

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Рег. № Б-28-77



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

П.Б. Акмаров

" 26 " 01 20 16 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Электрические машины**

Направление подготовки *«Агроинженерия»*

Профиль *«Электрооборудование и электротехнологии»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	4
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ» (очное отделение)	7
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	21
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»	23
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»	27
9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ» (заочное отделение)	29

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины (модуля) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ является следующее: формирование у обучающихся цельного представления об устройстве, принципе действия и характеристиках электрических машин; подготовка обучающихся к таким видам деятельности, как производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская и проектная деятельность.

С учетом поставленной цели основными задачами освоения дисциплины ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ являются следующие: изучить устройство, принцип действия и характеристики электрических машин; изучить режимы работы, свойства и область применения электрических машин; научить подключать и испытывать электрические машины, рассчитывать и измерять переменные величины, строить характеристики и выбирать пусковую и регулировочную аппаратуру.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавра включает:

- эффективное использование и серийное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства;

- разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата являются:

- машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортировки продуктов растениеводства и животноводства; технологии и средства производства сельскохозяйственной техники; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих цехов и предприятий;

- электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения;

- энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-, водоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Учебная дисциплина ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ относится к Б1.В.ОД – ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ,

Основывается на предшествующих дисциплинах

Б1 БАЗОВОЙ ЧАСТИ:

- МАТЕМАТИКА,
- ФИЗИКА,
- ХИМИЯ;
- ИНФОРМАТИКА;
- НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА;
- ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА;
- ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА;
- ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ;

Изучается в 5 и 6 семестрах одновременно со следующими дисциплинами:

- МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ;
- ТЕПЛОТЕХНИКА;
- АВТОМАТИКА;
- ГИДРАВЛИКА;
- ЭЛЕКТРОНИКА;
- СВЕТОТЕХНИКА;

Является основой для последующих дисциплин:

- ЭЛЕКТРОПРИВОД;
- ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ;
- РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.

**3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В  
РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

**И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

Номер компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
ПК - 8	готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные требования к эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	профессионально грамотно эксплуатировать электрические машины и технологического оборудования и электроустановок	навыками профессионально грамотно эксплуатировать электрические машины и технологическое оборудование и электроустановки.

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) область профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;

- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, кон-

трольно - измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;

- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;

- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;

- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;

- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавра:

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;

- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;

Уметь:

- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и чертежей деталей и сборочных единиц машины;

- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 часа

Семестр	Количество часов						
	Аудиторные занятия	СРС	Лекции	Лабораторные работы, час.	Практические занятия	Промежуточная аттестация	Всего
5	56	52	28	18	10	зачет	108
6	54	63	28	16	10	27-экзамен	144
<b>Итого</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>56</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>252</b>

##### 4.1 Структура модуля 1 – Электрические машины постоянного тока и трансформаторы

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля
				всего	лекция	практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1	5	1	Раздел 1. Машины постоянного тока. Лекция 1. Введение. Структура дисциплины. Место и роль дисциплины в формировании специалиста. Машины постоянного тока. Устройство и принцип действия.	4	2			2	Тат

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	5	2	<b>Лекция 2.</b> Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока. Реакция якоря.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Обмотки машин постоянного тока. Простая петлевая обмотка. Изобразить схему обмотки.	4		2		2	ДЗ
3	5	3	<b>Лекция 3.</b> Коммутация машин постоянного тока. Способы и средства улучшения коммутации.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Обмотки машин постоянного тока. Простая волновая обмотка. Изобразить схему обмотки.	4		2		2	ДЗ
4	5	4	<b>Лекция 4.</b> Генераторы постоянного тока. Характеристики генераторов.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Магнитная цепь машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи.	4		2		2	ДЗ
5	5	5	<b>Лекция 5.</b> Двигатели постоянного тока. Пуск в ход. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Магнитная цепь машины постоянного тока. Магнитная характеристика.	4		2		2	ДЗ
6	5	6	<b>Лекция 6.</b> Механическая характеристика двигателя постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Отчет по индивидуальным заданиям. Подготовка к лабораторным работам.	4		2		2	ДЗ



Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	5	7	<b>Раздел 2. Трансформаторы.</b> <b>Лекция 7.</b> Устройство и принцип действия трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока.	5			2	3	ЛР ПрАт
8	5	8	<b>Лекция 8.</b> Схема замещения трансформатора. Определение параметров схемы замещения.	3	2			1	Ат
			Лабораторная работа. Испытания генератора постоянного тока. Опыт холостого хода и короткого замыкания	5			2	3	ЛР ПрАт
9	5	9	<b>Лекция 9.</b> Передача энергии через трансформатор, потери энергии, коэффициент полезного действия.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытания генератора постоянного тока. Снятие внешней и регулировочной характеристики.	5			2	3	ЛР ПрАт
10	5	10	<b>Лекция 10.</b> Параллельная работа трансформаторов. Условия, необходимые для включения трансформаторов на параллельную работу.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытания двигателя постоянного тока.	5			2	3	ЛР ПрАт
11	5	11	<b>Лекция 11.</b> Трехобмоточный трансформатор. Схема замещения, определение параметров схемы замещения.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Устройство трехфазного трансформатора. Маркировка выводных концов. Опыт холостого хода и короткого замыкания.	5			2	3	ЛР ПрАт

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	5	12	Лекция 12. Трансформаторы специального назначения, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытание трехфазного трансформатора. Определение параметров схемы замещения трансформатора.	5			2	3	ЛР ПрАт
13	5	13	Лекция 13. Несимметричные режимы трехфазных трансформаторов.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытание трехфазного трансформатора. Снятие внешней характеристики.	5			2	3	ЛР ПрАт
14	5	14	Лекция 14. Переходные процессы в трансформаторах. Включение в сеть трансформатора.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытание параллельной работы трансформаторов.	5			2	3	ЛР ПрАт
15	5	15	Лабораторная работа. Сдача лабораторных работ.	5			2	3	ПрАт
16	5		Промежуточная аттестация						Зачёт
<b>Итого по модулю 1</b>				<b>108</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>52</b>	

4.2 Структура модуля 2 – Электрические машины переменного: асинхронные и синхронные машины.

