

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**



Кафедра «Электрооборудование и электротехнологии»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.05 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

Направление подготовки **35.03.06 Агроинженерия**

Профиль **Электрооборудование и электротехнологии**

Уровень высшего образования - **бакалавриат (академический)**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения - **очная**

Челябинск  
2018

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 20.10.2015 г. № 1172. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агроинженерия, профиль - Электрооборудование и электротехнологии.**

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., ассистент Новик И.В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры электрооборудования и электротехнологий

«05» февраля 2018 г. (протокол № 5.1)

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

Р.В. Банин

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета

«07» февраля 2018 г. (протокол № 9).

Председатель методической комиссии энергетического факультета,  
кандидат технических наук, доцент

В.А. Захаров

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	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	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	6
3.2	Распределение учебного времени по разделам и темам	6
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	11
4.5.1	Виды самостоятельной работы обучающихся	11
4.5.2	Содержание самостоятельной работы обучающихся	11
5	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	12
7	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	12
8	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	13
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	14
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
12	Инновационные формы образовательных технологий	15
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине	16
	Лист регистрации изменений	30

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

## 1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия должен быть подготовлен к научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической, организационно-управленческой 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 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
1	2	3	4
ПК-7 готовность к участию в проектировании новой техники и технологии	обучающийся должен знать теоретические основы электрических машин и трансформаторов, электромагнитные и электромеханические процессы, происходящие в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии (Б1.В.05-3.1)	обучающийся должен уметь использовать законы, на которых основывается электромагнитное и электромеханическое преобразование электрической и механической энергии в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии (Б1.В.05-У.1)	обучающийся должен владеть навыками описания теоретических основ электрических машин и трансформаторов при проектировании новой техники и технологии (Б1.В.05-Н.1)
ПК-8 готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического	обучающийся должен знать основные понятия, эксплуатационные характеристики, режимы работы и параметры	обучающийся должен уметь, основываясь на технических параметрах и эксплуатационных характеристиках	обучающийся должен владеть навыком анализа технических параметров и эксплуатационных характеристик при

оборудования и электроустановок	электрических машин и трансформаторов, необходимые для профессиональной эксплуатации машин, технологического оборудования и электроустановок (Б1.В.05-3.2)	электрических машин и трансформаторов, выбирать режимы работы машин и технологического оборудования и электроустановок при их эксплуатации (Б1.В.05-У.2)	профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (Б1.В.05-Н.2)
---------------------------------	--	--	--

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электрические машины» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.05) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль - Электрооборудование и электротехнологии.

### Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции				
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины						
1	Основы проектирования технических средств и технологий в АПК	ПК-7	ПК-7	ПК-7	ПК-7	ПК-7
2	Техника и технологии в сельском хозяйстве	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8
Последующие дисциплины						
3	Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8
4	Техническое обслуживание и ремонт распределительных сетей	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8
5	Эксплуатация систем энергоснабжения	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8	ПК-8

## 3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 6 зачетные единицы (ЗЕТ), 216 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах.

### 3.1 Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
1	2
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>96</b>
В том числе:	
Лекции	32
Практические занятия (ПЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>93</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>216</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
Раздел 1. Электрические машины постоянного тока							
1.1	Введение	9	1	-	-	8	х
1.2	Электрические машины постоянного тока	28	6	8	6	8	х
Раздел 2. Трансформаторы							
2.1	Трансформаторы	24	4	8	4	8	х
2.2	Автотрансформаторы	12	4	-	-	8	х
Раздел 3. Общие вопросы теории обмоток электрических машин и трансформаторов							
3.1	Обмотки трансформаторов	9	1	-	2	6	х
3.2	Обмотки электрических машин постоянного тока	13	1	-	4	8	х
3.3	Обмотки электрических машин переменного тока	16	2	-	4	10	х
Раздел 4. Асинхронные машины							
4.1	Общие вопросы теории машин переменного тока	9	1	-	-	8	х
4.2	Асинхронные машины	37	6	8	6	17	х
Раздел 5. Синхронные машины							
5	Синхронные машины	32	6	8	6	12	х
	Контроль	27	х	х	х	х	27
	<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>93</b>	<b>27</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 вращающихся 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 постоянных 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.	2
3	Номинальные величины МПТ. Методика расчета магнитной цепи МПТ. Требования к обмоткам МПТ. Основные определения в теории обмоток МПТ	2
4	Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Характеристики генераторов постоянного тока	2
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	2
7	Параллельная работа трансформаторов. Эксплуатационные характеристики трансформаторов. Переходные процессы в	2

