



Программу составил: Сугаков В.Г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «19» июня 2021 г. № 10

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.



подпись

С.М. Корсаков

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

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Электрические машины» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности «Системы обеспечения движения поездов» и приобретение ими:

- знаний об устройстве, теории работы и характеристиках электрических машин и трансформаторов, конструкции, параметрах и типах электрических машин различного назначения, о направлениях совершенствования конструкции, технологии производства, а также эксплуатации и ремонта электрических машин и трансформаторов;

- умений с учетом характеристик, параметров и условий работы электрических машин и трансформаторов, применять и эксплуатировать их в системах обеспечения движения поездов, в электроприводах оборудования предприятий железнодорожного транспорта и промышленности;

- навыков экспериментального определения характеристик электрических машин и трансформаторов, расчета двигателей и трансформаторов, выбора типа и мощности трансформаторов и двигателей для устройства обеспечения движения поездов и оборудования предприятий железнодорожного транспорта (депо, ремонтных заводов и других).

## 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
<b>ОПК-4:</b> Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
<b>ОПК-4.5:</b> Применяет методы инженерных расчетов при проектировании элементов и устройств электрических машин	<b>Знать:</b> - режимы работы электрических машин и трансформаторов; - методы расчета привода, методы анализа электрических машин; - основы математического моделирования электрических машин;
	<b>Уметь:</b> - использовать методы анализа электрических машин; - моделировать процессы в электрических машинах; - проводить экспериментальные исследования электрических машин и трансформаторов;
	<b>Владеть:</b> - пакетами прикладных программ информационных технологий для моделирования процессов в электрических машинах и трансформаторах систем обеспечения движения поездов; - методами проведения экспериментального исследования электрических машин и трансформаторов - методами расчета и выбора электрических машин привода.

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

Учебная дисциплина «Электрические машины» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций. индикаторов
<b>Осваиваемая дисциплина</b>		
Б1.О. 25	Электрические машины	ОПК-4 (ОПК-4.5)
<b>Предшествующие дисциплины</b>		
<b>Дисциплины осваиваемые параллельно</b>		
<b>Последующие дисциплины</b>		
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-4 (ОПК-4.5)

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

### 3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы
		3
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	144	144
- зачетных единиц	4	4
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов</b>	13,75	13,75
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	13,75	13,75
в т.ч.:		
лекции	4	4
практические занятия	4	4
лабораторные работы	4	4
КА	1,5	1,5
КЭ	0,25	0,25
<b>Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)</b>	3,75	3,75
<b>Самостоятельная работа (всего), часов</b>	126,5	126,5
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы	-	-
расчетно-графической работы	-	-
реферата	-	-
курсовой работы	36	36
курсового проекта	-	-
Виды промежуточного контроля	ЗаО	ЗаО
Текущий контроль (вид, количество)	КР(1)	КР(1)

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

### **4.1. Темы и краткое содержание курса**

#### **Введение**

Цели, задачи и содержание дисциплины, ее роль в процессе формирования специалиста.

Классификация электрических машин, основные конструктивные исполнения. Принцип действия электрических машин. Электромеханическое преобразование энергии. Магнитное поле электрических машин.

#### **Тема 1. Трансформаторы**

Назначение, принцип действия и устройство трансформаторов. Классификация трансформаторов по назначению, числу фаз, способу охлаждения. Номинальные величины.

Теория рабочего процесса трансформатора, уравнение магнитодвижущих сил, уравнение электрического состояния.

Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к числу витков первичной. Векторная диаграмма и T-образная схема замещения трансформатора.

Упрощенная схема замещения и соответствующая ей векторная диаграмма. Напряжение короткого замыкания. Внешняя характеристика трансформатора.

Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора.

Определение параметров схемы замещения трансформатора из опытов холостого хода и короткого замыкания.

Потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки.

Магнитные системы трехфазных трансформаторов, их особенности и области применения. Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов: условия включения, распределение нагрузки.

Регулирование напряжения трансформаторов: способы регулирования, способы переключения ответвлений.

Автотрансформаторы и области их применения.

Измерительные трансформаторы: назначение, схемы включения, особенности эксплуатации. Специальные типы трансформаторов: сварочные трансформаторы, преобразовательные трансформаторы.

#### **Тема 2. Общие вопросы теории бесколлекторных электрических машин**

Основные типы электрических машин переменного тока, конструктивные схемы, устройство и принцип действия. Вращающееся магнитное поле

многофазной обмотки переменного тока: принцип образования, основные свойства.