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля
				всего	лекция	практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	1	<p><b>Раздел 3.</b> Общие вопросы машин переменного тока.</p> <p><b>Лекция 1.</b> Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. Область применения машин переменного тока.</p>	3	2			1	Тат
2	6	2	<p><b>Лекция 2.</b> ЭДС проводника, витка, катушки и фазы машин переменного тока. Способы улучшения формы ЭДС.</p>	3	2			1	Тат
3	6	3	<p><b>Лекция 3.</b> Магнитодвижущая сила (МДС) катушки, катушечной группы, фазы. МДС трехфазной обмотки. Образование вращающегося магнитного поля.</p>	3	2			1	Тат
4	6	4	<p><b>Раздел 4.</b> Асинхронные машины.</p> <p><b>Лекция 4.</b> Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателей. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение вращающейся асинхронной машины к эквивалентной с неподвижным ротором.</p>	3	2			1	Тат

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	6	5	<b>Лекция 5.</b> Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Обмотки машин переменного тока. Однослойные и двухслойные обмотки. Изобразить схему трехфазной обмотки для заданного варианта.	5		2		3	ДЗ
6	6	6	<b>Лекция 6.</b> Режимы работы асинхронной машины. Энергетическая и векторная диаграмма асинхронной машины.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Определить параметры обмотки статора по заданному варианту.	5		2		3	ДЗ
7	6	7	<b>Лекция 7.</b> Электромагнитный момент асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронного двигателя.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Расчет и построение энергетической диаграммы и механической характеристики асинхронного двигателя для заданного варианта.	5		2		3	ДЗ
8	6	8	<b>Лекция 8.</b> Круговая диаграмма асинхронной машины. Обоснование и метод построения. Анализ и определение переменных величин.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Построить зависимость магнитодвижущей силы трехфазной обмотки для заданного варианта.	5		2		3	ДЗ

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	6	9	<b>Лекция 9.</b> Способы пуска асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.	3	2			1	Тат
			Практическое занятие. Построение круговой диаграммы. Отчет по индивидуальным заданиям.	5		2		3	ДЗ
10	6	10	<b>Раздел 5.</b> Синхронные машины. <b>Лекция 10.</b> Магнитное поле синхронной машины без нагрузки. Наведение ЭДС.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.	6			2	4	ЛР ПрАт
11	6	11	<b>Лекция 11.</b> Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря. Векторная диаграмма синхронного генератора.	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Устройство и принцип действия синхронной машины.	6			2	4	ЛР ПрАт
12	6	12	<b>Лекция 12.</b> Характеристики синхронного генератора: холостого хода, короткого замыкания, внешняя, нагрузочная и регулировочная	3	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	6			2	4	ЛР ПрАт
13	6	13	<b>Лекция 13.</b> Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Способы и устройства синхронизации.	4	2			2	Тат
			Лабораторная работа. Пуск и изменение частоты вращения асинхронного двигателя.	6			2	4	ЛР ПрАт

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	6	14	Лекция 14. Угловая характеристика синхронной машины. Пуск синхронного двигателя. Схемы включения синхронного двигателя в сеть.	4	2			1	Тат
			Лабораторная работа. Испытание трехфазной асинхронной машины с фазным ротором в режиме фазорегулятора, индукционного потенциал-регулятора.	6			2	3	ЛР ПрАт
15	6	15	Лабораторная работа. Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в несимметричных режимах.	6			2	3	ЛР ПрАт
16	6	16	Лабораторная работа. Испытание трехфазного синхронного генератора.	6			2	3	ПрАт
17	6	17	Лабораторная работа. Испытание синхронного генератора при параллельной работе с сетью большой мощности. Отчет по лабораторным работам.	6			2	4	ЛР ПрАт
18	6		Промежуточная аттестация	27					Экзамен
<b>Итого по модулю 2</b>				<b>144</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>63</b>	

### 4.3 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Компетенция ПК-8	Общее количество компетенций
Раздел 1. Машины постоянного тока.			
1.1 Лекции по машинам постоянного тока	19	1	1
1.2 Обмотки машин постоянного тока. Изобразить схему обмотки по заданному варианту (практическое занятие)	10	1	1
1.3 Магнитная цепь машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи и магнитной характеристики (практическое занятие)	10	1	1
1.4 Испытание двигателя постоянного тока (лабораторная работа)	12	1	1
1.5 Испытание генератора постоянного тока (лабораторная работа)	11	1	1
Раздел 2. Трансформаторы.			
2.1 Лекции по трансформаторам	24	1	1
2.2 Испытания трансформаторов (лабораторные работы)	22	1	1
Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока.			
2.1 Лекции по общим вопросам машин переменного тока	9	1	1
Раздел 4. Асинхронные машины.			
4.1 Лекции по асинхронным машинам	18	1	1
4.2 Изобразить схему обмотки машин переменного тока. Определить параметры обмотки (практическое занятие)	10	1	1
4.3 Рассчитать и построить энергетическую диаграмму и механическую характеристику асинхронного двигателя (практическое занятие)	5	1	1
4.4 Рассчитать и построить МДС обмотки (практическое занятие)	5	1	1
4.5 Построить круговую диаграмму асинхронной машины (практическое занятие)	5	1	1
4.6 Испытание асинхронного двигателя (лабораторные работы)	30	1	1
Раздел 5. Синхронные машины.			
5.1 Лекции по синхронным машинам	17	1	1
5.2 Испытание синхронной машины (лабораторные работы)	18	1	1
Подготовка к экзамену	27		
Итого	252		

#### 4.4 Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3
1	Раздел 1. Машины постоянного тока.	1.1 Машины постоянного тока. Устройство генератора и двигателя. 1.2 Основные электромагнитные соотношения. Реакция якоря. 1.3 Коммутация машин постоянного тока. 1.4 Генераторы постоянного тока. Характеристики генератора. 1.5 Двигатели постоянного тока. Пуск в ход. Рабочие характеристики. 1.6 Механическая характеристика двигателя. Регулирование частоты вращения.
2	Раздел 2. Трансформаторы.	2.1 Устройство и принцип действия. Схемы и группы соединения обмоток. 2.2 Схема замещения трансформатора. Определение параметров. 2.3 Передача энергии через трансформатор, потери энергии, к.п.д. 2.4 Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. 2.5 Трехобмоточный трансформатор. Схема замещения. 2.6 Трансформаторы специального назначения. Автотрансформаторы. Сварочные трансформаторы. 2.7 Несимметричные режимы трансформаторов. 2.8 Преходные процессы в трансформаторах.
3	Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока.	3.1 Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. 3.2 ЭДС обмотки машин переменного тока. 3.3 МДС обмотки машин переменного тока.
4	Раздел 4. Асинхронные машины.	4.1 Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение асинхронной машины с вращающимся ротором к эквивалентной с неподвижным ротором. 4.2 Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины. 4.3 Режимы работы асинхронной машины. Энергетическая и векторная диаграмма. 4.4 Круговая диаграмма асинхронной машины. 4.5 Способы пуска асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.



Продолжение таблицы 4.4

1	2	3
5	Раздел 5. Синхронные машины.	5.1 Магнитное поле синхронной машины без нагрузки. 5.2 Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря. Векторная диаграмма синхронного генератора. 5.3 Характеристика синхронного генератора: холостого хода, короткого замыкания, нагрузочная, внешняя и регулировочная. 5.4 Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Способы и устройства синхронизации. 5.5 Угловая характеристика синхронной машины. Пуск синхронного двигателя.