	трансформаторах	
8	Конструкция и принцип работы автотрансформатора. Эксплуатационные характеристики автотрансформаторов	4
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	3
11	Схемы замещения асинхронной машины. Электромагнитный момент асинхронной машины. Рабочие и механические характеристики. Работа асинхронного двигателя при ненулевых условиях	4
12	Конструкция и принцип работы синхронных машин. Реакция якоря синхронного генератора.	2
13	Векторные диаграммы синхронного генератора. Параллельная работа синхронных генераторов	2
14	Синхронный двигатель и компенсатор	2
15	ЭДС обмоток машин переменного тока при синусоидальном и несинусоидальном распределении магнитного поля. МДС обмоток машин переменного тока	2
	<b>Итого</b>	<b>32</b>

#### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	2	3
1	Генератор постоянного тока независимого возбуждения	4
2	Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения	4
3	Трёхфазный двухобмоточный трансформатор	4
4	Трёхфазный трёхобмоточный трансформатор	4
5	Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	2
6	Пуск в ход и регулирование частоты вращения трёхфазных асинхронных двигателей	2
7	Несимметричные режимы работы трёхфазного асинхронного двигателя с фазным ротором	2
8	Асинхронная машина с фазным ротором в режимах индукционного регулятора, фазорегулятора и регулируемой реактивной катушки	2
9	Синхронный генератор	4
10	Синхронный двигатель	4
	<b>Итого</b>	<b>32</b>

#### 4.4 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	2	3
1	Расчет магнитной цепи машины постоянного тока	2
2	Расчет механических характеристик двигателей постоянного тока	4
3	Расчет параметров и характеристик трехфазного трехстержневого трансформатора	4
4	Обмотки электрических машин постоянного тока	4

5	Обмотки силовых трансформаторов	2
6	Построение круговой диаграммы асинхронного двигателя по опытам холостого хода и короткого замыкания	4
7	Построение рабочих и механических характеристик асинхронного двигателя с использованием круговой диаграммы	4
8	Построение характеристик синхронного генератора	6
9	Обмотки электрических машин переменного тока	4
	<b>Итого</b>	<b>32</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 практическим, лабораторным работам и к защите лабораторных работ	23
2	Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	23
3	Подготовка к экзамену	24
4	Подготовка к зачёту	23
	<b>Итого</b>	<b>93</b>

##### 4.5.2 Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	2	3
1	Электромеханическое преобразование энергии в электрических машинах. Основные законы и соотношения преобразования электрической энергии	8
2	Характеристики генераторов постоянного тока: независимого, параллельного и смешанного возбуждения	6
3	Характеристики двигателей постоянного тока	4
4	Эксплуатационные характеристики трансформатора. Изменение вторичного напряжения и КПД, их зависимость от $\varphi_2$ и степени загрузки трансформатора	8
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	8
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	8
7	Обмотки электрических машин постоянного, переменного тока и трансформаторов	20
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	15

	нулю, достоинства и недостатки двигателя и характеристики	
9	Характеристики синхронного генератора. Характеристики холостого хода, короткого замыкания, нагрузочные, внешние, регулировочные; реактивный треугольник Потье; отношение короткого замыкания синхронного генератора	8
10	Параллельная работа синхронных генераторов. Синхронные двигатели	8
	<b>Итого</b>	<b>93</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/76.pdf>.

2. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/77.pdf>.

## 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

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. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2006. - 264 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=591](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=591).

