

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Электротехнологические машины и оборудование

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Насибуллин Р.Т. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), nasibullin.ramil@mail.ru

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

электрические и неэлектрические величины, измеряемые при эксплуатации электрических машин и электроприводов.

Должен уметь:

проводить расчеты электрических и неэлектрических величин при решении задач в области электрических машин и электроприводов.

Должен владеть:

знаниями об электрических и неэлектрических величинах, характеризующих работу электрических машин и электроприводов.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2, 3 курсах в 4, 5 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных(ые) единиц(ы) на 360 часа(ов).

Контактная работа - 126 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 198 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре; зачет в 5 семестре.

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

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения об электрических машинах.	4	8	8	0	26
2.	Тема 2. Трансформаторы.	4	8	8	4	30
3.	Тема 3. Электрические машины переменного тока.	4	10	10	4	35
4.	Тема 4. Электрические машины постоянного тока.	4	10	10	10	35

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Общие сведения об электроприводе. Механика электропривода.	5	2	0	0	18
6.	Тема 6. Электроприводы постоянного тока.	5	6	0	8	18
7.	Тема 7. Электроприводы переменного тока.	5	6	0	6	18
8.	Тема 8. Элементы систем управления электроприводом. Проектирование электроприводов.	5	4	0	4	18
	Итого		54	36	36	198

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Общие сведения об электрических машинах.

Классификация электрических машин. Принцип действия электрической машины и трансформатора. Электромеханическое преобразование энергии. Правило правой руки. Правило левой руки. Материалы, применяемые для трансформаторов и электрических машин. Нагревание и охлаждение в электрических машинах. Классы изоляции обмоток.

### Тема 2. Трансформаторы.

Основные сведения. Принцип действия. Основные уравнения приведенного трансформатора, векторная диаграмма. Схема замещения трансформатора. опыты холостого хода и короткого замыкания. Работа трансформатора при нагрузке. Магнитные системы трехфазных трансформаторов. Основные схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Особенности устройства и рабочего процесса в автотрансформаторе. Сварочные трансформаторы.

### Тема 3. Электрические машины переменного тока.

Конструкция и принцип работы асинхронной машины. Короткозамкнутые и фазные обмотки ротора. Основные уравнения приведенной асинхронной машины. Схемы замещения. Физическая сущность параметров схемы замещения. Регулирование частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором. Естественные и искусственные механические характеристики. Способы реверса и торможения асинхронного двигателя. Конструкция и принцип действия синхронной машины. Явнополюсные и неявнополюсные синхронные машины. Синхронные генераторы, работа на симметричную нагрузку. Основные уравнения электрического равновесия и векторные диаграммы. Основные характеристики синхронного генератора, работающего на симметричную нагрузку.

### Тема 4. Электрические машины постоянного тока.

Генераторы постоянного тока, их классификация по способу возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов параллельного и смешанного возбуждения. Энергетическая диаграмма. Уравнение электродвижущей силы, электромагнитный момент. Основные характеристики генераторов независимого возбуждения и самовозбуждения. Основные уравнения двигателя. Способы пуска двигателей постоянного тока. Механическая и скоростная характеристики двигателей с различным способом возбуждения. Способы регулирования частоты вращения двигателя, пределы регулирования.

### Тема 5. Общие сведения об электроприводе. Механика электропривода.

Структурная схема и состав электропривода. Основные параметры структурных элементов электроприводов. Классификация электроприводов: по назначению, по связи с механической системой, по типу механической системы, по роду тока, по типу электродвигателя, по виду преобразователя, по уровню автоматизации, по степени управляемости. Общие требования к электроприводе. Кинематические схемы механических частей электроприводов. Моменты сопротивления исполнительных механизмов электроприводов. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции к валу двигателя. Механические характеристики электроприводов. Жесткость механической характеристики. Уравнение движения электропривода.

### Тема 6. Электроприводы постоянного тока.

Электропривод постоянного тока. Электромеханические (скоростные) и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Пуск, торможение и регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Расчет переходных процессов пуска и торможения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

### Тема 7. Электроприводы переменного тока.

Электроприводы переменного тока. Электромеханические и механические характеристики трехфазного асинхронного электродвигателя. Пуск, торможение и регулирование скорости трехфазного асинхронного электродвигателя. Расчет переходных процессов пуска и торможения трехфазного асинхронного электродвигателя.