4.5 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, (час)
1	Раздел 1. Машины постоянного тока.	1.1 Обмотка машин постоянного тока. Изобразить схему обмотки машин постоянного тока. 1.2 Магнитная цепь машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи и магнитной характеристики машин постоянного тока.	4ч+СРС 4ч  6ч+СРС 6ч
2	Раздел 3. Асинхронные машины.	3.1 Однослойные и двухслойные обмотки машин переменного тока. Изобразить схему трехфазной обмотки для заданного варианта. 3.2 Определить параметры обмотки статора для заданного варианта. 3.3 Рассчитать и построить энергетическую диаграмму и механическую характеристику асинхронного двигателя. 3.4 Построить зависимость магнитодвижущей силы трехфазной обмотки по заданному варианту. 3.5 Построить круговую диаграмму асинхронной машины.	2ч+СРС 3ч  2ч+СРС 3ч  2ч+СРС 3ч  2ч+СРС 3ч
	Итого		20ч+СРС 25ч

#### 4.6 Лабораторный практикум

№	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	Машины постоянного тока	П-1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. П-2. Испытание генератора постоянного тока. П-3 Испытание двигателя постоянного тока.	2ч + СРС 3ч 4ч + СРС 6ч 2ч + СРС 3ч
2	Трансформаторы	Т-1. Устройство и принцип действия трехфазного двухобмоточного трансформатора. Т-2 Испытание трехфазного трансформатора. Т-3. Параллельная работа трансформаторов.	2ч + СРС 3ч 4ч + СРС 6ч 4ч + СРС 6ч
3	Асинхронные машины	А-1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. А-2. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. А-3. Пуск и изменение частоты вращения асинхронного двигателя. А-4. Испытание трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором в режиме фазорегулятора, индукционный потенциал – регулятора и регулируемого индуктивного сопротивления. А-5. Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в несимметричных режимах.	2ч + СРС 4ч 2ч + СРС 4ч 2ч + СРС 4ч  2ч + СРС 4ч  2ч + СРС 4ч
4	Синхронные машины	С-1. Устройство и принцип действия синхронной машины. С-2. Испытание трехфазного синхронного генератора. Снятие характеристик. С-3. Испытание синхронного генератора при параллельной работе с сетью большой мощности.	2ч + СРС 4ч  2ч + СРС 4ч  2ч + СРС 4ч
	Итого		34ч + СРС 59ч

#### 4.7 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины, темы раздела	Всего час.	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Машины постоянного тока.</b>			
<b>1.1</b>	Лекции	7	Изучение содержания лекции	Использование при ДЗ ДЗ ПрАт, Зачет
<b>1.2</b>	Практические занятия	10	Выполнение расчетной работы	
<b>1.3</b>	Лабораторные работы	12	Отчет по лабораторным работам	
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Трансформаторы</b>			
<b>2.1</b>	Лекции	8	Изучение содержания лекции	Использование при ДЗ ПрАт, Зачет
<b>2.2</b>	Лабораторные работы	15	Отчет по лабораторным работам	
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока.</b>			
<b>3.1</b>	Лекции	3	Изучение содержания лекции	Использование при ДЗ
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Асинхронные машины.</b>			
4.1	Лекции	6	Изучение содержания лекции	Использование при ДЗ ДЗ ПрАт, Зачет
4.2	Практические занятия	15	Выполнение расчетной работы	
4.3	Лабораторные работы	20	Отчет по лабораторным работам	
<b>5</b>	<b>Раздел 5. Синхронные машины.</b>			
5.1	Лекции	7	Изучение содержания лекции	Использование при ДЗ Зачет ПрАт
5.2	Лабораторные работы	12	Отчет по лабораторным работам	
	Итого	115		

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

### 5.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

семестр	Вид занятий	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество часов
5,6	Лекции	Лекция с использованием кооперативного обучения. Устройство и принцип действия электрических машин: машины постоянного тока, трансформаторы, асинхронные и синхронные машины.	8
5,6	Практические занятия	Использование компьютерных технологий. Обмотки машин постоянного и переменного тока. Расчет магнитной цепи электрической машины постоянного тока.	10+10

5.2 При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

### 5.3 Использование традиционных образовательных технологий:

семестр	Вид занятий	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество часов
5,6	Лекции	Разбор проблемной ситуации, логичное развитие темы с использованием рисунков, схем и формул; выводы.	28+28
5,6	Практические занятия	Изучение конструкции электрических машин, представленных в разобранном виде	4+4
5,6	Практические занятия	Обучение конструированию и расчету обмоток электрических машин, анализу полученных результатов	6+6
5,6	Лабораторные работы	Испытание электрических машин в различных режимах: холостой ход, короткое замыкание, рабочий режим с регулированием под нагрузкой. Анализ полученных результатов.	18+16

**6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-  
МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
СТУДЕНТОВ**

**6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств.**

Контроль знаний студентов по дисциплине «Электрические машины» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (зачет, оценка за выполнение индивидуальных заданий), итоговый зачет по модулю 1 и экзамен по модулю 2.

Методы контроля:

- решение индивидуальных заданий по теме практических занятий;
- отчет по лабораторным работам;
- устная форма контроля знаний по выполнению индивидуальных заданий и выполненным лабораторным работам;
- тестовый контроль знаний.

№ п/п	Номер семестра	Виды контроля и аттестации	Компетенции	Наименование разделов учебной дисциплины	Оценочные средства и форма контроля
1	5	ТАт	ПК-8	Машины постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока.	Выполнение задания. ДЗ
2	5	ТАт	ПК-8	Машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи.	Выполнение задания. ДЗ
3	5	ТАт	ПК-8	Машины постоянного тока. Лабораторные работы.	отчет по лабораторной работе. ДЗ
4	5	ТАт	ПК-8	Трансформаторы. Лабораторные работы.	отчет по лабораторной работе. ДЗ
5	5	ПрАт	ПК-8	Модуль 1 - Машины постоянного тока и трансформаторы.	зачет
6	6	ТАт	ПК-8	Асинхронные машины. Обмотки машин переменного тока.	Выполнение задания. ДЗ
7	6	ТАт	ПК-8	Асинхронные машины. Лабораторные работы.	отчет по лабораторной работе. ДЗ
8	6	ТАт	ПК-8	Синхронные машины. Лабораторные работы.	отчет по лабораторной работе. ДЗ
9	6	ПрАт	ПК-8	Модуль 2 – Машины переменного тока.	Экзамен

**Примечание:** ТАт – текущая успеваемость;

ПрАт – промежуточная успеваемость;

ДЗ – дифференцированный зачет по индивидуальному заданию;

Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении.

## 6.2 Перечень учебно- методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Электрические машины - учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Агроинженерия» и «Теплотехника и теплоэнергетика». Ч. 1. Машины постоянного тока и трансформаторы [Электронный ресурс]: сост. Носков В. А., Пантелеева Л. А., Мартынов К. В., Киршин А. Р. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2018. - Режим доступа: <http://lib-izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=23199>

2. Носков В. А., Мартынов К. В., Киршин А. Р. Задания и методические указания по расчету параметров и характеристик электрических машин [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов очного и заочного обучения по направлениям подготовки: «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2019. - 59 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/732917/info>