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, 2000. - 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. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2014. - 176 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=51939](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51939).

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>.

### **Периодические издания**

«Промышленная энергетика», «Достижения науки и техники в АПК», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», «Российская сельскохозяйственная наука».

### **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 очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/76.pdf>.

2. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/77.pdf>.

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению

подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/74.pdf>.

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/75.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).

Программное обеспечение: Kompas, AutoCad.

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

#### **Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов**

1. Лаборатория ремонта электрооборудования;
2. Лаборатория эксплуатации электрооборудования системы электроснабжения;
3. Лаборатория средств защиты электрооборудования;
4. Лаборатория электромашин постоянного тока и трансформаторов;
5. Лаборатория электромашин переменного тока;
6. Лаборатория электрических электромашин.

#### **Перечень основного учебно-лабораторного оборудования**

1. Асинхронные короткозамкнутые двигатели АИР 71А4, 4А80L, 4А38100S6/4;
2. Асинхронные двигатели с фазным ротором АК 51-4, АК 52-4;
3. Асинхронные явнополюсные двигатели и генераторы СГС 4, 5 МСЧ 72/44;
4. Индукционные регуляторы напряжения ФРО 62-4, АИ 62/160.
5. Двигатели постоянного тока с параллельным, смешанным и последовательным возбуждением П-31, П-32;
6. Генераторы постоянного тока П-49;
7. Трехфазные трансформаторы ТС 1,5/0,22;
8. Однофазные трансформаторы ТС 0,5/127;
9. Комплекты измерительных приборов для каждой лабораторной работы: амперметры, вольтметры, ваттметры, осциллографы (при необходимости);
10. Нагрузочные устройства для двигателей и генераторов;
11. Макет (разрез) машины постоянного тока;
12. Макет (разрез) асинхронного двигателя;
13. Макет (разрез) силового масляного трансформатора;
14. Макет синхронного генератора (2 шт.);
15. Комплекты плакатов по всем разделам дисциплины.

## 12 Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия Формы работы	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
1	2	3	4
Компьютерные симуляции	-	+	-
Анализ конкретных ситуаций	+	+	+
Конференции	-	-	+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

**Б1.В.05 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

Направление подготовки **35.03.06 Агроинженерия**  
Профиль **Электрооборудование и электротехнологии**

Уровень высшего образования - **бакалавриат (академический)**  
Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения - **очная**



## СОДЕРЖАНИЕ

1	Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП	18
2	Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций	18
3	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП	20
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	21
4.1	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости	21
4.1.1	Устный ответ на практическом занятии	21
4.1.2	Отчет по лабораторной работе	22
4.2	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	23
4.2.1	Зачёт	23
4.2.2	Экзамен	25

## 1 Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
1	2	3	4
ПК-7 готовность к участию в проектировании новой техники и технологии	обучающийся должен знать теоретические основы электрических машин и трансформаторов, электромагнитные и электромеханические процессы, происходящие в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии (Б1.В.05-3.1)	обучающийся должен уметь использовать законы, на которых основывается электромагнитное и электромеханическое преобразование электрической и механической энергии в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии (Б1.В.05-У.1)	обучающийся должен владеть навыками описания теоретических основ электрических машин и трансформаторов при проектировании новой техники и технологии (Б1.В.05-Н.1)
ПК-8 готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	обучающийся должен знать основные понятия, эксплуатационные характеристики, режимы работы и параметры электрических машин и трансформаторов, необходимые для профессиональной эксплуатации машин, технологического оборудования и электроустановок (Б1.В.05-3.2)	обучающийся должен уметь, основываясь на технических параметрах и эксплуатационных характеристиках электрических машин и трансформаторов, выбирать режимы работы машин и технологического оборудования и электроустановок при их эксплуатации (Б1.В.05-У.2)	обучающийся должен владеть навыком анализа технических параметров и эксплуатационных характеристик при профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (Б1.В.05-Н.2)

