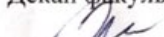


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета заочного обучения  
 Э.Г. Мухамадиев

«18» марта 2019 г.

Кафедра «Электрооборудование и электротехнологии»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.18 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электроснабжение**

Уровень высшего образования - **бакалавриат**  
Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения - **заочная**

Челябинск  
2019

OK

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 28.02.2018 г. № 144. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль - Электроснабжение.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составители - кандидат технических наук, доцент Банин Р.В., старший преподаватель Новик И.В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры электрооборудования и электротехнологий

«05» марта 2019 г. (протокол № 6)

Зав. кафедрой электрооборудования и электротехнологий,  
кандидат технических наук, доцент

Р.В. Банин

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета заочного обучения

«15» марта 2019 г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии  
факультета заочного обучения,  
кандидат технических наук, доцент

А.Н. Козлов

Директор научной библиотеки



Е.И. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1	Цель и задачи дисциплины	4
1.2	Компетенции и индикаторы их достижений	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
3.1	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2	Распределение учебного времени по разделам и темам	5
4	Структура и содержание дисциплины	6
4.1	Содержание дисциплины	6
4.2	Содержание лекций	9
4.3	Содержание лабораторных занятий	10
4.4	Содержание практических занятий	10
4.5	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	10
4.5.1	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	10
4.5.2	Содержание самостоятельной работы обучающихся	10
5	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	12
8	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	12
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
10	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	13
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся	15
	Лист регистрации изменений	31

# 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к технологической, эксплуатационной и проектной деятельности.

**Цель дисциплины** - сформировать у обучающихся систему знаний в области электрических машин и трансформаторов, необходимых для последующей подготовки бакалавра, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

### **Задачи дисциплины:**

– изучить теоретические основы электрических машин; основные понятия и параметры электрических машин; устройство и принцип действия машин постоянного тока; электромеханическое преобразование энергии в машине постоянного тока; характеристики генераторов и двигателей постоянного тока; назначение и область применения трансформаторов; электромагнитные процессы в трансформаторе при холостом ходе и под нагрузкой; трансформацию трехфазных токов; эксплуатационные характеристики трансформатора; параллельную работу трансформаторов; несимметричную нагрузку трехфазных трансформаторов; переходные процессы в трансформаторах; обмотки электрических машин; конструкции и принцип действия асинхронных машин; электромагнитные процессы в асинхронной машине при нагрузке; электромеханические характеристики асинхронных машин; пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей; назначение и область применения синхронных машин; характеристики синхронного генератора при автономной нагрузке; параллельную работу синхронных машин; электрические машины постоянного и переменного тока малой мощности.

## 1.2 Компетенции и индикаторы их достижений

ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН		
	знания	умения	навыки
1	2	3	4
ИД-5.ОПК-3 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	обучающийся должен знать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы, режимы работы, принцип действия вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при анализе установившихся режимов работы (Б1.О.18-3.1)	обучающийся должен уметь использовать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы во вращающихся электрических машинах различных типов и трансформаторах при анализе установившихся режимов работы (Б1.О.18-У.1)	обучающийся должен владеть аналитическими навыками, позволяющими оценивать установившиеся режимы работы вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов (Б1.О.18-Н.1)
ИД-6.ОПК-3 Применяет знания функций и основных характеристик	обучающийся должен знать функции и основные характеристики вращающихся	обучающийся должен уметь анализировать функции и основные характеристики вращающихся	обучающийся должен владеть методами анализа функций и основных

электрических и электронных аппаратов	электрических машин различных типов и трансформаторов при их анализе и моделировании (Б1.О.18-3.2)	электрических машин различных типов и трансформаторов (Б1.О.18-У.2)	характеристик вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов (Б1.О.18-Н.2)
---------------------------------------	--	---	---

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электрические машины» относится к обязательной части Блока 1 (Б1.О.18) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль - Электроснабжение.

## 3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 8 зачетные единицы (ЗЕТ), 288 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 3, 4 и 5 семестрах.

### 3.1 Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
1	2
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>34</b>
В том числе:	
Лекции	14
Практические занятия (ПЗ)	8
Лабораторные занятия (ЛЗ)	12
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>236</b>
<b>Контроль</b>	<b>18</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>288</b>

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование раздела и темы	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СР	Контроль
			Лекции	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1. Электрические машины постоянного тока</b>							
1.1	Введение	7	1	-	-	6	х
1.2	Электрические машины постоянного тока	50	2	4	2	42	х
<b>Раздел 2. Трансформаторы</b>							
2.1	Трансформаторы	48	2	2	2	42	х
2.2	Автотрансформаторы	31	1	-	-	30	х
<b>Раздел 3. Общие вопросы теории обмоток электрических машин и трансформаторов</b>							
3.1	Обмотки трансформаторов	7	1	-	-	6	х
3.2	Обмотки электрических машин постоянного тока	7	1	-	-	6	х
3.3	Обмотки электрических машин переменного тока	7	1	-	-	6	х