**7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
МАШИНЫ».**

**7.1 Основная литература**

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	Копылов И. П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата. В 2 т., - Издание Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017.	Все разделы 1,2,3,4 и 5	5 и 6	ЭБС Юрайт: <a href="http://www.biblionline.ru/thematic/?45&amp;id=urait.content.FA8A980E-1686-43F5-951B-1270A419E671&amp;type=c_pub">http://www.biblionline.ru/thematic/?45&amp;id=urait.content.FA8A980E-1686-43F5-951B-1270A419E671&amp;type=c_pub</a>	
2	Копылов И. П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата. В 2 т., - Издание Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017.	Все разделы 1,2,3,4 и 5	5 и 6	ЭБС Юрайт: <a href="http://www.biblionline.ru/thematic/?49&amp;id=urait.content.505E7A27-E095-47A8-BE3E-644819DDB27E&amp;type=c_pub">http://www.biblionline.ru/thematic/?49&amp;id=urait.content.505E7A27-E095-47A8-BE3E-644819DDB27E&amp;type=c_pub</a>	

**7.2 Дополнительная литература.**

1. Загрядцкий В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник. В 3 ч., - Орел: , 2011. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/232965>
2. Загрядцкий В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для вузов. В 3 ч., - Орел: , 2009. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/13499>
3. Загрядцкий В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника". В 3 ч., - Орел: , 2013. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/232966>

### 7.3 Перечень интернет – ресурсов:

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru>.
2. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» [http:// www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru).
3. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>.
4. Электротехника: сетевой электронный научный журнал Russian Internet Journal: [electrical-engineering.ru](http://electrical-engineering.ru).

### 7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения задания. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курса дисциплины «Электротехника» и «Теоретическая механика».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительной причине необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.



Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи при выполнении расчетных заданий и оформлении отчетов по лабораторным работам.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при освоении последующих учебных дисциплин и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от

11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

## 8 МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Мультимедийная аудитория; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока»; Лабораторный стенд «Испытание генератора постоянного тока»; Лабораторный стенд «Испытание двигателей постоянного тока»; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия трансформаторов»; Лабораторный стенд «Испытание трехфазного двухобмоточного трансформатора»; Лабораторный стенд «Параллельная работа трансформаторов»; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия асинхронной машины»; Лабораторный стенд «Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»; Лабораторный стенд «Пуск и изменение частоты вращения асинхронных двигателей»; Лаборатор-

ный стенд «Испытание трехфазной асинхронной машины в режимах фазорегулятора, индукционного потенциал – регулятора и регулируемого индуктивного сопротивления»; Лабораторный стенд «Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в несимметричных режимах»; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия синхронной машины»; Лабораторный стенд «Испытание трехфазного синхронного генератора»; Лабораторный стенд «Испытание синхронного генератора при параллельной работе с сетью большой мощности».

Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

## 9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

(Заочное отделение)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц,  
252 часа

Се- местр	Количество часов						
	Аудитор- ные заня- тия	СР С	Лек- ции	Лабора- торные ра- боты, час.	Практиче- ские заня- тия	Промежу- точная атте- стация	Все- го
6	12	96	6	4	2	-	108
7	12	56	6	4	2	4-зачёт	72
8	-	63	-	-	-	9-экзамен	72
<b>Итого</b>	<b>24</b>	<b>215</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>252</b>

### 9.1 Структура модуля 1 – Электрические машины постоянного тока и трансформаторы

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (моду- ля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоёмкость в часах					Форма текущего контроля
				всего	лекция	практ. заня- тия	Лаб. рабо- ты	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	1	<b>Раздел 1.</b> Машины постоянного тока. <b>Тема 1.</b> Устройство и принцип действия машины постоянного тока. Генераторы, характеристики генераторов. Двигатели, характеристики двигателей.	38	2	2	2	32	Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы
2	6	2	<b>Раздел 2.</b> Трансформаторы. <b>Тема 2.</b> Устройство и принцип действия трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Схема замещения трансформатора.	35	2		1	32	Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы

Продолжение таблицы 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	6	3	<b>Тема 3.</b> Передача энергии через трансформатор. Коэффициент полезного действия. Параллельная работа трансформатора.						Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы
<b>Итого по модулю 1</b>				<b>108</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	

9.2 Структура модуля 2 – Машины переменного тока, асинхронные машины

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля
				всего	лекция	прак. занятия	Лаб. работы	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	1	<b>Раздел 3.</b> Общие вопросы машин переменного тока. <b>Тема 1.</b> Устройство и принцип действия асинхронной и синхронной машины. <b>Раздел 4.</b> Асинхронные машины. <b>Тема 2.</b> Схемы замещения асинхронной машины. Режимы работы асинхронной машины.	36	4	2	2	30	Устный опрос по разделу контрольной работы
2	7	2	<b>Тема 3.</b> Электромагнитный момент асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Способы пуска асинхронного двигателя.	24	2		2	20	Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы
3	7	3	<b>Тема 5.</b> Синхронные машины. <b>Тема 4.</b> Магнитное поле синхронной машины без нагрузки и при нагрузке. Реакция якоря. <b>Тема 5.</b> Характеристики синхронного генератора.	8				8	Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы
4	7		Промежуточная аттестация	4					Зачёт
<b>Итого по модулю 2</b>				<b>72</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>56</b>	

## 9.2 Структура модуля 3 – Машины переменного тока, синхронные машины

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля
				всего	лекция	прак. занятия	Лаб. работы	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	1	Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Механические характеристики	40				40	Контрольная работа по асинхронным машинам
2	8	2	Характеристики синхронного генератора: внешняя, регулировочная.	23				23	Контрольная работа по синхронным машинам
3	8		Промежуточная аттестация	9					Экзамен
<b>Итого по модулю 3</b>				<b>72</b>				<b>63</b>	

## 9.3 Практические занятия

№№	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	Раздел 1. Машины постоянного тока	1.1 Обмотки машин постоянного тока. 1.2 Магнитная цепь машины постоянного тока	2
2	Раздел 4. Асинхронные машины	4.1 Обмотки машин переменного тока. 4.2 Определение параметров обмотки.	2
Итого			4

## 9.4 Лабораторный практикум

№	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	2	3	4
1	Раздел 1. Машины постоянного тока	П-1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.	1ч + СРС 3ч
		П-2. Испытание генератора постоянного тока.	1ч + СРС 3ч
2	Раздел 2. Трансформаторы	Т-1. Устройство и принцип действия трехфазного трансформатора.	1ч + СРС 3ч
		Т-3. Параллельная работа трансформаторов.	1ч + СРС 3ч

Продолжение таблицы 9.4

1	2	3	4
3	Раздел 4. Асинхронные машины	А-1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.	1ч + СРС 3ч
		А-2. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	1ч + СРС 3ч
4	Раздел 5. Синхронные машины	С-1. Устройство и принцип действия синхронной машины.	1ч + СРС 3ч
		С-2. Испытание трехфазного синхронного генератора.	1ч + СРС 3ч
Итого			8ч + СРС 24ч

9.5 Содержание самостоятельной работы

№№	Раздел дисциплины	Всего час	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	2	3	4	5
1	Раздел 1. Машины постоянного тока	32	Изучение содержания Выполнение работы Отчет по работе Выполнение работы	Устный опрос знаний зачет зачет зачет
1.1	Лекции			
1.2	Практические занятия			
1.3	Лабораторные работы			
1.4	Контрольная работа			
2	Раздел 2. Трансформаторы	64	Изучение содержания Отчет по работе Выполнение работы	Устный опрос знаний зачет зачет
2.1	Лекции			
2.2	Лабораторные работы			
2.3	Контрольная работа			
3	Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока.	14	Изучение содержания	
3.1	Лекции			
4	Раздел 4. Асинхронные машины.	74	Изучение содержания Выполнение работы Отчет по работе Выполнение работы	Устный опрос знаний зачет зачет зачет
4.1	Лекции			
4.2	Практические занятия			
4.3	Лабораторные работы			
4.4	Контрольная работа			
5	Раздел 5. Синхронные машины.	31	Изучение содержания Отчет по работе	Устный опрос зачет
5.1	Лекции			
5.2	Лабораторные работы			
Итого		215		



## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной  
аттестации студентов по итогам освоения дисциплины

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

Направление подготовки – «Агроинженерия»

Профиль подготовки – «Электрооборудование и электротехнологии»

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Цель промежуточной аттестации – проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить выполненные индивидуальные задания и отчеты по лабораторным работам.

