машин. U-образные характеристики
29. Параллельная работа синхронных машин. Статическая устойчивость СМ в составе энергосистемы
30. Параллельная работа синхронных машин. Синхронизирующие мощность и момент
31. Параллельная работа синхронных машин. Статическая перегружаемость СМ
32. Синхронные двигатели и компенсаторы. Устройство и принцип действия СД
33. Синхронные двигатели и компенсаторы. Анализ режимов работы СД
34. Синхронные двигатели и компенсаторы. Векторные диаграммы СД
35. Синхронные двигатели и компенсаторы. Синхронные компенсаторы
36. Пуск асинхронных двигателей. Расчет пусковых моментов при различных способах пуска АД
37. Пуск асинхронных двигателей. Расчет пусковых токов при различных способах пуска АД
38. Определение параметров обмотки якоря СМ. Определение базисных величин напряжения, тока, сопротивления и мощности
39. Определение параметров обмотки якоря СМ. Построение треугольника короткого замыкания синхронного генератора
40. Определение параметров обмотки якоря СМ. Вычисление продольного и поперечного синхронных индуктивных сопротивлений ненасыщенного СГ
41. Векторные диаграммы синхронного генератора. Построение векторной диаграммы ЭДС (Блонделя) для номинального режима работы СГ
42. Векторные диаграммы синхронного генератора. Определение тока возбуждения и повышения напряжения при сбросе номинальной нагрузки
43. Векторные диаграммы синхронного генератора. Расчет «насыщенного» значения продольного синхронного индуктивного сопротивления

**Тесты по компетенциям**

**Дисциплина Б1.О.04.04** Электромеханика

(шифр и наименование дисциплины)

| № задания | Содержание задания | Ключ к ответу | Наименование темы РПД | Семестр |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | | | | |
| 1. | **Добавочные полюса в МПТ служат для:**<br>1. Компенсации реакции якоря<br>2. Уменьшения потока главных полюсов.<br>3. Возможности сделать двигатель многоскоростным.<br>4. Для улучшения коммутации. | 1, 2 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | 4 |
| 2. | **Щетки в машинах постоянного тока изготавливают из**<br>1. Углеграфита<br>2. Меди<br>3. Алюминия<br>4. Электротехнической стали | 1 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | 4 |
| 3. | **Напряжение генератора постоянного тока зависит от:**<br>1. Тока в обмотке возбуждения.<br>2. cos нагрузки.<br>3. Тока якоря.<br>4. От скорости вращения | 1,3,4 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | 4 |
| 4. | **Для увеличения частоты вращения ДПТ с параллельным возбуждением нужно:**<br>1. Увеличить сопротивление регулировочного реостата в цепи возбуждения.<br>2. Уменьшить сопротивление регулировочного реостата в цепи возбуждения<br>3. Увеличить ток возбуждения.<br>4. Отключить регулировочный реостат в цепи возбуждения | 1 | Коллекторные электрические машины постоянного тока | 4 |
| 5. | **Стандартом предусмотрены группы соединения трансформаторов**<br>1. Только нечетные.<br>2. Только четные.<br>3. Y/$\Delta$-11, $\Delta$/Y-11<br>4. Y/$\Delta$-0, Y/Y-11, $\Delta$/Y-0 | 3 | Трансформаторы | 4 |
| 6. | **В трансформаторе от нагрузки зависят**<br>1. Потери холостого хода.<br>2. Электрические в первичной обмотке. | 2,3 | Трансформаторы | 4 |

| № задания | Содержание задания | Ключ к ответу | Наименование темы РПД | Семестр |
|---|---|---|---|---|
| | 3. Электрические во вторичной обмотке<br>4. Механические | | | |
| 7. | **С какой целью выполняют обмотки переменного тока с укорочением шага?**<br>1. Для увеличения частоты вращения ротора.<br>2. С целью экономии расхода меди.<br>3. Для улучшения формы кривой индукции в воздушном зазоре.<br>4. Для повышения коэффициента мощности. | 2,3 | Общие вопросы теории электрических машин переменного тока | 4 |
| 8. | **Как увеличить пусковой момент асинхронного двигателя с фазным ротором?**<br>1. При пуске замкнуть обмотку ротора накоротко<br>2. Разомкнуть обмотку ротора<br>3. Включить в цепь ротора активное сопротивление<br>4. Включить в цепь ротора индуктивное сопротивление | 3 | Асинхронные машины | 5 |
| 9. | **Линейные напряжение сети 380 В. В паспорте двигателя указано $U_1$ = 220/380 В. Как соединить обмотку статора?**<br>1. В «треугольник»<br>2. В «звезду»<br>3. В «разомкнутый треугольник»<br>4. В «зигзаг» | 2 | Асинхронные машины | 5 |
| 10. | **Что произойдет, если момент приводного двигателя синхронного генератора, работающего параллельно с мощной сетью по какой-либо причине, станет равен 0?**<br>1. Агрегат остановится<br>2. Синхронная машина будет работать двигателем в режиме холостого хода<br>3. Синхронный генератор выйдет из синхронизма<br>4. Синхронная машина перейдет в асинхронный режим | 2 | Синхронные машины | 5 |