### Тема 8. Элементы систем управления электроприводом. Проектирование электроприводов.

Обратные связи в электроприводе. Датчики обратных связей по напряжению, тока, угловой скорости вращения. Отрицательная обратная связь по напряжению. Отрицательная обратная связь по угловой скорости. Положительная обратная связь по току электродвигателя. Отрицательная обратная связь по току электродвигателя. Порядок проектирования электропривода. Характер нагрузки и тепловые режимы работы электропривода. Продолжительный режим, кратковременный режим, повторно-кратковременный режим. Расчет мощности электродвигателя. Метод средних потерь, метод эквивалентного тока, метод эквивалентного момента, метод эквивалентной мощности.

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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

#### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ОПК-5	3. Электрические машины переменного тока.
2	Контрольная работа	ОПК-5	4. Электрические машины постоянного тока.
3	Лабораторные работы	ОПК-5	2. Трансформаторы. 3. Электрические машины переменного тока. 4. Электрические машины постоянного тока.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-5	
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ОПК-5	6. Электроприводы постоянного тока.
2	Контрольная работа	ОПК-5	7. Электроприводы переменного тока.
3	Лабораторные работы	ОПК-5	6. Электроприводы постоянного тока. 7. Электроприводы переменного тока. 8. Элементы систем управления электроприводом. Проектирование электроприводов.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	<b>Зачет</b>	ОПК-5	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 4

#### Текущий контроль

#### 1. Письменная работа

##### Тема 3

Задание: выбрать основные параметры двигателя, выполнить расчет обмоток статора и ротора.

Варианты заданий:

1.  $P=11,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,86$ ; КПД=0,875;  $n=3000$  об/мин
2.  $P=15,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,91$ ; КПД=0,88;  $n=3000$  об/мин
3.  $P=18,5$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,92$ ; КПД=0,885;  $n=3000$  об/мин
4.  $P=22,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,91$ ; КПД=0,885;  $n=3000$  об/мин
5.  $P=11,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,82$ ; КПД=0,865;  $n=1500$  об/мин
6.  $P=15,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,87$ ; КПД=0,875;  $n=1500$  об/мин
7.  $P=18,5$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,90$ ; КПД=0,85;  $n=1500$  об/мин
8.  $P=22,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,92$ ; КПД=0,89;  $n=1000$  об/мин
9.  $P=11,0$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,84$ ; КПД=0,85;  $n=1000$  об/мин
10.  $P=18,5$  кВт;  $\cos(\varphi)=0,82$ ; КПД=0,85;  $n=1000$  об/мин

#### 2. Контрольная работа

##### Тема 4

Задание: выбрать главные размеры двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, выполнить расчет обмотки и пазов якоря.

Варианты заданий:

1.  $P=1$  кВт;  $U=110$  В;  $n_{ном}=3000$  об/мин;  $h=90$  мм
2.  $P=1$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=3000$  об/мин;  $h=90$  мм
3.  $P=2$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=3000$  об/мин;  $h=100$  мм
4.  $P=2,5$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=2200$  об/мин;  $h=112$  мм
5.  $P=3,6$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=3000$  об/мин;  $h=112$  мм
6.  $P=5,3$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=3000$  об/мин;  $h=112$  мм
7.  $P=7$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=2240$  об/мин;  $h=132$  мм
8.  $P=7$  кВт;  $U=440$  В;  $n_{ном}=2240$  об/мин;  $h=132$  мм
9.  $P=10,5$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=3000$  об/мин;  $h=132$  мм
10.  $P=14$  кВт;  $U=220$  В;  $n_{ном}=3150$  об/мин;  $h=132$  мм



### 3. Лабораторные работы

Темы 2, 3, 4

Лабораторная работа 1. Испытание однофазного трансформатора.

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Объяснить, почему магнитный поток трансформатора практически не зависит от нагрузки? Что определяет величину по-тока?
2. Почему при увеличении тока во вторичной обмотке растет ток в первичной обмотке? Как при этом изменяются потоки рассеяния?
3. Потери трансформатора. Зависимость их от величины нагрузки; опытное определение.
4. Какого назначение опыта холостого хода?
5. Какого назначение опыта короткого замыкания?
6. Что называется коэффициентом загрузки трансформатора? При каких условиях КПД достигает максимального значения?
7. Как определяется КПД трансформатора? При каких условиях КПД достигает максимального значения?
8. Что называется внешней характеристикой трансформатора? Как определяется величина изменения вторичного напряжения?