Аттестация проходит в форме письменного зачета по модулю 1 и экзамена по модулю 2. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично»

Задачи промежуточной аттестации:

- 1- определить уровень усвоения учебной дисциплины;
- 2- определить уровень сформированности профессиональной компетенции.

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№№	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции	Оценочные средства для проверки знаний 1-й этап	Оценочные средства для проверки умений 2-й этап	Оценочные средства для проверки владений 3-й этап
1	Электрические машины постоянного тока	ПК-8	п.3.1.1	п.3.2.1	п.3.3.1
2	Трансформаторы	ПК-8	п.3.1.1	п.3.2.1	п.3.3.1
3	Общие вопросы машин переменного тока	ПК-8	п.3.1.2	п.3.2.2	п.3.3.2
4	Асинхронные машины	ПК-8	п.3.1.2	п.3.2.2	п.3.3.2
5	Синхронные машины	ПК-8	п.3.1.2	п.3.2.2	п.3.3.2

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Наименование компетенций	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-8	Готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные требования к эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	профессионально эксплуатировать электрические машины и технологического оборудования и электроустановки	навыками профессионально эксплуатировать электрические машины и технологического оборудования и электроустановки

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) область профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств.

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

### **1-й этап (уровень знаний):**

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

### **2-й этап (уровень умений):**

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

### **3-й этап (уровень владения навыками):**

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении зачета определяются по системе: *«незачтено»*, *«зачтено»*. По дисциплине выставляется оценка «зачтено» в том случае, если на всех этапах формирования компетенции студент получил оценку не ниже «удовлетворительно» (3).

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1 Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины**

##### **3.1.1 Модуль 1- Электрические машины постоянного тока и трансформаторы**

1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока, режимы генератора и двигателя.
2. Основные электромагнитные соотношения.
3. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке. Реакция якоря.
4. Коммутация машин постоянного тока.
5. Генераторы постоянного тока, характеристики генератора.
6. Двигатели постоянного тока, характеристики двигателей. Пуск в ход. Рабочие характеристики.
7. Механическая характеристика двигателя постоянного тока. Регулирование частоты вращения.
8. Устройство и принцип действия трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
9. Схемы замещения трансформатора, определение её параметров.
10. Передача энергии через трансформатор, потери энергии, к.п.д.
11. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу.
12. Трехобмоточный трансформатор. Трансформаторы специального назначения.

##### **3.1.2 Модуль 2 – Электрические машины переменного тока**

1. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины.
2. Обмотки машин переменного тока. ЭДС обмотки машин переменного тока.
3. МДС обмотки машин переменного тока.
4. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение асинхронной машины с вращающимся ротором к эквивалентной машине с неподвижным ротором.
5. Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины.
6. Режимы работы асинхронной машины. Энергетические и векторные диаграммы.
7. Электромагнитный момент асинхронной машины, механическая характеристика.
8. Способы пуска и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.
9. Магнитное поле синхронной машины без нагрузки и при нагрузке. Реакция якоря.
10. Характеристики синхронного генератора.
11. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Способы и устройства синхронизации.
12. Угловая характеристика синхронной машины. Пуск синхронного двигателя.

## 3.2 Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

### 3.2.1 Модуль 1- Электрические машины постоянного тока и трансформаторы.

1. Определение зависимости направления действия ЭДС в проводнике якоря машины постоянного тока.
2. Определение зависимости направления действия электромагнитной силы на проводник с током якоря машины постоянного тока.
3. Определение действия реакции якоря на магнитное поле индуктора машины постоянного тока.
4. Определение зависимости частоты вращения якоря двигателя постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения.
5. Определение зависимости частоты вращения якоря двигателя постоянного тока с последовательной обмоткой возбуждения.
6. Выбор величины резистора для включения в цепь якоря при пуске по паспортным данным двигателя постоянного тока.
7. Влияние резистора, введенного в цепь якоря на частоту вращения двигателя постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения при неизменном напряжении якоря и моменте нагрузки на валу.
8. Влияние резистора, введенного в цепь обмотки возбуждения, на частоту вращения якоря двигателя постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения при неизменном напряжении якоря и моменте нагрузки на валу.
9. Определение зависимости действующего значения ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора при заданном законе изменения магнитного потока  $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$  и коэффициента трансформации.
10. Влияние параметров трансформаторов: группы соединения обмоток, коэффициентов трансформации и напряжений короткого замыкания на их совместную параллельную работу.

### 3.2.2 Модуль 2 – Электрические машины переменного тока

1. Определение зависимости и направления действия ЭДС проводника ротора асинхронного двигателя при заданном направлении вращения магнитного поля статора.
2. Определение зависимости и направления действия электромагнитной силы и электромагнитного момента на проводник ротора асинхронного двигателя при заданном направлении вращения магнитного поля статора.
3. Определение скольжения ротора в номинальном режиме по паспортным данным асинхронного двигателя.
4. Определение зависимости электромагнитного момента при заданной T-образной схеме замещения асинхронной машины.
5. Анализ зависимости электромагнитного момента асинхронной машины от напряжения фазы и параметров схемы замещения.

6. Анализ способов регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
7. Анализ действия реакции якоря при чисто активной нагрузке синхронного генератора.
8. Анализ действия реакции якоря при чисто индуктивной нагрузке синхронного генератора.
9. Анализ действия реакции якоря при чисто емкостной нагрузке синхронного генератора.
10. Анализ действия реакции якоря при смешанной нагрузке синхронного генератора.
11. Анализ последствий от несоблюдения условий включения: равенства действующих значений напряжения, равенства частот тока, одинаковость чередования фаз, равенства начальных фаз мгновенных значений напряжения на включение генератора на параллельную работу с сетью.
12. Анализ изменения угла нагрузки на режим и устойчивость работы синхронной машины.