Основные принципы выполнения многофазных обмоток переменного тока. Схемы обмоток. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока.

### **Тема 3. Асинхронные машины**

Устройство, принцип действия, классификация асинхронных машин, области применения. Теория рабочего процесса асинхронной машины: уравнение магнитодвижущих сил, уравнения электрического состояния обмоток статора и ротора, составленные на основе второго закона Кирхгофа.

Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора, T – образная схема замещения, векторная диаграмма. Расчет токов статора и ротора асинхронного двигателя по T – образной схеме замещения.

Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя. Зависимость электромагнитного момента от скольжения, напряжения питающей сети, сопротивления цепи обмотки ротора.

Механическая характеристика асинхронного двигателя.

Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, асинхронные короткозамкнутые двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, общая характеристика и сравнение способов регулирования.

Однофазный асинхронный двигатель: принцип действия, характеристики, способы пуска.

### **Тема 4. Синхронные машины**

Принцип действия и устройство синхронных машин. Конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.

Работа синхронного генератора. Векторная диаграмма синхронного генератора. Реакция якоря. Разложение МДС якоря на продольную и поперечную составляющие, приведение МДС и токов к условиям возбуждения.

Характеристики синхронных генераторов: характеристика холостого хода, внешняя, регулировочная.

Параллельная работа синхронных генераторов: способы включения на параллельную работу с сетью, регулирование активной и реактивной нагрузки при параллельной работе.

Электромагнитный момент синхронной машины. Угловая характеристика синхронной машины при параллельной работе с сетью. Статическая устойчивость синхронных машин.

Синхронный двигатель: векторные диаграммы, рабочие характеристики, способы пуска.

## Тема 5. Коллекторные машины

Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Достоинства и недостатки и области их применения. Назначение и свойства коллектора машины постоянного тока, как универсального механического преобразователя тока.

Реакция якоря машины постоянного тока.

Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока: электродвижущая сила обмотки якоря, электромагнитный момент.

Якорные обмотки машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчетные соотношения.

Коммутация в машинах постоянного тока. Общая характеристика причин искрения под щетками. Оценка степени искрения и настройка дополнительных полюсов.

Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Процесс и условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.

Электромеханические характеристики электродвигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.

Управление двигателями постоянного тока: пуск в ход и изменение направления вращения (реверсирование) двигателей. Торможение электродвигателей постоянного тока. Способы регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока.

## Тема 6. Основы электропривода

Основные понятия электропривода. Структурная схема электропривода. Механические характеристики производственных механизмов.

Уравнение движения электропривода. Классификация режимов работы электроприводов. Выбор мощности и типа двигателей с учетом их режима работы.

### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ЛР	ПЗ	
Введение	8				8
Тема 1. Трансформаторы	36	2	2	2	30
Тема 2. Общие вопросы теории бесколлекторных электрических машин	10				10
Тема 3. Асинхронные машины	26	2	2	2	20
Тема 4. Синхронные машины	20				20
Тема 5. Коллекторные машины	20				20
Тема 6. Основы электропривода	18,5				18,5
КА	1,5				
КЭ	0,25				
Контроль	3,75				
Итого	144	4	4	4	126,5

### 4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
Трансформаторы	2
Асинхронные машины	2
Всего	4

### 4.4. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторных работ	Количество часов
Исследование трехфазного трансформатора	2
Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2
Всего	4

### 4.5. Тематика курсовой работы

Тема: «Расчет маломощного трансформатора с воздушным охлаждением».

### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы по дисциплине

#### 5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
Введение	8	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 1. Трансформаторы	30	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 2. Общие вопросы теории бесколлекторных электрических машин	10	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 3. Асинхронные машины	20	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 4. Синхронные машины	20	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 5. Коллекторные машины	20	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 6. Основы электропривода	18,5	Выполнение курсовой работы, работа с литературой. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Итого	126,5	

## 5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения

- учебная литература – библиотека филиала, электронные библиотечные системы;
- методические рекомендации по выполнению курсовой работы;
- методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала.