Лабораторная работа 2. Исследование трехфазного асинхронного двигателя.

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Объясните устройство, назначение основных конструктивных элементов и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
2. Почему сердечники статора набираются из отдельных изолированных друг от друга пластин магнитомягкого ферромагнитного материала?
3. как проводится маркировка выводов фазных обмоток статора?
4. Какие существуют схемы соединения обмоток статора? Чем обусловлен выбор той или иной схемы включения АД?
5. Почему пусковой ток асинхронного короткозамкнутого двигателя больше тока при установившейся частоте вращения ротора?
6. Перечислите способы уменьшения пусковых токов асинхронных короткозамкнутых двигателей. Дайте им краткую характеристику.
7. Перечислите способы регулирования частоты вращения асинхронных короткозамкнутых двигателей. Дайте им краткую характеристику.
8. Как рассчитать номинальный момент асинхронного двигателя по его паспортным данным?
9. Как изменится вращающий момент асинхронного двигателя если напряжение на статорной обмотке уменьшится на 10%?
10. Что такое перегрузочная способность асинхронного двигателя?
11. Почему при недогрузке асинхронный двигатель работает с малым значением коэффициента мощности?
12. Как изменить направление вращения ротора асинхронного двигателя?
13. В чём сущность метода непосредственной нагрузки при исследовании асинхронного двигателя?
14. Какие характеристики асинхронного двигателя называются рабочими? Объясните характер полученных зависимостей.

Лабораторная работа 3. Исследование генератора постоянного тока.

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Каковы условия самовозбуждения генератора постоянного тока с параллельным возбуждением?
2. При каких условиях и как снимается характеристика холостого хода генератора постоянного тока с параллельным возбуждением?
3. Объясните характер полученной характеристики холостого хода.
4. Что такое внешняя характеристика и при каких условиях она снимается?
5. Почему при увеличении нагрузки напряжение на зажимах генератора с параллельным возбуждением уменьшается?
6. Что представляет собой регулировочная характеристика и при каких условиях она снимается?
7. Какая из электрических величин генератора подлежит регулированию при снятии регулировочной характеристики?
8. Почему регулировочная характеристика при увеличении нагрузки имеет возрастающий характер?
9. Напишите уравнения для ЭДС обмотки якоря и напряжения на зажимах генератора.
10. Какая по характеру ЭДС наводится в обмотке якоря генератора постоянного тока?

Лабораторная работа 4. Исследование двигателя постоянного тока.

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. От каких величин зависит частота вращения якоря двигателя постоянного тока?
2. От чего зависит ЭДС двигателя и ее роль?