### **3.3 Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины**

#### **3.3.1 Модуль 1- Электрические машины постоянного тока и трансформаторы.**

1. Вычислить ЭДС якоря двигателя постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220В, ток якоря 58,0А, сопротивление якоря 0,36 Ом.
2. Вычислить ЭДС якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220В, ток якоря 58,0А, сопротивление якоря 0,36 Ом.
3. Определить ток якоря двигателя постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220В, ЭДС якоря 198,7В, сопротивление якоря 2.45 Ом.
4. Определить ток якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220В, ЭДС якоря 241,3В, сопротивление якоря 2.45 Ом.
5. Определить сопротивление якоря двигателя постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220В, ток якоря 43,0А, ЭДС якоря 205,8В.
6. Определить сопротивление якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ток якоря 17,5 А, ЭДС якоря 231,2В.
7. Для двигателя постоянного тока с номинальными данными  $P=1\text{кВт}$ ,  $U=220\text{ В}$ ,  $I_a=6.14\text{ А}$  изобразить схему включения в сеть со смешанным возбуждением, выбрать измерительные приборы и резистор для ограничения пускового тока.
8. Для двигателя постоянного тока с номинальными данными  $P=3,2\text{кВт}$ ,  $U=220\text{В}$ ,  $I_a=18,4\text{ А}$ ,  $n_n=1500\text{ мин}^{-1}$ ,  $\eta=0,80$  определить номинальный момент на валу якоря, полные потери мощности и потери мощности на нагрев обмотки якоря при  $r_a=1,03\text{ Ом}$ .
9. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными:  $S=160\text{кВА}$ ,  $U_{1н}=10\text{кВ}$ ,  $U_{2н}=0,4\text{ кВ}$ , определить: номинальные токи высшего и низшего напряжений и коэффициент полез-

ного действия при стандартных потерях мощности  $P_0=510\text{Вт}$ ,  $P_{\text{кн}}=2650\text{Вт}$  и при загрузке трансформатора  $\beta=0,5$  и  $\text{Cos}\varphi=0,80$ .

10. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными:  $S=160\text{кВА}$ ,  $U_{1\text{н}}=10\text{кВ}$ ,  $U_{2\text{н}}=0,4\text{кВ}$ , определить входные сопротивления: полное  $Z_0$ , активное  $r_0$  и индуктивное  $x_0$  в режиме холостого хода при стандартной потере мощности  $P_0=510\text{Вт}$  и токе холостого хода 2,4 %.

11. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными:  $S=250\text{кВА}$ ,  $U_{1\text{н}}=10\text{кВ}$ ,  $U_{2\text{н}}=0,4\text{кВ}$ , определить входные сопротивления: полное  $Z_{\text{к}}$ , активное  $r_{\text{к}}$  и индуктивное  $x_{\text{к}}$  в режиме короткого замыкания при стандартной потере мощности  $P_{\text{кн}}=3700\text{Вт}$  и  $U_{\text{к}}=5\%$ .

### **3.3.2 Модуль 2 – Электрические машины переменного тока**

1. Определить частоту вращения магнитного поля для двигателя RA100LB4 при частоте тока 50 Гц.
2. Определить частоту вращения ротора асинхронного двигателя RA112M4 при скольжении  $S=0.047$ .
3. Определить номинальный ток асинхронного двигателя, если известно  $U_{\text{л}}=380\text{В}$ ,  $P_{\text{н}}=4,0\text{кВт}$ ,  $\eta=85,5\%$ ,  $\text{Cos}\varphi=0,84$ .
4. Для двигателя RA160MA4 с номинальными данными  $P=11,0\text{кВт}$ ,  $U_{\text{л}}=380\text{В}$ ,  $I_{\text{л}}=22,0\text{А}$ ,  $\eta=88,5\%$ ,  $\text{Cos}\varphi=0,86$  определить полную, активную и неактивную мощность, потребляемые из сети.
5. Для двигателя RA132MB4 с номинальными данными  $P=5,5\text{кВт}$ ,  $U_{\text{л}}=380\text{В}$ ,  $I_{\text{л}}=12,0\text{А}$ ,  $n=950\text{мин}^{-1}$ ,  $\eta=82\%$ ,  $\text{Cos}\varphi=0,82$  определить номинальные значения скольжения и момента ротора.
6. Для асинхронного двигателя RA90L4 определить частоту вращения магнитного поля при частоте тока 40 Гц.
7. Для асинхронного двигателя RA100L6 при номинальном токе статора 4А активные потери мощности в обмотке составляют 70,4 Вт. Определите потери мощности в обмотке статора при повышении тока статора на 20%.
8. Для асинхронного двигателя RA100LA4 при номинальном напряжении момент на валу ротора составляет 14.8 Н·м. Определите момент на валу ротора при снижении напряжения на 20%.
9. При симметричной нагрузке синхронного генератора ЕСС-52-4 получены следующие данные: линейное напряжение 380В, линейный ток 10,2А,  $\text{Cos}\varphi=0,75$ . Определить: активную мощность потребителя, фазное напряжение, активную и реактивную составляющие тока.
10. При испытании синхронного генератора ЕСС-52-4 получено линейное напряжение 400В при частоте вращения ротора  $1500\text{мин}^{-1}$ . Определить ожидаемое напряжение при частотах вращения ротора 1000 и  $2000\text{мин}^{-1}$ .

**б) для текущей успеваемости (Тат):**

**Модуль 1 – Электрические машины постоянного тока и трансформаторы:**



1. Напишите и поясните уравнение напряжения для машины постоянного тока в режиме генератора и двигателя.
2. Напишите и поясните уравнение моментов на валу якоря машины постоянного тока в режиме генератора и двигателя.
3. Напишите и поясните зависимость ЭДС якоря и электромагнитного момента машины постоянного тока.
  4. Напишите и поясните зависимость частоты вращения якоря машины постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.
  5. Поясните основные способы регулирования частоты вращения якоря машины постоянного тока.
  6. Напишите и поясните зависимость ЭДС обмотки трансформатора, коэффициента трансформации.
  7. Что такое группа соединения обмоток трансформатора? Какие группы соединения обмоток устанавливаются государственным стандартам по выпуску однофазных и трехфазных трансформаторов?
  8. Назовите и поясните условия, необходимые для включения трансформаторов на параллельную работу.

### Модуль 2 – Электрические машины переменного тока:

1. Приведите и поясните основные признаки асинхронной машины. Напишите зависимость частоты вращения магнитного поля статора трехфазного двигателя при питании переменным током. Что такое скольжение ротора?
2. Приведите и поясните основные признаки синхронной машины. Напишите зависимость частоты вращения магнитного поля статора трехфазной синхронной машины.
3. Напишите и поясните зависимость мгновенного значения ЭДС трехфазного синхронного генератора. Изобразите зависимость мгновенного значения ЭДС трехфазного генератора в виде графика в функции времени.
4. Изобразите и поясните механическую характеристику асинхронного двигателя, способы построения этой характеристики.
5. Поясните способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором.
6. Поясните, чем создается магнитное поле синхронной машины на холостом ходу и при нагрузке. Что такое реакция якоря?
7. Поясните основные характеристики синхронного генератора.
8. Поясните необходимые условия для включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
9. Поясните способы пуска синхронного двигателя.
10. Поясните, чем отличается режим генератора от режима двигателя синхронной машины.