## 2 Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1	2	3	4	5
Б1.В.05-3.1	обучающийся не знает теоретические основы электрических машин и трансформаторов, электромагнитные и электромеханические процессы, происходящие в электрических машинах и	обучающийся слабо знает теоретические основы электрических машин и трансформаторов, электромагнитные и электромеханические процессы, происходящие в электрических машинах и	обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает теоретические основы электрических машин и трансформаторов, электромагнитные и электромеханические процессы,	обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает теоретические основы электрических машин и трансформаторов, электромагнитные и электромеханические процессы,

	трансформаторах при проектировании новой техники и технологии	трансформаторах при проектировании новой техники и технологии	ие процессы, происходящие в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии	происходящие в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии
Б1.В.05-У.1	обучающийся не умеет использовать законы, на которых основывается электромагнитное и электромеханическое преобразование электрической и механической энергии в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии	обучающийся слабо умеет использовать законы, на которых основывается электромагнитное и электромеханическое преобразование электрической и механической энергии в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии	обучающийся с незначительными затруднениями умеет использовать законы, на которых основывается электромагнитное и электромеханическое преобразование электрической и механической энергии в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии	обучающийся умеет использовать законы, на которых основывается электромагнитное и электромеханическое преобразование электрической и механической энергии в электрических машинах и трансформаторах при проектировании новой техники и технологии
Б1.В.05-Н.1	обучающийся не владеет навыками описания теоретических основ электрических машин и трансформаторов при проектировании новой техники и технологии	обучающийся слабо владеет навыками описания теоретических основ электрических машин и трансформаторов при проектировании новой техники и технологии	обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками описания теоретических основ электрических машин и трансформаторов при проектировании новой техники и технологии	обучающийся свободно владеет навыками описания теоретических основ электрических машин и трансформаторов при проектировании новой техники и технологии
Б1.В.05-З.2	обучающийся не знает основные понятия, эксплуатационные характеристики, режимы работы и параметры электрических машин и трансформаторов, необходимые для профессиональной эксплуатации машин, технологического	обучающийся слабо знает основные понятия, эксплуатационные характеристики, режимы работы и параметры электрических машин и трансформаторов, необходимые для профессиональной эксплуатации машин, технологического	обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные понятия, эксплуатационные характеристики, режимы работы и параметры электрических машин и трансформаторов, необходимые для профессиональной	обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные понятия, эксплуатационные характеристики, режимы работы и параметры электрических машин и трансформаторов, необходимые для профессиональной эксплуатации

	оборудования и электроустановок	оборудования и электроустановок	эксплуатации машин, технологического оборудования и электроустановок к	машин, технологического оборудования и электроустановок
Б1.В.05-У.2	обучающийся не умеет, основываясь на технических параметрах и эксплуатационных характеристиках электрических машин и трансформаторов, выбирать режимы работы машин и технологического оборудования и электроустановок при их эксплуатации	обучающийся слабо умеет, основываясь на технических параметрах и эксплуатационных характеристиках электрических машин и трансформаторов, выбирать режимы работы машин и технологического оборудования и электроустановок при их эксплуатации	обучающийся умеет, основываясь на технических параметрах и эксплуатационных характеристиках электрических машин и трансформаторов, выбирать режимы работы машин и технологического оборудования и электроустановок при их эксплуатации	обучающийся умеет использовать, основываясь на технических параметрах и эксплуатационных характеристиках электрических машин и трансформаторов, выбирать режимы работы машин и технологического оборудования и электроустановок при их эксплуатации
Б1.В.05-Н.2	обучающийся не владеет навыком анализа технических параметров и эксплуатационных характеристик при профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	обучающийся слабо владеет навыком анализа технических параметров и эксплуатационных характеристик при профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыком анализа технических параметров и эксплуатационных характеристик при профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	обучающийся свободно владеет навыком анализа технических параметров и эксплуатационных характеристик при профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок

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

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/76.pdf>.

2. Методическое пособие для самостоятельного изучения дисциплины "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/77.pdf>.