3. Назовите известные Вам способы регулирования частоты вращения якоря двигателя постоянного тока.
4. Как происходит процесс саморегулирования момента двигателя постоянного тока при изменении нагрузки на валу?
5. Какой режим работы двигателя можно назвать режимом короткого замыкания?
6. В какую сторону от номинальной можно регулировать частоту вращения двигателя путем изменения тока в его обмотке возбуждения?
7. От каких факторов зависит величина и направление электромагнитного момента, развиваемого двигателем постоянного тока?
8. Напишите условия равновесия моментов в установившемся режиме работы двигателя.
9. Назовите составляющие потерь мощности в двигателе.
10. Какие преимущества и недостатки имеют двигатели параллельного возбуждения?
11. Объясните устройство и назначение коллектора и щеток в двигателе постоянного тока.
12. Объясните назначение главных и добавочных полюсов.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Классификация электрических машин.
2. Электромеханическое преобразование энергии.
3. Материалы, применяемые в электрических машинах.
4. Конструкция и принцип действия однофазного трансформатора.
5. Холостой ход трансформатора: уравнение электрического состояния, схема замещения и векторная диаграмма.
6. Работа трансформатора под нагрузкой. Уравнения электрического состояния, векторная диаграмма, схема замещения, параметры схемы замещения трансформатора.
7. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
8. Аварийное короткое замыкание и опыт короткого замыкания однофазного трансформатора. Основные уравнения и векторная диаграмма.
9. Трехфазные трансформаторы. Устройство, режимы работы.
10. Схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.
11. Сварочные трансформаторы: устройство, принцип действия, назначение. Внешние характеристики сварочных трансформаторов.
12. Назначение автотрансформаторов. Особенности конструкции и работы автотрансформаторов, их достоинства и недостатки.
13. Конструкция трехфазной асинхронной машины переменного тока.
14. Особенности конструкций асинхронных машин с короткозамкнутым и фазным ротором. Отличия, достоинства и недостатки.
15. Получение вращающегося магнитного поля статора в трехфазных машинах переменного тока.
16. Принцип действия трехфазной асинхронной машины.
17. Электромагнитный момент асинхронной машины.
18. Частота вращения асинхронной машины. Скольжение.
19. Механическая характеристика асинхронной машины.
20. Пуск трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором.
21. Тормозные режимы работы асинхронного двигателя.
22. Рабочие характеристики трехфазного асинхронного двигателя.
23. Конструкция и принцип действия однофазного асинхронного двигателя.
24. Пуск однофазного асинхронного двигателя и его характеристики.
25. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
26. Динамическое торможение асинхронного двигателя.
27. Механические характеристики асинхронного двигателя в двигательном и тормозном режимах.
28. Схема замещения асинхронной машины, векторная диаграмма, параметры схемы замещения.
29. Потери и КПД в асинхронной машине.
30. Конструкция и принцип действия синхронной машины.
31. Основные характеристики синхронного генератора.
32. Устройство и принцип действия синхронного двигателя. Вывод зависимости электромагнитного момента от нагрузки.
33. Электромагнитный момент синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей.
34. Угловая и механическая характеристики синхронного двигателя.
35. Реакция якоря синхронной машины.
36. У-образные характеристики синхронного двигателя.
37. Параллельная работа синхронных генераторов. Необходимые условия для включения синхронного генератора на параллельную работу.
38. Синхронный компенсатор.
39. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.

40. Роль щеточно-коллекторного узла в процессе преобразования энергии (пояснить графиками ЭДС).
41. Классификация машин постоянного тока.
42. Уравнения электрического состояния машины постоянного тока в двигательном и генераторном режимах.
43. Электродвижущая сила якоря машины постоянного тока.
44. Создание вращающего момента машины постоянного тока.
45. Петлевые обмотки якоря.
46. Волновые обмотки якоря.
47. Уравнительные соединения обмотки якоря.
48. Комбинированная обмотка якоря.
49. Выбор типа обмотки якоря.
50. Магнитная цепь машины постоянного тока.
51. Реакция якоря машины постоянного тока.
52. Способы устранения вредного влияния реакции якоря.
53. Коммутация в машинах постоянного тока. Причины, вызывающие искрение на коллекторе.
54. Прямолинейная и криволинейная коммутация в машине постоянного тока.
55. Способы улучшения коммутации в машине постоянного тока.
56. Генератор постоянного тока. Основные уравнения и характеристики.
57. Генератор постоянного тока независимого возбуждения.
58. Генератор постоянного тока параллельного возбуждения.
59. Генератор постоянного тока смешанного возбуждения.
60. Двигатель постоянного тока. Основные уравнения и характеристики.
61. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения.
62. Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения.
63. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения.
64. Двигатель постоянного тока смешанного возбуждения.
65. Способы регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока (пояснить механическими характеристиками).
66. Тормозные режимы работы двигателей постоянного тока (пояснить схемами и механическими характеристиками).
67. Способы пуска двигателя постоянного тока.
68. Потери мощности и КПД машин постоянного тока.

## **Семестр 5**

### **Текущий контроль**

#### **1. Письменная работа**

##### **Тема 6**

Задание: рассчитать и построить естественную и искусственные характеристики двигателя электропривода при реостатном пуске, динамическом торможении и торможении противовключением.