## Вопросы для подготовки к зачету

### Первые вопросы билетов: машины постоянного тока

- П1 Принцип действия и преобразования энергии коллекторной машины постоянного тока в режиме **генератора**. Энергетическая диаграмма. Коэффициент полезного действия.
- П2 Принцип действия и преобразования энергии коллекторной машины постоянного тока в режиме **двигателя**. Энергетическая диаграмма. Коэффициент полезного действия.
- П3 Основные электромагнитные соотношения для машины постоянного тока: зависимость э.д.с.  $E_d$  электромагнитного момента  $M_{эм}$ , электромагнитной мощности  $P_{эм}$ .
- П4 Магнитное поле машины постоянного тока, основы расчета, магнитная характеристика (на примере индивидуальной расчетной работы).
- П5 Реакция якоря. Способы уменьшения отрицательных последствий реакции якоря.
- П6 Коммутация коллекторной машины постоянного тока. Отрицательные последствия коммутации. Средства и способы улучшения коммутации.
- П7 Изобразить схему принципиальную электрическую для подключения двигателя постоянного тока с использованием схемы подсоединения, изображенной на крышке клеммной коробки. Выбор измерительных приборов.
- П8 Характеристики генераторов постоянного тока: холостого хода, короткого замыкания.
- П9 Характеристики генераторов постоянного тока: нагрузочная, регулировочная, внешняя.
- П10 Самовозбуждение генераторов постоянного тока, условия самовозбуждения, регулирование э.д.с.
- П11 Параллельная работа генераторов постоянного тока: условия включения. Схемы и приборы для проверки условий параллельной работы.
- П12 Пуск двигателя постоянного тока в ход: прямое включение, с помощью пускового реостата, от индивидуального источника энергии.
- П13 Рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения: скоростная, моментная, КПД.
- П14 Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения: скоростная, моментная, КПД.
- П15 Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением подведенного напряжения источника энергии: достоинства и недостатки.
- П16 Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока изменением регулировочного резистора в цепи якоря: достоинства и недостатки.
- П17 Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением магнитного потока: достоинства и недостатки.
- П18 Сварочные генераторы постоянного тока: требования к ним и способы формирования внешней крутопадающей характеристики.
- П19 Универсальный коллекторный двигатель, устройство и принцип действия, особенности конструктивного исполнения.
- П20 Механическая характеристика двигателя постоянного тока при различных схемах возбуждения.

## Вторые вопросы билетов: трансформаторы.

- T1 Устройство и принцип действия трансформатора, зависимость э.д.с. обмоток, векторная диаграмма для идеализированного трансформатора.
- T2 Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Определение группы соединения обмоток на примере по заданию преподавателя.
- T3 Параллельная работа трансформаторов, необходимость и условия включения, фазировка трансформатора перед включением.
- T4 Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства групп соединения обмоток.
- T5 Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства коэффициентов трансформации.
- T6 Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства напряжений короткого замыкания.
- T7 Устройство и принцип действия трансформатора ТМ 63/10, схема обмоток, регулирование напряжения.
- T8 Устройство и принцип действия трансформатора ТМ 63/10, паспортные данные, расчеты номинальных токов с высокой и низкой стороны напряжения по заданным напряжениям и мощности.
- T9 Схема замещения трансформатора, уравнения напряжений и токов. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной.
- T10 Схема замещения трансформатора, опытное определение параметров схемы замещения на примере трехфазного трансформатора.
- T11 Работа трансформатора под нагрузкой, уравнение напряжений и токов, векторная диаграмма для активно-индуктивной нагрузки.
- T12 Векторная диаграмма трансформатора при активно-емкостной нагрузке.
- T13 Работа трансформатора под нагрузкой, внешняя характеристика, изменение вторичного напряжения от степени и характера нагрузки.
- T14 Работа трансформатора под нагрузкой, передача энергии, энергетическая диаграмма, коэффициент полезного действия.
- T15 Несимметричная нагрузка трансформаторов, метод симметричных составляющих.
- T16 Схема замещения трансформатора для токов прямой и обратной последовательностей.
- T17 Схема замещения трансформатора для токов нулевой последовательности.
- T18 Специальные виды трансформаторов. Измерительные трансформаторы напряжений и тока, их назначение, схемы включения.
- T19 Специальные виды трансформаторов. Сварочные трансформаторы, требования к ним, особенности конструкции, способы создания крутопадающей внешней характеристики.
- T20 Трехфазный трехобмоточный трансформатор, схема замещения, определение параметров схемы замещения.

Таблица 6.2.1 – Номера билетов с номерами вопросов для сдачи зачета по Электрическим машинам

Номер билета	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номер вопроса	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14	П15
Номер вопроса	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т15

Продолжение таблицы 6.2.1

Номер билета	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номер вопроса	П1 6	П1 7	П1 8	П1 9	П2 0	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П1 0
Номер вопроса	Т1 6	Т1 7	Т1 8	Т1 9	Т2 0	Т2 0	Т1 9	Т1 8	Т1 7	Т1 6	Т1 5	Т1 4	Т1 3	Т1 2	Т1 1

Продолжение таблицы 6.2.1

Номер билета	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Номер вопроса	П1 1	П1 2	П1 3	П1 4	П1 5	П1 6	П1 7	П1 8	П1 9	П2 0	П1	П2	П3	П4	П5
Номер вопроса	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т1 0	Т1 1	Т1 2	Т1 3	Т1 4	Т1 5

### Вопросы для подготовки к экзаменам

#### АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ (первые вопросы билетов)

1. Устройство асинхронной машины. Устройство статора, распределение фазных зон статора. Устройство ротора, обмотки ротора, виды обмоток.
2. Устройство асинхронной машины. Схемы соединения трех фаз, обозначения выводных концов обмоток. Изображение трехфазной асинхронной машины на электротехнических чертежах.
3. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Зависимость частоты вращения магнитного поля. Дать определение основного признака асинхронной машины (что называется асинхронной машиной).
4. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Чем и при каких условиях создается вращающееся магнитное поле статора? Зависимость частоты вращения магнитного поля.
5. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Наведение ЭДС в обмотке ротора, создание электромагнитной силы и электромагнитного момента обмоткой ротора.

6. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Направление действия электромагнитного момента. Направление вращения ротора, частота вращения ротора относительно частоты вращения поля статора. Скольжение ротора.
7. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение ротора. Режимы работы асинхронной машины: холостой ход, короткое замыкание, двигательный и генераторный режимы.
8. Схема замещения асинхронной машины: Т-образная и Г-образная схемы замещения. Параметры схемы замещения асинхронной машины; поясните по каждому параметру, какие процессы работы реальной машины отражаются через параметры схемы замещения.
9. Т-образная схема замещения. Каким элементом на схеме замещения отражается преобразование электрической мощности в механическую? Запишите выражение электрической мощности, преобразуемой в механическую.
10. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Мощность машины: на выходе, на входе, потери мощности. Векторная диаграмма асинхронного двигателя.
11. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Коэффициент полезного действия, зависимость к.п.д. от нагрузки на валу.
12. Электромагнитный момент асинхронной машины. Написать и пояснить зависимость электромагнитного момента от напряжения фазы, числа пар полюсов, циклической частоты, скольжения ротора и параметров схемы замещения.
13. Электромагнитный момент асинхронной машины. Графическое изображение и пояснение электромагнитного момента от скольжения ротора. Поясните характерные точки: максимальный, номинальный и пусковой моменты.
14. Зависимость электромагнитного момента от напряжения, подведенного к обмотке статора, поясните это с помощью графика.
15. Зависимость электромагнитного момента от сопротивления, дополнительно вводимого в цепь ротора; поясните с помощью графика.
16. Механическая характеристика асинхронного двигателя, зависимость частоты вращения ротора от момента нагрузки, приложенного к ротору. Поясните характерные точки этой характеристики.
17. Построение механической характеристики асинхронного двигателя по пяти расчетным точкам: идеального холостого хода, номинального режима, максимального, минимального и пускового моментов.
18. Пуск и устойчивый режим работы асинхронного двигателя совместно с рабочей машиной. Пределы устойчивого режима работы: поясните с помощью графиков.
19. Рабочие характеристики асинхронного двигателя: зависимость мощности на входе  $P_1$ , тока статора, частоты вращения ротора  $n$ , момента на валу,  $\cos \varphi$ , к.п.д. от мощности на выходе  $P_2$  (поясните с помощью графиков).
20. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Способы регулирования. Частотный способ регулирования, поясните с помощью графиков механической характеристики. Достоинство и недостатки этого способа.
21. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Регулирование путем введения добавочного резистора в цепь ротора, поясните с помощью графиков механической характеристики. Достоинство и недостатки этого способа.

22. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Способы регулирования. Регулирование путем переключения числа пар полюсов обмоток статора, поясните с помощью графиков механической характеристики.
23. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя путем изменения подводимого напряжения, поясните с помощью графиков механической характеристики. Достоинство и недостатки этого способа.
24. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Способы регулирования, поясните особенности каждого способа, их достоинства и недостатки.
25. Режим короткого замыкания асинхронной машины. Короткое замыкание при лабораторных исследованиях. Внезапное короткое замыкание, чем оно опасно для состояния асинхронной машины.

### СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ (вторые вопросы билетов)

1. Устройство синхронной машины. Статор двухполюсной машины. Распределение фазных зон трехфазной обмотки двухполюсной машины, угол сдвига обмоток.
2. Устройство синхронной машины. Статор четырехполюсной машины. Распределение фазных зон трехфазной обмотки четырехполюсной машины, угол сдвига обмоток.
3. Устройство синхронной машины. Устройство ротора с неявновыраженными полюсами двухполюсной машины. Устройство обмотки возбуждения. Каким способом создается магнитное поле ротора?
4. Устройство синхронной машины. Устройство ротора с явновыраженными полюсами четырехполюсной синхронной машины. Устройство обмотки возбуждения. Каким способом создается магнитное поле ротора?
5. Изобразите статор и распределение фазных зон четырехполюсной синхронной машины. Запишите зависимость мгновенных значений ЭДС трех фаз  $e_A, e_B, e_C$ . Изобразите графики ЭДС трех фаз от времени и угла сдвига фаз.
6. Устройство синхронной машины с явновыраженными полюсами. Запишите и поясните зависимость частоты вращения магнитного поля. Дайте определение и поясните: что такое синхронная машина.
7. Основное понятие, определение «реакции якоря». Проявление реакции якоря при чисто активной нагрузке.
8. Основное понятие, определение «реакции якоря». Проявление реакции якоря при чисто индуктивной нагрузке.
9. Основное понятие, определение «реакции якоря». Проявление реакции якоря при чисто емкостной нагрузке.
10. Характеристики синхронного генератора. Характеристика холостого хода. Нормальная характеристика холостого хода. Изобразите график и поясните его.
11. Характеристики синхронного генератора. Характеристика короткого замыкания. Изобразите график и поясните его.
12. Характеристики синхронного генератора. Внешняя характеристика. Изобразите график внешней характеристики при активной и при активно-индуктивной нагрузках, сравните их.
13. Характеристики синхронного генератора. Регулировочная характеристика. Изобразите график регулировочной характеристики при активной и при активно-емкостной нагрузках, сравните их.

14. Параллельная работа синхронного генератора с сетью большой мощности. Назовите и поясните выполнение условий включения синхронного генератора для параллельной работы при точной синхронизации.
15. Параллельная работа синхронного генератора с сетью большой мощности. К чему приведет несоблюдение равенства действующих значений напряжений генератора и сети при включении их на параллельную работу.
16. Параллельная работа синхронного генератора с сетью большой мощности. К чему приведет несоблюдение равенства частот генератора и сети при включении их на параллельную работу.
17. Параллельная работа синхронного генератора с сетью большой мощности. К чему приведет несоблюдение равенства начальных фаз при включении генератора параллельно с сетью.
18. Параллельная работа синхронного генератора с сетью большой мощности. Включение синхронного генератора по методу «грубой» синхронизации, последовательность выполнения операций включения.
19. Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью большой мощности. Регулирование реактивной мощности синхронного генератора, при каких воздействиях на генератор получается уменьшение его реактивной мощности.
20. Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью большой мощности. Регулирование активной мощности синхронного генератора, при каких воздействиях на генератор получается увеличение активной мощности, отдаваемой в сеть.
21. Пуск синхронного двигателя в ход, последовательность действий по включению электрических цепей обмоток статора и ротора двигателя, и подаче тока на обмотку возбуждения.
22. Угловая характеристика синхронной машины, зависимость активной мощности от угла нагрузки. Запишите выражение угловой характеристики, изобразите график этой зависимости и поясните его.
23. Угловая характеристика синхронной машины с неявновыраженными полюсами, изобразите график и поясните его. Чем отличается режим генератора от режима двигателя.
24. Угловая характеристика синхронной машины с неявновыраженными полюсами, изобразите график и поясните его. Пределы устойчивой работы. Понятие «выход синхронной машины из синхронизма».
25. Угловая характеристика синхронной машины с явновыраженными полюсами без возбуждения обмотки ротора. Изобразите график и поясните его. Какая синхронная машина называется «реактивной»?

#### УСТРОЙСТВО ОБМОТОК ТРЕХФАЗНЫХ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (третий вопрос каждого билета)

1. Изобразить и пояснить схему трехфазной обмотки машины переменного тока (на примере индивидуального задания, либо по данным лабораторных работ А1, С1).

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
<b>Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап):</b> основные требования к эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	ПК-8	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
<b>Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап):</b> профессионально грамотно эксплуатировать электрические машины и технологического оборудования и электроустановок	ПК-8	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
<b>Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап):</b> навыками профессионально грамотно эксплуатировать электрические машины и технологическое оборудование и электроустановки.	ПК-8	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания



при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер листа			Дата внесения изменения	Дата введения изменения	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений
	изменен ного	нового	изъятого				
1	24	24	24	22.09.16	22.09.16	51	<i>АН</i>
2	24	24	24	22.09.17	22.09.17	51	<i>АН</i>
3	28-31	28-31	28-31	27.09.18	27.09.18	51	<i>АН</i>
4	28-31	24-31	24-31	20.09.19	20.09.19	51	<i>АН</i>
5	28-30	28-30	28-30	29.09.20	29.09.20	51	<i>АН</i>
6	28-30	28-30	28-30	31.08.21	31.08.21	51	<i>АН</i>
7							
8							
9							