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/74.pdf>.

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]: для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / 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/75.pdf>.

#### **4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования 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 Устный ответ на практическом занятии**

Устный 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».

Критерии оценки ответа доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного 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></ul>

	- в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала; - 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. 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»	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

## 4.2 Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1 Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

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

Формы проведения зачетов (устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

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

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета 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.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

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

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 зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать зачеты 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.

Шкала и критерии оценивания ответа, обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка «зачтено»	- знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы); - дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие показатели в ходе проведения текущего контроля и систематическая активная работа на учебных занятиях.
Оценка «не зачтено»	- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

## Вопросы к зачёту

### 5 семестр

#### Машины постоянного тока

1. Классификация генераторов постоянного тока. Конструкция и принцип работы.
2. Конструкция и принцип работы двигателя постоянного тока.
3. Уравнение равновесия ЭДС генератора и двигателя постоянного тока.
4. Классификация машин постоянного тока по способу возбуждения. Схемы включения машин постоянного тока.
5. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения (схема опыта, графическая зависимость, объяснение):
  - а) холостого хода;
  - б) короткого замыкания;
  - в) внешняя;
  - г) регулировочная.
6. Характеристики генераторов постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения (схемы опытов, графические зависимости, объяснения):
  - а) внешние;
  - б) регулировочные.
7. Проверка согласности включения обмоток возбуждения генератора смешанного возбуждения.
8. Естественные и искусственные характеристики двигателей постоянного тока параллельного, смешанного и последовательного возбуждения (схема опыта, аналитическое выражение, графическая зависимость объяснение).
9. Проверка согласности включения обмоток возбуждения двигателя смешанного возбуждения.
10. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока



параллельного и последовательного возбуждения (изменением магнитного потока, изменением сопротивления в цепи якоря, изменением напряжения).

11. Работа двигателей постоянного тока в тормозных режимах. Виды электрического торможения, механические характеристики, основные уравнения.

12. Реакция якоря в генераторе постоянного тока.

13. Условия формирования простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока.

Параметры обмоток и основные свойства и схемы.

14. Условия формирования простой волновой обмотки якоря машины постоянного тока.

Параметры обмоток и основные свойства и схемы.

15. Реакция якоря в двигателе постоянного тока.

16. Условия самовозбуждения генератора параллельного возбуждения.

## Трансформаторы

1. Конструкция трансформатора. Область применения, примеры использования.

2. Принцип работы трансформатора.

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.

4. Схемы и группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.

5. Режим холостого хода трехфазного трансформатора при соединении обмоток по схеме: «звезда - звезда с нулем», «треугольник - звезда с нулем», «звезда - треугольник».

6. Основные уравнения и векторная диаграмма трансформатора, работающего под нагрузкой.

7. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной.

8. Т-образная схема замещения трансформатора.

9. Упрощенная схема замещения и векторная диаграмма трансформатора.

10. Режим короткого замыкания трансформатора (основные уравнения, схема замещения и векторная диаграмма).

11. Опыты и потери Х.Х. и КЗ трансформатора.

12. Изменение вторичного напряжения трансформатора (вывод, анализ).

13. Внешние характеристики трансформатора.

14. Потери мощности и КПД трансформатора.

15. Параллельная работа трансформаторов: при неодинаковых коэффициентах трансформации на холостом ходу и при нагрузке, с различными напряжениями короткого замыкания, с различными группами соединения обмоток.

16. Влияние напряжения КЗ на эксплуатационные характеристики трансформатора.

17. Сравнительная оценка трансформатора и автотрансформатора.

### 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 (2016 г.).

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 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 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 не принципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса;</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>- 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> </ul>

## Вопросы к экзамену

### 6 семестр

#### Асинхронные машины

1. Конструкция и принцип работы асинхронного двигателя (АД).
2. Асинхронная машина с разомкнутым ротором.
3. Режим короткого замыкания асинхронной машины. -
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 опытными 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).

#### Синхронные машины

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.