Варианты заданий:

1. Тип двигателя 2ПБ160МУХЛ4,  $P=2,1$  кВт,  $U=220$  В,  $n=750$  об/мин;
2. Тип двигателя 2ПН160МУХЛ4,  $P=3$  кВт,  $U=110$  В,  $n=750$  об/мин;
3. Тип двигателя 2ПН160МУХЛ4,  $P=3$  кВт,  $U=220$  В,  $n=750$  об/мин;
4. Тип двигателя 2ПФ160МУХЛ4,  $P=4,2$  кВт,  $U=110$  В,  $n=800$  об/мин;
5. Тип двигателя 2ПН180МУХЛ4,  $P=8$  кВт,  $U=110$  В,  $n=1000$  об/мин;
6. Тип двигателя 2ПН180ЛМУХЛ4,  $P=10$  кВт,  $U=220$  В,  $n=1000$  об/мин;
7. Тип двигателя 2ПН200МУХЛ4,  $P=13$  кВт,  $U=440$  В,  $n=1000$  об/мин;
8. Тип двигателя 2ПН200ЛУХЛ4,  $P=30$  кВт,  $U=440$  В,  $n=1600$  об/мин;
9. Тип двигателя 2ПН180ЛУХЛ4,  $P=18,5$  кВт,  $U=440$  В,  $n=1600$  об/мин;
10. Тип двигателя 2ПБ160МУХЛ4,  $P=7,1$  кВт,  $U=440$  В,  $n=3000$  об/мин;

#### **2. Контрольная работа**

##### **Тема 7**

Задание: рассчитать и построить переходные динамические характеристики (зависимости тока, момента и скорости вращения) двигателя электропривода при реостатном пуске, динамическом торможении и торможении противовключением.

Варианты заданий:

1. Тип двигателя 2ПБ160МУХЛ4,  $P=2,1$  кВт,  $U=220$  В,  $n=750$  об/мин;
2. Тип двигателя 2ПН160МУХЛ4,  $P=3$  кВт,  $U=110$  В,  $n=750$  об/мин;
3. Тип двигателя 2ПН160МУХЛ4,  $P=3$  кВт,  $U=220$  В,  $n=750$  об/мин;
4. Тип двигателя 2ПФ160МУХЛ4,  $P=4,2$  кВт,  $U=110$  В,  $n=800$  об/мин;
5. Тип двигателя 2ПН180МУХЛ4,  $P=8$  кВт,  $U=110$  В,  $n=1000$  об/мин;
6. Тип двигателя 2ПН180ЛМУХЛ4,  $P=10$  кВт,  $U=220$  В,  $n=1000$  об/мин;
7. Тип двигателя 2ПН200МУХЛ4,  $P=13$  кВт,  $U=440$  В,  $n=1000$  об/мин;

8. Тип двигателя 2ПН200ЛУХЛ4,  $P=30$  кВт,  $U=440$  В,  $n=1600$  об/мин;
9. Тип двигателя 2ПН180ЛУХЛ4,  $P=18,5$  кВт,  $U=440$  В,  $n=1600$  об/мин;
10. Тип двигателя 2ПБ160МУХЛ4,  $P=7,1$  кВт,  $U=440$  В,  $n=3000$  об/мин;

### 3. Лабораторные работы

Темы 6, 7, 8

Лабораторная работа 1. Основные характеристики и принципы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Назовите наиболее эффективные способы регулирования угловой скорости ДПТ с НВ?
2. Начертите схему реостатного пуска и регулирования угловой скорости ДПТ с НВ?
3. Укажите основные недостатки реостатного пуска и регулирования угловой скорости двигателя постоянного тока.
4. Способы пуска и регулирования угловой скорости ДПТ с НВ.
5. Вид естественной механической характеристики ДПТ с НВ.
6. Вид механических характеристик ДПТ с НВ при регулировании угловой скорости изменением якорного напряжения.
7. Какие параметры определяют модуль жесткости механической характеристики?
8. Регулирование угловой скорости двигателя ДПТ с НВ во второй зоне регулирования.
9. Укажите причины снижения угловой скорости ДПТ с НВ при увеличении нагрузки.
10. Какие механические характеристики ДПТ с НВ называют искусственными?

Лабораторная работа 2. Режимы работы и характеристики торможения двигателя постоянного тока

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Назовите способы торможения ДПТ с НВ?
2. Как осуществляется динамическое торможение ДПТ с НВ?
3. В какую сторону вращается якорь ДПТ в режиме рекуперативного торможения?
4. Как осуществляется режим тормозного спуска?
5. Как осуществляется режим рекуперативного торможения?
6. От чего зависит величина броска тока при динамическом торможении ?
7. Почему при торможении противовключением необходимо в цепь якоря включать большое сопротивление?
8. Постройте механические характеристики ДПТ с НВ в четырех квадрантах.
9. Перечислите достоинства и недостатки известных вам способов торможения ДПТ с НВ?
10. От чего зависит время торможения при динамическом торможении?