Раздел 4. Асинхронные машины							
4.1	Общие вопросы теории машин переменного тока	7	1	-	-	6	х
4.2	Асинхронные машины	58	2	4	2	50	х
Раздел 5. Синхронные машины							
5	Синхронные машины	48	2	2	2	42	х
	Контроль	18	х	х	х	х	18
	<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>236</b>	<b>18</b>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Электрические машины постоянного тока

##### Введение

Основные понятия электромеханики. Классификация электромеханических преобразователей. Генератор Ван-де-Граафа. Конструкция и принцип работы индуктивно-емкостных и индуктивных электромеханических преобразователей. Значение электромеханических преобразователей для электрификации и автоматизации производственных процессов в сельском хозяйстве. Краткая история развития электромашиностроения. Основные типы электрических машин и общие принципы их устройства.

##### Электрические машины постоянного тока

Классификация способов получения постоянного электрического тока. Униполярный генератор. Конструкция коллекторных машин постоянного тока (МПТ). Принцип действия коллекторного двигателя и генератора.

Основные типы исполнения машин постоянного тока. Номинальные величины МПТ. Методика расчета магнитной цепи МПТ.

Устройство и принцип действия генераторов и двигателей, якорные обмотки, ЭДС обмотки якоря, уравнения равновесия напряжений генератора и двигателя. Электромагнитный момент машины.

Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация и методы ее улучшения. Классификация машин по способу возбуждения. Характеристики генераторов независимого, параллельного и смешанного возбуждения.

Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока параллельного и последовательного возбуждения изменением сопротивления якорной цепи и магнитного потока.

Специальные типы МПТ. Их схемы включения и характеристики.

#### Раздел 2. Трансформаторы

##### Трансформаторы

Преобразование электрической энергии в трансформаторе. Основные законы электромеханического преобразования энергии.

Области применения и конструкции трансформаторов. Назначение, области применения, принцип действия и номинальные данные трансформаторов. Устройство магнитных систем, обмоток, баков и других элементов конструкции трансформаторов. Особенности устройства трансформаторов малой и большой мощности.

Процессы в трансформаторе при холостом ходе. Основное магнитное поле и поле рассеяния. Формулы для ЭДС. Характеристика намагничивания. Магнитные потери. Сопротивление взаимной индукции.

Процессы в трансформаторе при нагрузке. Магнитное поле при нагрузке. Индуктивности рассеяния обмоток. Намагничивающий ток и уравнение равновесия МДС. Уравнения равновесия напряжений обмоток. Приведение вторичных величин к первичной обмотке. Электрическая схема замещения трансформатора и векторная диаграмма. Определение параметров и потерь из опытов холостого хода и короткого замыкания.

Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке. Зависимость напряжения и КПД от нагрузки. Регулирование напряжения трансформаторов с отключением от сети и при нагрузке.

Схемы и группы соединения трансформаторов.

Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.

Автотрансформаторы: конструктивные особенности, преимущества и недостатки автотрансформаторов по сравнению с обычными трансформаторами. Области применения.

### **Раздел 3. Общие вопросы теории обмоток электрических машин и трансформаторов**

#### **Обмотки трансформаторов**

Общие сведения об обмотках трансформаторов. Виды обмоток. Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов.

#### **Обмотки машин постоянного тока**

Общие сведения о якорных обмотках машин постоянного тока. Виды обмоток. ЭДС секций. Простая петлевая обмотка. Сложная петлевая обмотка. Простая волновая обмотка. Сложная волновая обмотка. Комбинированная обмотка.

#### **Обмотки машин переменного тока**

Вращающееся магнитное поле. Создание вращающегося поля трехфазной пространственно распределенной обмоткой. Синхронная частота вращения ротора. Обмотки электрических машин и ЭДС обмоток. Основные принципы устройства обмоток. Однослойные и двухслойные трехфазные обмотки. ЭДС в пространственно распределенной обмотке. Обмоточный коэффициент.

Магнитодвижущие силы обмоток. МДС катушки, одной фазы и трех фаз пространственно распределенной обмотки. Изменение МДС обмотки во времени и в пространстве.