### Фонд оценочных средств

#### Состав фонда оценочных средств

Вид оценочных средств	Количество
<b>Текущий контроль</b>	
Контрольная работа	Учебным планом не предусмотрено
Курсовая работа	1
<b>Промежуточный контроль</b>	
Зачет с оценкой	1

Фонд оценочных средств в приложении к рабочей программе.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы

### 7.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Коновалов, Ю. В.	Электрические машины. Раздел «Асинхронные машины»: учебное пособие	Иркутск: ИРНТУ, 2018. — 64 с. — режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/164004">https://e.lanbook.com/book/164004</a>	[Электронный ресурс]
Л1.2	Ионов, А. А.	Электрические машины. Машины постоянного и переменного тока: учебное пособие	Самара: СамГУПС, 2017. — 183 с. — режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/130306">https://e.lanbook.com/book/130306</a>	[Электронный ресурс]

### 7.2. Дополнительная литература

Л2.1	Ионов, А. А.	Электрические машины: задачник: учебное пособие	Самара: СамГУПС, 2019. — 115 с. — режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/145823">https://e.lanbook.com/book/145823</a>	[Электронный ресурс]
Л2.2	Епифанов, А. П.	Электрические машины: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 300 с. — режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/95139">https://e.lanbook.com/book/95139</a>	[Электронный ресурс]
Л2.3	Шумейко В.В., Орлов В.В., Седов В.И.	Электрические машины. Часть II. Машины переменного тока. Конспект лекций: учебное пособие	М.: МИИТ. - 2010. - 73 с.	50
Л2.4	Седов В.И., Орлов В.В., Шумейко В.В.,	Электрические машины. Часть III. Электропривод и специальные электрич. машины Конспект лекций: учебное пособие	М.: МИИТ.- 2009.- 76 с.	50

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

1. Официальный сайт филиала
3. Электронная библиотечная система
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

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

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные и лабораторные, практические занятия, участвовать в дискуссиях по установленным темам, проводить самостоятельную работу, выполнить курсовую работу, сдать зачет с оценкой.

Указания для освоения теоретического и практического материала

1. Обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. При подготовке к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

4. Рекомендуются следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, использовать рекомендованные ресурсы информационно - телекоммуникационной сети «интернет», а также использование библиотеки филиала для самостоятельной работы.

Выполнение и защита курсовой работы являются непременным условием для допуска к зачету с оценкой. Во время выполнения работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя

## **10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: MicrosoftOffice 2010 и выше.

**Профессиональные базы данных,  
используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)**

1. Mathcad – обучающий ресурс -
2. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина
3. Отраслевой электротехнический портал. Адрес ресурса:  
<https://marketelectro.ru/>

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

### **11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - аудитория № 604. Специализированная мебель: столы ученические - 10 шт., стулья ученические - 20 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций.

### **11.2. Перечень лабораторного оборудования**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Электрические машины», аудитория № 13. Специализированная мебель: столы ученические - 8 шт., стулья ученические - 28 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Лабораторное оборудование (стенды): «Исследование генераторов постоянного тока», «Исследование асинхронного двигателя с частотным управлением», «Исследование трехфазного трансформатора (прибор К506)», «Исследование трехфазного трансформатора (прибор К505)», «Исследование асинхронного двигателя с частотным управлением», «Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения», «Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения», «Исследование асинхронного двигателя», «Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения для стрелочных переводов», «Исследование трехфазного синхронного двигателя», «Исследование трехфазного трансформатора».

**Приложение к рабочей программе**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**«Электрические машины»**

# 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

## 1.1. Перечень компетенций и индикаторов

**ОПК-4:** Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

**Индикатор ОПК-4.5:** Применяет методы инженерных расчётов при проектировании элементов и устройств электрических машин

## 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- лекции - практические занятия по темам теоретического содержания - самостоятельная работа студентов по вопросам тем теоретического содержания	ОПК-4 (ОПК-4.5)
Этап 2. Формирование умений	- практические задания - самостоятельная работа студентов	ОПК-4 (ОПК-4.5)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- выполнение курсовой работы	ОПК-4 (ОПК-4.5)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	- проверка решений самостоятельно выполненных практических задач - тестирование текущих знаний - защита курсовой работы - зачет с оценкой	ОПК-4 (ОПК-4.5)

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-4 (ОПК-4.5)	- посещение лекционных и практических занятий - ведение конспекта лекций - посещение и активная работа на практических занятиях	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов;	устный ответ

Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-4 (ОПК-4.5)	- правильное и своевременное выполнение лабораторных работ	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных работ	отчет по лабораторным работам
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-4 (ОПК-4.5)	- наличие правильно выполненной курсовой работы	- курсовая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	курсовая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-4 (ОПК-4.5)	- защита курсовой работы - успешное прохождение тестирования - зачет с оценкой	- тестовые задания решены самостоятельно, в отведенное время, результат выше пороговых значений - курсовая работа выполнена в соответствии с требованиями - зачет с оценкой	устный ответ, решение задач

## 2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-4 (ОПК-4.5)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- режимы работы электрических машин и трансформаторов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы анализа электрических машин;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пакетами прикладных программ информационных технологий для моделирования процессов в электрических машинах и трансформаторах систем обеспечения движения поездов;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета привода, методы анализа электрических машин;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделировать процессы в электрических машинах;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения экспериментального исследования электрических машин и трансформаторов</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы математического моделирования электрических машин;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить экспериментальные исследования электрических машин и трансформаторов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета и выбора электрических машин привода.</li> </ul>

## 2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

### а) Шкала оценивания зачета с оценкой:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опирается на приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка «хорошо»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, но допускаются неточности; - индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне, но студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опирается на приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка «удовлетворительно»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы; - индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне с наличием неточностей и затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка «неудовлетворительно»	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикатора достижения компетенции.

### б) Шкала оценивания курсовых работ

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикатора достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Хорошо ориентируется в методиках расчета технических систем и направлениях исследования. Оперировать приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы работе без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Работа выполнена без ошибок.
оценка «хорошо»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикатора достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперировать приобретенными знаниями, умениями и навыками; имеются неточности в формулировании понятий. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. В работе имеются незначительные ошибки.
оценка «удовлетворительно»	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикатора достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. В работе имеются ошибки.
оценка «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижений компетенции

### 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-4 (ОПК-4.5)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- Лекции
	Этап 2. Формирование умений	- Практические занятия, лабораторные работы
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- курсовая работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- защита курсовой работы - вопросы к зачету с оценкой (приложение 1)

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков**

##### **Зачет с оценкой**

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет с оценкой проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

##### **Курсовая работа**

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. После проверки курсовая работа возвращается студентам для подготовки ее защите.

Защита курсовой работы проводится на сессии и является основанием для допуска студента к зачету с оценкой. При защите курсовой работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике курсовой работы.

**Тема:** «Расчет маломощного трансформатора с воздушным охлаждением».

##### **Лабораторная работа**

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание.

##### **Дискуссия**

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по темам, отведённых на практические занятия и лабораторные работы (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопросы студентам необходимо определить особенности в развитии геодезии в настоящее время в области строительства и эксплуатации железнодорожной инфраструктуры и железнодорожного пути.

##### **Практические занятия**

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются вопросы для обсуждения по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины)

**Вопросы к зачету с оценкой**

**Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»**

1. Классификация электрических машин, конструктивные основные исполнения.
2. Принцип действия электрических машин.
3. Электромеханическое преобразование энергии.
4. Магнитное поле электрических машин.
5. Расчёт магнитной цепи явнополюсных и неявнополюсных электрических машин.
6. Потери энергии в электрических машинах.
7. Коэффициент полезного действия электрических машин и зависимость его от нагрузки.
8. Нагревание и охлаждение электрических машин.
9. Стандартные номинальные режимы работы.
10. Номинальные технические данные электрических машин.
11. Принцип действия и устройство машин постоянного тока.
12. Достоинства и недостатки и области их применения.
13. Назначение и свойства коллектора машины постоянного тока, как универсального механического преобразователя тока.
14. Реакция якоря машины постоянного тока: искажение кривой распределения магнитной индукции при нагрузке, уменьшение магнитного потока и ЭДС из-за насыщения отдельных участков магнитной цепи.
15. Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока: электродвижущая сила обмотке якоря, электромагнитный момент.
16. Якорные обмотки машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчетные соотношения.
17. Коммутирование электрического состояния для цепей обмотки якоря и обмотки возбуждения машины постоянного тока.
21. Определение электромагнитного момента.
22. Характеристики генераторов с независимым, параллельным и смешанным возбуждением.
23. Процесс и условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.
24. Электромагнитные (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением и их расчет.
25. Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением и их расчёт.
26. Управление двигателями постоянного тока: пуск и изменение направления вращения (реверсирование) двигателей.
27. Торможение электродвигателей постоянного тока.
28. Виды электрического торможения и их характерные особенности.
29. Способы регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока, их сравнительная оценка.