Лабораторная работа 3. Асинхронный электропривод с частотным управлением

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Достоинства и недостатки частотного регулирования скорости вращения.
2. С какой целью при частотном управлении регулируется напряжение, подводимое к статору двигателя?
3. Какие типы преобразователей частоты Вам известны?
4. Из каких элементов состоит преобразователь ?MOVITRAC B??
5. Назовите основные узлы силовой схемы преобразователя частоты.
6. Назовите основные законы скалярного частотного управления?
7. Куда аккумулируется энергии при торможении асинхронного двигателя.
8. Перечислите органы управления на передней панели.
9. Поясните принципы программирования инвертора.
10. Вид механических характеристик асинхронного двигателя при частотах:  $f_1 = 50$  Гц,  $f_2 = 35$  Гц и  $f_3 = 5$  Гц.

Лабораторная работа 4. Замкнутая система электропривода с вентильным двигателем

Вопросы для защиты лаб. работы:

1. Назначение элементов функциональной схемы системы электропривода с вентильным двигателем и обратной отрицательной связью по скорости.
2. Принцип действия системы электропривода с вентильным двигателем и обратной отрицательной связью по скорости.
3. Механические характеристики электропривода с обратной отрицательной связью по скорости.
4. С какой целью используется обратная отрицательная связь по скорости в системе электропривода?
5. Какие типы датчиков обратной связи применяются в электроприводе?
6. Основное назначение датчика скорости электропривода с вентильным двигателем.
7. Вид регулировочных характеристик вентильного двигателя.
8. Почему вентильный двигатель называют бесконтактным двигателем постоянного тока?
9. Как изменяется жесткость механических характеристик при действии отрицательной обратной связи по частоте вращения ротора?

## Зачет

Вопросы к зачету:

1. Понятие об электроприводе. Структурная схема автоматизированного электропривода.
2. Приведение моментов и сил сопротивления к валу электродвигателя.
3. Приведение моментов инерции и масс к валу электродвигателя. Маховый момент.
4. Механические характеристики производственных механизмов.
5. Уравнение движения электропривода.
6. Режимы работы электроприводов.
7. Механические характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения в двигательном и тормозном режимах.
8. Механические характеристики двигателей постоянного тока смешанного возбуждения в двигательном и тормозном режимах.
9. Механические характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в двигательном и тормозном режимах.
10. Механическая и угловая характеристики синхронного двигателя.
11. Расчет переходного процесса пуска двигателя постоянного тока при линейных механических характеристиках.
12. Расчет переходного процесса динамического торможения электропривода постоянного тока.
13. Расчет переходного процесса динамического торможения электропривода постоянного тока при линейных механических характеристиках.
14. Построение механических характеристик ДПТ независимого возбуждения по данным, представленным на за-водском щитке машины.
15. Графический метод расчета пусковых резисторов ДПТ параллельного и независимого возбуждения.
16. Аналитический метод расчета пусковых резисторов ДПТ параллельного и независимого возбуждения.
17. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Классы изоляции.
18. Графический метод расчета пусковых резисторов асинхронного двигателя.
19. Расчет переходного процесса пуска асинхронного электропривода.
20. Расчет переходного процесса динамического торможения асинхронного электропривода.
21. Расчет переходного процесса торможения противовключением асинхронного электропривода.
22. Режим торможения противовключением асинхронного электродвигателя. Объяснить по схеме и в сопровождении механическими характеристиками.
23. Схема замкнутого управления электроприводом с одним усилителем.
24. Расчет мощности электродвигателя для продолжительного режима работы.
25. Расчет мощности электродвигателя для повторно-кратковременного режима работы.
26. Принципы разомкнутого автоматического управления электроприводами.
27. Релейно-контакторное управление пуском электродвигателя постоянного тока в функции времени.
28. Следящий электропривод с релейным управлением.
29. Схема замкнутого управления электроприводом с несколькими последовательно включенными усилителями.
30. Способы пуска синхронного электродвигателя (схемы и механические характеристики).
31. Способы пуска асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
32. Выбор мощности электродвигателя методом средних потерь.
33. Охарактеризовать дополнительные режимы работы электроприводов по нагрузочным диаграммам.
34. Нагрузочные диаграммы электроприводов. Классификация режимов работы электроприводов.
35. Охарактеризуйте основные режимы работы электроприводов под нагрузкой.
36. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
37. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором.
38. Регулирование частоты вращения ДПТ последовательного возбуждения.
39. Регулирование частоты вращения ДПТ параллельного возбуждения.
40. Торможение асинхронного двигателя противовключением.
41. Релейно-контакторное управление пуском трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
42. Релейно-контакторное управление пуском электродвигателя постоянного тока в функции скорости (ЭДС).
43. Релейно-контакторное управление пуском электродвигателя постоянного тока в функции тока.
44. Релейно-контакторное управление пуском электродвигателя постоянного тока в функции времени.
45. Механические характеристики ДПТ параллельного возбуждения при широтно-импульсном управлении.
46. Управление торможением противовключением ДПТ в функции тока.
47. Система автоматического регулирования частоты вращения электродвигателя с обратной связью по скорости.
48. Система автоматического регулирования частоты вращения электродвигателя с обратной связью по напряжению.
49. Система автоматического регулирования частоты вращения электродвигателя с обратной связью по току.
50. Программное управление электроприводами.