### **Раздел 4. Асинхронные машины**

#### **Асинхронные машины**

Понятие асинхронной машины. Достоинства, недостатки. Конструкция и принцип действия асинхронной машины. Серии асинхронных двигателей. Структура и примеры условных обозначений. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Основные уравнения. Векторная диаграмма. Короткое замыкание асинхронной машины. Режимы фазорегулятора и трехфазного индукционного регулятора. Обмотки машин переменного тока. Классификация обмоток. Основные термины и определения теории обмоток. Принципы проектирования обмоток. Пример составления развернутой схемы однослойной обмотки. Приемы выполнения цифровой записи и торцевой схемы. Звезда фазовых ЭДС. Двухслойные обмотки машин переменного тока. Преимущества, недостатки, основы выполнения развернутой схемы. Приемы выполнения обмоток с дробным числом пазов на полюс-фазу. Пространственная диаграмма МДС асинхронного двигателя. Векторная диаграмма асинхронного двигателя. Приведение трехфазной вращающейся АМ к неподвижному состоянию. Рассмотрение вращающейся АМ как трансформатора. Т-образная и Г-образная схемы замещения и энергетическая диаграмма

асинхронного двигателя. Вращающий момент асинхронного двигателя. Анализ общего выражения момента. Устойчивость работы асинхронного двигателя.

Пуск в ход асинхронных двигателей. Электрические схемы способов пуска. Расчетные соотношения для определения параметров процесса пуска. Механические характеристики способов пуска. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с повышенным пусковым моментом. Конструктивные особенности, механические характеристики. Паразитные асинхронные моменты асинхронных двигателей. Механические характеристики вращающих моментов 5 и 7 гармонических составляющих. Рабочие характеристики асинхронного двигателя и их объяснение. Маркировка выводов асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Частотное регулирование. Закон Костенко - основные уравнения и механические характеристики. Закон управления при постоянстве магнитного потока - уравнения, механические характеристики. Принципиальные схемы систем регулирования. Структурная схема преобразователя частоты. Принцип действия и характеристики мостового транзисторного инвертора.

Широтно-импульсное регулирование и регулирование по синусоидальному закону. Инвертор тока - базовая схема, характеристики, область использования.

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей изменением величины питающего напряжения. Уравнения и механические характеристики. Регулирование изменением числа полюсов. Графическая интерпретация, электрические схемы регулирования при постоянной мощности и моменте, механические характеристики и их объяснение. Регулирование включением реостата в цепь ротора.

Работа двигателя при ненормальных условиях. Уравнения, характеристики, объяснение явлений. Работа двигателей при несимметричном напряжении сети. Схемы замещения, уравнения, механические характеристики. Асинхронный двигатель при несимметрии обмотки ротора. Эффект Гергеса. Асинхронные каскады, каскадный двигатель.

Однофазные асинхронные двигатели. Принцип действия, устройство, область применения. Пусковые устройства. Однофазные микродвигатели с экранированными полюсами.

## **Раздел 5. Синхронные машины**

### **Синхронные машины**

Назначение, конструкция, области применения и принцип действия синхронных машин. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.

Магнитное поле синхронной машины при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря. Результирующее магнитное поле при различных характерах нагрузки.

Параметры синхронных машин в установившемся режиме и характеристики синхронного генератора, работающего в автономном режиме. Индуктивные сопротивления синхронной машины. Характеристика холостого хода, характеристики короткого замыкания, регулировочные и внешние характеристики синхронных генераторов.

Векторные диаграммы синхронных генераторов.

Параллельная работа синхронных машин. Включение на параллельную работу синхронных генераторов методами точной и грубой синхронизации.

Синхронные двигатели: рабочие и U-образные характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей.



## 4.2 Содержание лекций

№ п/п	Содержание лекций	Количество часов
1	2	3
1	Введение. Основные понятия электромеханики. Классификация электромеханических преобразователей. Генератор Ван-де-Графа. Конструкция и принцип работы индуктивно-емкостных и индуктивных электромеханических преобразователей	1
2	Классификация способов получения постоянного электрического тока. Униполярный генератор. Конструкция коллекторных машин постоянного тока (МПТ). Принцип действия коллекторного двигателя и генератора. Основные типы исполнения машин постоянного тока.	1
3	Номинальные величины МПТ. Методика расчета магнитной цепи МПТ. Требования к обмоткам МПТ. Основные определения в теории обмоток МПТ	1
4	Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Характеристики генераторов постоянного тока	1
5	Общие сведения о якорных обмотках машин постоянного тока. Виды обмоток машин постоянного тока. ЭДС секций	1
6	Конструкция и принцип работы трансформатора. Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой	1
7	Параллельная работа трансформаторов. Эксплуатационные характеристики трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах	1
8	Конструкция и принцип работы автотрансформатора. Эксплуатационные характеристики автотрансформаторов	1
9	Общие сведения об обмотках трансформаторов. Виды обмоток. Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов	1
10	Конструкция и принцип работы асинхронного двигателя. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Рабочий процесс асинхронного двигателя	1
11	Схемы замещения асинхронной машины. Электромагнитный момент асинхронной машины. Рабочие и механические характеристики. Работа асинхронного двигателя при ненормальных условиях	1
12	Конструкция и принцип работы синхронных машин. Синхронный двигатель и компенсатор	1
13	Реакция якоря синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов	1
14	ЭДС обмоток машин переменного тока при синусоидальном и несинусоидальном распределении магнитного поля. МДС обмоток машин переменного тока	1
	<b>Итого</b>	<b>14</b>

### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	2	3
1	Генератор постоянного тока независимого возбуждения	2
2	Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения	2
3	Трёхфазный двухобмоточный трансформатор	2
4	Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	2
5	Несимметричные режимы работы трёхфазного асинхронного двигателя с фазным ротором	2
6	Трёхфазный синхронный генератор	2
	<b>Итого</b>	<b>12</b>

### 4.4 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	2	3
1	Расчет магнитной цепи машины постоянного тока	1
2	Расчет механических характеристик двигателей постоянного тока	1
3	Обмотки электрических машин постоянного тока	1
4	Построение круговой диаграммы асинхронного двигателя по опытам холостого хода и короткого замыкания	1
5	Обмотки электрических машин переменного тока	1
6	Построение характеристик синхронного генератора	1
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

### 4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

#### 4.5.1 Виды самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
1	2	3
1	Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ	24
2	Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	152
3	Подготовка к экзамену	30
4	Подготовка к зачёту	30
	<b>Итого</b>	<b>236</b>

#### 4.5.2 Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Количество часов
1	2	3
1	Электромеханическое преобразование энергии в электрических машинах. Основные законы и соотношения преобразования электрической энергии	26

2	Характеристики генераторов постоянного тока: независимого, параллельного и смешанного возбуждения	20
3	Характеристики двигателей постоянного тока	20
4	Эксплуатационные характеристики трансформатора. Изменение вторичного напряжения и КПД, их зависимость от $\varphi_2$ и степени загрузки трансформатора	20
5	Параллельная работа трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов с различными коэффициентами трансформации на холостом ходу и под нагрузкой. Параллельная работа трансформаторов с различными напряжениями короткого замыкания	30
6	Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Способы пуска: прямой, реакторный, автотрансформаторный, переключением статорной обмотки со звезды на треугольник. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей и их оценка	30
7	Обмотки электрических машин постоянного, переменного тока и трансформаторов	30
8	Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Глубокопазный асинхронный двигатель: достоинства и недостатки. Асинхронный двигатель с двойной беличьей клеткой на роторе: устройство роторной обмотки, активные и индуктивные сопротивления верхней и нижней беличьей клеток при скольжении равном 1 и близком к нулю, достоинства и недостатки двигателя и характеристики	20
9	Характеристики синхронного генератора. Характеристики холостого хода, короткого замыкания, нагрузочные, внешние, регулировочные; реактивный треугольник Потье; отношение короткого замыкания синхронного генератора	20
10	Параллельная работа синхронных генераторов. Синхронные двигатели	20
	<b>Итого</b>	<b>236</b>

### **5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Машины постоянного тока и трансформаторы. - 2018. - 59 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/63.pdf>.

2. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Синхронные электрические машины. - 2018. - 48 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/64.pdf>.

### **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения

промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

## **7 Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная литература**

1. Епифанов А.П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 300 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139>.

2. Практикум по электрическим машинам [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Попков [и др.]; ЧГАА. - Челябинск: ЧГАА, 2014. - 181 с.: ил., табл. - ISBN 5-88156-360-3. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/38.pdf>.

3. Встовский В.Л. Электрические машины / В.Л. Встовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. - 464 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-2518-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363964>.

4. Быковский В.В. Исследование электрических машин: лабораторный практикум: учебное пособие / В.В. Быковский, И.И. Гирфанов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра автоматизированного электропривода и электромеханики. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015. - 112 с.: табл., схемы, ил., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1215-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364814>.

5. Ванурин В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2016. - 304 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72974](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72974).

### **Дополнительная литература**

1. Епифанов А. П. Электромеханические преобразователи энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2004. - 208 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=601](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=601) - Загл. с экрана.

2. Практикум по электрическим машинам [Текст] / Буторин В.А., Дорохов Б.В., Емец В.Ф.; Под общ. ред. А. А. Пястолова. - Челябинск: Б. и., 1995. - 216с.: ил. - Библиогр.: с. 216. - ISBN 5-88156-036-1.

3. Ванурин В.Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Ванурин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 224 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/89930>.

4. Муравьев В.М. Электрические машины: сборник тестовых задач / В.М. Муравьев, М.С. Сандлер; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - М.: Альтаир: МГАВТ, 2010. - 40 с.: ил., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430513>.

## **8 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Машины постоянного тока и трансформаторы. - 2018. - 59 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/63.pdf>.

2. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Синхронные электрические машины. - 2018. - 48 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/64.pdf>.

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Часть 1. Машины постоянного тока и трансформаторы. - 2018. - 44 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/61.pdf>.

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Часть 2. Машины переменного тока. - 2018. - 47 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/62.pdf>.

5. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018. - 26 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/60.pdf>.

## **10 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система);
- My TestX10.2.

Программное обеспечение: КОМПАС 3D v18, PTC MathCAD, My TestX10.2.

## **11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения**

1. Учебные аудитории 015э, 016э, оснащенные оборудованием и техническими средствами для выполнения лабораторных работ.
2. Учебная аудитория 203э, оснащенная оборудованием и техническими средствами для проведения лекционных занятий.

### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Помещение 109э для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

### **Перечень оборудования и технических средств обучения**

1. Стенд лабораторный (лабораторные работы 1, 2)
2. Стенд лабораторный (лабораторные работы 3, 4)
3. Стенд лабораторный (лабораторная работа 5)
4. Стенд лабораторный (лабораторная работа 6)
5. Стенд лабораторный (лабораторная работа 7)
6. Стенд лабораторный (лабораторная работа 8)
7. Стенд лабораторный (лабораторная работа 9)
8. Стенд лабораторный (лабораторные работы 10, 11)
9. Стенд лабораторный (лабораторная работа 12)
10. Стенд лабораторный (лабораторная работа 13)
11. Стенд лабораторный (лабораторная работа 14)
12. Преобразователь электропривод.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины	17
2	Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций	17
3	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	20
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций	20
4.1	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости	20
4.1.1	Ответ на практическом занятии	20
4.1.2	Отчет по лабораторной работе	22
4.1.3	Тестирование	23
4.2	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	24
4.2.1	Дифференцированный зачёт	24
4.2.2	Экзамен	24
4.2.3	Контрольная работа	29



## 1 Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств
	знания	умения	навыки	
1	2	3	4	5
ИД-5.ОПК-3 Анализирует установившиеся режимы работы трансформатора и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	обучающийся должен знать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы, режимы работы, принцип действия вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при анализе установившихся режимов работы (Б1.О.18-3.1)	обучающийся должен уметь использовать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы во вращающихся электрических машинах различных типов и трансформаторах при анализе установившихся режимов работы (Б1.О.18-У.1)	обучающийся должен владеть аналитическими навыками, позволяющими оценивать установившиеся режимы работы вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов (Б1.О.18-Н.1)	Текущая аттестация: - отчет по лабораторной работе; - тестирование - ответ на практическом занятии  Промежуточная аттестация: - контрольная работа - экзамен - контрольная работа
ИД-6.ОПК-3 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	обучающийся должен знать функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при их анализе и моделировании (Б1.О.18-3.2)	обучающийся должен уметь анализировать функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов (Б1.О.18-У.2)	обучающийся должен владеть методами анализа функций и основных характеристик вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов (Б1.О.18-Н.2)	Текущая аттестация: - отчет по лабораторной работе; - тестирование - ответ на практическом занятии  Промежуточная аттестация: - контрольная работа - экзамен - контрольная работа

## 2 Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

ИД-5. ОПК-3. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.

Показатели оценивания (Формируемые ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1	2	3	4	5
Б1.О.18-3.1	обучающийся не знает законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы, режимы работы, принцип действия вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при анализе установившихся режимов работы	обучающийся слабо знает законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы, режимы работы, принцип действия вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при анализе установившихся режимов работы	обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы, режимы работы, принцип действия вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при анализе установившихся режимов работы	обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы, режимы работы, принцип действия вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при анализе установившихся режимов работы
Б1.О.18-У.1	обучающийся не умеет использовать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы во вращающихся электрических машинах различных типов и трансформаторах при анализе установившихся режимов работы	обучающийся слабо умеет использовать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы во вращающихся электрических машинах различных типов и трансформаторах при анализе установившихся режимов работы	обучающийся с незначительными затруднениями умеет использовать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы во вращающихся электрических машинах различных типов и трансформаторах при анализе установившихся режимов работы	обучающийся умеет использовать законы, описывающие электромагнитные и электромеханические процессы во вращающихся электрических машинах различных типов и трансформаторах при анализе установившихся режимов работы
Б1.О.18-Н.1	обучающийся не владеет аналитическими навыками, позволяющими оценивать установившиеся режимы работы вращающихся электрических машин различных	обучающийся слабо владеет аналитическими навыками, позволяющими оценивать установившиеся режимы работы вращающихся электрических машин различных	обучающийся с небольшими затруднениями владеет аналитическими навыками, позволяющими оценивать установившиеся режимы работы вращающихся	обучающийся свободно владеет аналитическими навыками, позволяющими оценивать установившиеся режимы работы вращающихся электрических машин различных

	типов и трансформаторов	типов и трансформаторов	электрических машин различных типов и трансформаторов	типов и трансформаторов
--	-------------------------	-------------------------	---	-------------------------