30. Назначение, принцип и устройство трансформаторов.
31. Классификация трансформаторов по назначению, числу фаз, способу охлаждения. Номинальные величины.
32. Теория рабочего процесса трансформатора, уравнение магнитодвижущих сил, уравнение состояния обмоток.
33. Приведение параметров обмотки трансформатора к числу витков первичной.
34. Упрощённая схема замещения и соответствующая ей векторная диаграмма. Напряжение короткого замыкания.
35. Внешняя характеристика трансформатора.
36. Активные сопротивления и индуктивные сопротивления рассеяния трансформаторов, их расчет.
37. Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора.
38. Определение параметров схемы замещения трансформатора из опытов холостого хода и короткого замыкания.
39. Потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки.
40. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.
41. Процесс и условия самовозбуждением генераторов постоянного тока.
42. Рабочие характеристики асинхронного двигателя и расчёт их по T – образной схеме замещения.
43. Приведение параметров обмотки трансформатора к числу витков первичной.
44. Назначение, принцип и устройство трансформаторов. Номинальные величины.
45. Уравнение электрического состояния для цепей обмотки якоря и обмотки возбуждения машины постоянного тока.
46. Определение электромагнитного момента.

### **Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»**

1. Использовать магнитные системы трёхфазных трансформаторов, их особенности.
2. Читать схемы и группы соединения трёхфазных трансформаторов.
3. Использовать особенности параллельной работы трансформаторов: условия включения, распределения нагрузки.
4. Регулирование напряжения трансформаторов: способы регулирования, способы переключения ответвлений.
5. Использовать измерительные трансформаторы: назначение, схемы включения.
6. Использовать особенности эксплуатации автотрансформаторов, сварочные трансформаторы, преобразовательные трансформаторы.
7. Читать конструктивные схемы, устройство и принцип действия автотрансформаторов, сварочные трансформаторы, преобразовательные трансформаторы.

маторы.

8. Вращающееся магнитное поле многофазной обмотки переменного поля: принцип образования, основные свойства.

9. Устройство, принцип действия, классификация асинхронных машин, области применения.

10. Применять теорию рабочего процесса асинхронной машины: уравнение магнитодвижущих сил, уравнение электрического состояния обмоток статора и ротора, составленные на основе второго закона Кирхгофа.

11. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора, T – образная схема замещения, векторная диаграмма.

12. Определять зависимость токов от коэффициента скольжения.

13. Проводить расчёт механической мощности, полезной и подводенной мощности асинхронного двигателя.

14. Определять коэффициент полезного действия асинхронного двигателя.

15. Зависимость электромагнитного момента от скольжения, напряжения питающей сети, сопротивления обмотки ротора.

16. Влияние вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения магнитной цепи на величину пускового момента.

17. Расчёт асинхронного двигателя по T – образной схеме замещения.

18. Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

19. Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, общая характеристика и сравнение способов регулирования, законы одновременного регулирования частоты и напряжения питания, способы реализации. Электрическое торможение двигателя.

20. Способы пуска однофазного асинхронного двигателя.

21. Читать векторную диаграмму неявнополюсного генератора при симметричной смешанной нагрузке.

22. Способы пуска синхронный двигатель.

23. Составлять векторные диаграммы и рабочие характеристики синхронный двигатель,

24. Читать характеристику синхронных генераторов при автономной работе, а именно, характеристика холостого хода, установившегося короткого замыкания.

25. Читать характеристику синхронных генераторов при автономной работе, а именно, внешнюю регулировочную характеристику.

26. Регулирование активной и реактивной нагрузки при параллельной работе.

27. Угловая характеристика синхронной машины при параллельной работе с сетью большой мощности. Статическая устойчивость синхронных машин.

28. Читать векторные диаграммы, рабочие характеристики синхронных двигателей.

29. Определять потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки.

30. Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

31. Схемы и группы соединения трёхфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов: условия включения, распределения нагрузки в машинах постоянного тока: сущность процесса коммутации, природа щётчного контакта.

18. Общая характеристика причин искрения под щётками.

19. Оценка степени искрения и настройка дополнительных полюсов.

### **Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»**

Студент должен владеть навыками выбора типа и мощности трансформаторов и двигателей в электроприводах и оборудовании устройств автоматизации, телемеханики для оборудования тяговых подстанций.