**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	30
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	30



Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Классификация электрических машин - <https://elenergi.ru/klassifikaciya-elektricheskix-mashin.html>

Электрические машины - <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/electricmachine/>

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ. В ПОМОЩЬ СТУДЕНТУ -

<https://electrichelp.ru/elektricheskie-mashiny-v-pomoshh-studentu/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено учебным планом). При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>В ходе подготовки к практическим работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.</p> <p>Типовой алгоритм действий при проведении практической работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения.</p> <p>В ходе выполнения практической работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>
лабораторные работы	<p>Планы лабораторных работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах.</p> <p>В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p> <p>Перед началом лабораторной работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы.</p> <p>В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>
самостоятельная работа	<p>В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p> <p>Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>
письменная работа	<p>Обучающиеся получают задание по решению определенной задачи, обобщающей знания, полученные при изучении определенного раздела дисциплины. Работа выполняется письменно дома и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>
контрольная работа	<p>Обучающиеся получают задание по решению определенной задачи, обобщающей знания, полученные при изучении определенного раздела дисциплины. Работа выполняется письменно дома и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра. В список вопросов к экзамену входят как вопросы, которые разбирались на аудиторных занятиях, так и вопросы по темам, которые были даны на самостоятельное изучение.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра. В список вопросов к зачету входят как вопросы, которые разбирались на аудиторных занятиях, так и вопросы по темам, которые были даны на самостоятельное изучение.</p> <p>При реализации образовательного процесса в дистанционном формате используются технологии: "Виртуальная аудитория" в личных кабинетах преподавателя и студента, команды в системе Microsoft Teams.</p>

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки "Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.13 Электротехнологические машины и оборудование

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Поляков А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учебное пособие / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. - Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2019. - 224 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-707-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026781> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
2. Встовский А. Л. Электрические машины : учебное пособие / А. Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-7638-2518-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492153> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
3. Епифанов А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 300 с. - ISBN 978-5-8114-2637-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/95139> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный

**Дополнительная литература:**

1. Парамонова В. И. Электрические машины : сборник задач для тестового контроля / В. И. Парамонова. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 72 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/522744> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
2. Муравьев В. М. Электрические машины : сборник тестовых задач / В. М. Муравьев. - Москва : МГАВТ, 2010. - 40 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/404479> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
3. Москаленко В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 364 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009474-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044427> (дата обращения: 25.03.2021). - Текст : электронный.
4. Овсянников Е. М. Электрический привод : учебник / Е.М. Овсянников. - Москва : ФОРУМ, 2019. - 224 с. - ISBN 978-5-91134-519-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/987416> (дата обращения: 25.03.2021). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.13 Электротехнологические машины и оборудование

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Высокоэффективные плазменные и лазерные процессы в электроэнергетике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.