ИД-6.ОПК-3. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

Показатели оценивания (Формируемые ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1	2	3	4	5
Б1.О.18-3.2	обучающийся не знает функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при их анализе и моделировании	обучающийся слабо знает функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при их анализе и моделировании	обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при их анализе и моделировании	обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов при их анализе и моделировании
Б1.О.18-У.2	обучающийся не умеет анализировать функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов	обучающийся слабо умеет анализировать функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов	обучающийся с незначительными затруднениями умеет анализировать функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов	обучающийся умеет анализировать функции и основные характеристики вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов
Б1.О.18-Н.2	обучающийся не владеет методами анализа функций и основных характеристик вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов	обучающийся слабо владеет методами анализа функций и основных характеристик вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов	обучающийся с небольшими затруднениями владеет методами анализа функций и основных характеристик вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов	обучающийся свободно владеет методами анализа функций и основных характеристик вращающихся электрических машин различных типов и трансформаторов

### **3 Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины**

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже:

1. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Машины постоянного тока и трансформаторы. - 2018. - 59 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/63.pdf>.

2. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Синхронные электрические машины. - 2018. - 48 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/64.pdf>.

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Часть 1. Машины постоянного тока и трансформаторы. - 2018. - 44 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/61.pdf>.

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, Часть 2. Машины переменного тока. - 2018. - 47 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/62.pdf>.

5. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018. - 26 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/60.pdf>.

### **4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Электрические машины», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### **4.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

##### **4.1.1 Ответ на практическом занятии**

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам

дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Ответ на практическом занятии	
1	2	3
1	<p>Определить электромагнитную мощность двигателя постоянного тока кВт, если ток якоря <math>I_a = 10</math> А, число проводников обмотки якоря <math>N = 180</math> шт., магнитный поток <math>\Phi = 0,07</math> Вб, частота вращения <math>n = 1500</math> об/мин. Обмотка якоря простая петлевая, ширина щетки равна ширине коллекторной пластины.</p>	<p>ИД-6.ОПК-3 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов ИД-5.ОПК-3 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</p>

Критерии оценки ответа доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- могут быть допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала;</li> </ul>

	- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
--	--

#### 4.1.2 Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводятся в методических указаниях к лабораторным работам. Содержание отчета и критерии оценки отчета доводятся до сведения обучающихся в начале занятий.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Отчет по лабораторной работе	
1	2	3
1	1. Как устроен генератор постоянного тока и каков принцип его работы? 2. Как промаркировать выводы обмоток генератора? 3. Как проводят опыт при снятии характеристики холостого хода? 4. Что называется внешней и регулировочной характеристиками генератора? 5. Что называется реакцией якоря и каковы ее виды? 6. Какие причины вызывают снижение напряжения генератора при увеличении нагрузки? 7. Как влияет на характеристики генератора положение щеток на коллекторе относительно геометрической нейтрали? 8. Почему необходимо увеличивать ток возбуждения при получении регулировочной характеристики?	ИД-6.ОПК-3 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов ИД-5.ОПК-3 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик

Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и

	<p>процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений;</p> <p>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</p>
--	--

### 4.1.3 Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Тестирование	
1	2	3
1	<p>1. Выберите устройство, которое служит для преобразования электрической энергии в механическую:</p> <p>а) трансформатор;</p> <p>б) генератор;</p> <p>в) электродвигатель;</p> <p>г) реле.</p> <p>2. Выберите устройство, которое служит для преобразования механической энергии в электрическую:</p> <p>а) электродвигатель;</p> <p>б) турбина;</p> <p>в) трансформатор;</p> <p>г) генератор.</p> <p>3. Выберите устройство, которое служит для преобразования электроэнергии одного напряжения в электроэнергию другого напряжения:</p> <p>а) электродвигатель;</p> <p>б) трансформатор;</p> <p>в) катушка индуктивности;</p> <p>г) генератор.</p> <p>4. Если <math>W_1</math> – число витков первичной обмотки, а <math>W_2</math> – число витков вторичной обмотки, то трансформатор является понижающим, когда:</p> <p>а) <math>W_1 &gt; W_2</math>;</p> <p>б) <math>W_1 &lt; W_2</math>;</p> <p>в) <math>W_1 + W_2 = 0</math>;</p> <p>г) <math>W_1 = W_2</math>.</p> <p>5. Если <math>W_1</math> – число витков первичной обмотки, а <math>W_2</math> – число витков вторичной обмотки, то трансформатор является повышающим, когда:</p> <p>а) <math>W_1 &gt; W_2</math>;</p> <p>б) <math>W_1 &lt; W_2</math>;</p> <p>в) <math>W_1 + W_2 = 0</math>;</p> <p>г) <math>W_1 = W_2</math>.</p> <p>6. Укажите возможное число групп соединения обмоток трансформатора:</p> <p>а) 3;</p> <p>б) 5;</p> <p>в) 10;</p> <p>г) 12.</p> <p>7. Асинхронный двигатель называется асинхронным из-за</p>	<p>ИД-6.ОПК-3 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p> <p>ИД-5.ОПК-3 Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</p>

<p>несовпадения скоростей вращения:</p> <p>а) магнитного поля статора и магнитного поля ротора;  б) ротора и его магнитного поля;  в) ротора и магнитного поля статора;  г) статора и ротора.</p> <p>8. Если номинальная частота вращения асинхронного двигателя <math>n_{ном} = 1420</math> об/мин, то частота вращения магнитного поля составляет:</p> <p>а) 3000 об/мин;  б) 600 об/мин;  в) 1500 об/мин;  г) 750 об/мин.</p> <p>9. Максимальная частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя при промышленной частоте 50 Гц составляет:</p> <p>а) 1000 об/мин;  б) 6000 об/мин;  в) 1500 об/мин;  г) 3000 об/мин.</p> <p>10. Для создания кругового вращающегося магнитного поля в машине переменного тока необходимо обеспечить пространственный сдвиг между осями обмоток (геометрических градусов) и фазовый сдвиг между токами обмоток (электрических градусов):</p> <p>а) на 180 геометрических градусов и 90 электрических градусов;  б) на 90 геометрических градусов и 120 электрических градусов;  в) на 120 геометрических градусов и 180 электрических градусов;  г) на 120 геометрических градусов и 120 электрических градусов.</p>	
---	--

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания, используемые для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - Му TestX10.2.

## 4.2 Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1 Дифференцированный зачет

Зачет учебным планом не предусмотрен.

### 4.2.2 Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам



экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований, для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	<p align="center"><b>4 семестр</b> <b>Машины постоянного тока</b></p> <p>1. Классификация генераторов постоянного тока. Конструкция и принцип работы.</p> <p>2. Конструкция и принцип работы двигателя постоянного тока.</p> <p>3. Уравнение равновесия ЭДС генератора и двигателя постоянного тока.</p> <p>4. Классификация машин постоянного тока по способу возбуждения. Схемы включения машин постоянного тока.</p> <p>5. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения (схема опыта, графическая зависимость, объяснение):</p> <p>а) холостого хода;</p> <p>б) короткого замыкания;</p> <p>в) внешняя;</p> <p>г) регулировочная.</p> <p>6. Характеристики генераторов постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения (схемы опытов, графические зависимости, объяснения):</p> <p>а) внешние;</p> <p>б) регулировочные.</p> <p>7. Проверка согласности включения обмоток возбуждения генератора смешанного возбуждения.</p> <p>8. Естественные и искусственные характеристики двигателей постоянного тока параллельного, смешанного и последовательного</p>	<p align="center"><b>ИД-6.ОПК-3</b> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p> <p align="center"><b>ИД-5.ОПК-3</b> Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</p>

	<p>возбуждения (схема опыта, аналитическое выражение, графическая зависимость объяснение).</p> <p>9. Проверка согласности включения обмоток возбуждения двигателя смешанного возбуждения.</p> <p>10. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока параллельного и последовательного возбуждения (изменением магнитного потока, изменением сопротивления в цепи якоря, изменением напряжения).</p> <p>11. Работа двигателей постоянного тока в тормозных режимах. Виды электрического торможения, механические характеристики, основные уравнения.</p> <p>12. Реакция якоря в генераторе постоянного тока.</p> <p>13. Условия формирования простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока. Параметры обмоток и основные свойства и схемы.</p> <p>14. Условия формирования простой волновой обмотки якоря машины постоянного тока. Параметры обмоток и основные свойства и схемы.</p> <p>15. Реакция якоря в двигателе постоянного тока.</p> <p>16. Условия самовозбуждения генератора параллельного возбуждения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Трансформаторы</b></p> <p>1. Конструкция трансформатора. Область применения, примеры использования.</p> <p>2. Принцип работы трансформатора.</p> <p>3. Понятие идеального трансформатора. Режим холостого хода однофазного трансформатора: характеристика режима холостого хода, кривая тока холостого хода, уравнение равновесия ЭДС, векторная диаграмма и схема замещения.</p> <p>4. Схемы и группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.</p> <p>5. Режим холостого хода трехфазного трансформатора при соединении обмоток по схеме: «звезда - звезда с нулем», «треугольник - звезда с нулем», «звезда - треугольник».</p> <p>6. Основные уравнения и векторная диаграмма трансформатора, работающего под нагрузкой.</p> <p>7. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной.</p> <p>8. Т-образная схема замещения трансформатора.</p> <p>9. Упрощенная схема замещения и векторная диаграмма трансформатора.</p> <p>10. Режим короткого замыкания трансформатора (основные уравнения, схема замещения и векторная диаграмма).</p> <p>11. Опыты и потери Х.Х. и КЗ трансформатора.</p> <p>12. Изменение вторичного напряжения трансформатора (вывод, анализ).</p> <p>13. Внешние характеристики трансформатора.</p> <p>14. Потери мощности и КПД трансформатора.</p> <p>15. Параллельная работа трансформаторов: при неодинаковых коэффициентах трансформации на холостом ходу и при нагрузке, с различными напряжениями короткого замыкания, с различными группами соединения обмоток.</p> <p>16. Влияние напряжения КЗ на эксплуатационные характеристики трансформатора.</p> <p>17. Сравнительная оценка трансформатора и автотрансформатора.</p>	
2	<p style="text-align: center;"><b>5 семестр</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Асинхронные машины</b></p> <p>1. Конструкция и принцип работы асинхронного двигателя (АД).</p> <p>2. Асинхронная машина с разомкнутым ротором.</p> <p>3. Режим короткого замыкания асинхронной машины. -</p>	<p style="text-align: center;"><b>ИД-6.ОПК-3</b></p> <p>Применяет знания функций и основных характеристик электрических и</p>

<p>4. Индукционный регулятор. Фазорегулятор.  5. Рабочий процесс АД. Пространственная диаграмма МДС АД.  6. Приведение вращающейся асинхронной машины (АМ) к неподвижному состоянию.  7. Т- и Г-образные схемы замещения АМ (вывод).  8. Энергетическая диаграмма АД.  9. Общее выражение момента АМ (вывод).  10. Механическая характеристика АМ.  11. Механические характеристики АД естественная и искусственные.  12. Рабочие характеристики АД.  13. Построение круговой диаграммы АД по опытным данным и её анализ.  14. Прямой пуск АД. Реакторный пуск АД.  15. Автотрансформаторный пуск АД.  16. Пуск АД переключением статорной обмотки со звезды на треугольник.  17. Пуск АД с включением активного сопротивления в цепь ротора.  18. Регулирование частоты вращения АД изменением числа пар полюсов.  19. Регулирование частоты вращения АД изменением активного сопротивления роторной цепи.  20. Работа АД при ненормальном напряжении.  21. Работа трёхфазного АД при однофазном роторе.  22. Работа трёхфазного АД при обрыве линейного провода.  23. Однофазный асинхронный конденсаторный двигатель (условия получения кругового поля, векторная диаграмма при круговом поле).</p> <p style="text-align: center;"><b>Синхронные машины</b></p> <p>1. Конструкция и принцип действия и синхронных машин (СМ).  2. Синхронная, машина нормального и обращённого исполнения.  3. Реакция якоря синхронного генератора (СГ) при активной нагрузке.  4. Реакция якоря СГ при индуктивной нагрузке.  5. Реакция якоря СГ при ёмкостной нагрузке.  6. Реакция якоря СГ при активно-индуктивной нагрузке.  7. Векторные диаграммы ЭДС и Потье СГ.  8. Упрощённые векторные диаграммы СГ.  9. Характеристики СГ: холостого хода, короткого замыкания, внешние, регулировочные.  10. Реактивный треугольник СГ. Отношение короткого замыкания СГ.  11. Включение трёхфазных СГ на параллельную работу с мощной сетью:  а) способом точной синхронизации;  б) способом самосинхронизации.  12. Регулирование активной мощности СГ при параллельной работе с мощной сетью. Регулирование реактивной мощности СГ при параллельной работе с мощной сетью. У-образные характеристики.  13. Конструкция и принцип работы синхронного двигателя (СД).  14. Работа СД при постоянном моменте и переменном токе возбуждения.  15. У-образные характеристики СД.  16. Работа СД при постоянном токе возбуждения и переменном моменте.  17. Рабочие характеристики СД. Асинхронный пуск СД.  18. Работа СД в режиме компенсатора.</p>	<p>электронных аппаратов ИД-5.ОПК-3  Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</p>
--	--

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

### 4.2.3 Контрольная работа

Контрольная работа (КР) является продуктом, получаемым в результате самостоятельного планирования и выполнения учебных задач. Контрольная работа позволяет оценить знания и умения обучающихся, а также уровень сформированности навыков при работе с учебной литературой и другими источниками. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после проверки контрольной работы.

### Примерная тематика контрольных работ

#### 4 семестр

1. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт

агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018. - 26 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/60.pdf>.

### 5 семестр

1. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль: Электроснабжение / сост.: Р. В. Банин, И. В. Новик; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018. - 26 с. Режим доступа: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/emash/60.pdf>.

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка 5 (отлично)	Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач
Оценка 4 (хорошо)	Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании единиц изменения, в построенных графиках, схемах и т.д.
Оценка 3 (удовлетворительно)	Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются ошибки в использовании единиц изменения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются существенные ошибки в использовании единиц изменения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д.

