

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института

*М. А. Х.*  
« 30 » *1* / 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

Направление подготовки	13.03.03 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль подготовки	Электрическое и электронное оборудование автомобилей и тракторов

г. Владимир, 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Электрические машины» является усвоение теории физических процессов преобразования энергии в индуктивных электромеханических преобразователях, необходимые для успешного освоения последующих дисциплин специальности.

**Задачами изучения являются:** знание теоретических и практических вопросов электромеханического преобразования энергии в электрических машинах, методы расчета электрических и магнитных цепей электромеханических преобразователей, расчетное и опытное определение параметров и основных характеристик электромеханических преобразователей энергии, расчет и построение выходных характеристик генераторов, рабочих и пусковых характеристик двигателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Настоящая дисциплина является базовой в структуре образовательной программы.

В учебном плане предусмотрены виды учебной работы: теоретические лекции, практические занятия, ориентированные на получение знаний и практических навыков, а также самостоятельная работа студентов, направленная на закрепление знаний по электрическим машинам.

Эта дисциплина, изучавши после получения студентом математической подготовки в объеме, предусмотренным Государственным образовательным стандартом ВО и знаний разделов физики в части электрических и магнитных явлений. Поэтому требованиями к «входным» знаниям студентов является освоение таких предшествующих дисциплин: математика, физика.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен понимать принципы работы со-	ОПК-1.1. Знает принципы работы современных информационных технологий и	Знать: принципы работы современных информационных технологий и ис-	Практико-ориентированное задание

<p>временных информационных технологий и использовать для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>использовать их для решения задач профессиональной деятельности; ОПК-1.2. Умеет использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности; ОПК-1.3. Владеет современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>пользовать их для решения задач профессиональной деятельности; Уметь: использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности; Владеть: современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности.</p>	
<p>ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.</p>	<p>ОПК-4.1. Знает методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. ОПК-4.2. Умеет провести анализ и смоделировать электрические цепи и электрические машины. ОПК-4.3. Владеет методами анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.</p>	<p>Знать: методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин. Уметь: провести анализ и смоделировать электрические цепи и электрические машины. Владеть: методами анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.</p>	<p>Практико-ориентированное задание</p>
<p>ОПК-5. Способен использовать свойства конструктивных</p>	<p>ОПК-5.1. Знает свойства конструктивных и электротехнических материалов в расчетах параметров</p>	<p>Знать: свойства конструктивных и электротехнических материалов в расчетах параметров и</p>	<p>Практико-ориентированное задание</p>

<p>и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</p>	<p>и режимов объектов профессиональной деятельности. ОПК-5.2. Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности. ОПК-5.3. Владеет методикой использования свойств конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>режимов объектов профессиональной деятельности. Уметь: использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности. Владеть: методикой использования свойств конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.</p>	
<p>ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК 6.1. Знает методы измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности. ОПК-6.2. Умеет измерять электрические и неэлектрических величины применительно к объектам профессиональной деятельности. ОПК-6.3. Владеет навыками проведения</p>	<p>Знать: методы измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности. Уметь: измерять электрические и неэлектрических величины применительно к объектам профессиональной деятельности. Владеть: навыками проведения измерения электрических и</p>	

	измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.	неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет:

для очной формы обучения: 4 зачетных единицы, 144 часа;

##### Тематический план

##### форма обучения – очная

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки	Самостоятельная работа		
1	Трансформаторы									
1.1	Устройство, принцип действия и рабочие процессы однофазного трансформатора	4	1	1				5		
1.2	Трехфазный трансформатор	4	2	1				5		
1.3	Параллельная работа трансформаторов	4	3	1				5		
1.4	Автотрансформаторы, трехобмоточные трансформаторы	4	4	1				5		
1.5	Трансформаторы	4	5	1				5	Рейтинг-	

	специального назначения								контроль №1
2	Электрические машины переменного тока								
2.1	Общие вопросы теории бесколлекторных машин переменного тока Асинхронные машины	4	6	1				5	
2.2	Устройство и принцип действия асинхронного двигателя	4	7	1				5	
2.3	Магнитная цепь асинхронной машины	4	8	1				5	
2.4	Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя (АД)	4	9	1				5	
2.5	Электромагнитный момент и рабочие характеристики АД	4	10	1				5	
2.6	Опытное определение параметров и расчет рабочих характеристик АД	4	11	1				5	
2.6	Пуск и регулирование частоты вращения трехфазных АД	4	12	0,5				2,5	
2.7	Однофазные конденсаторные АД	4	12	0,5				2,5	
2.8	Асинхронные машины специального назначения. Синхронные машины	4	13	0,5				2,5	
2.9	Устройство и способы возбуждения синхронных машин	4	13	0,5				2,5	

2.10	Магнитное поле и характеристики синхронных генераторов (СГ)	4	14	0,5				2,5	
2.11	Параллельная работа СГ	4	14	0,5				2,5	
2.12	Синхронный двигатель (СД) и синхронный компенсатор (СК)	4	15	0,5				2,5	
2.13	Синхронные машины специального назначения	4	15	0,5				2,5	Рейтинг-контроль №2
3	Электрические машины постоянного тока								
3.1	Принцип действия и устройство электрических машин постоянного тока	4	16	0,5				2,5	
3.2	Магнитное поле машины постоянного тока	4	16	0,5				2,5	
3.3	Коммутация в машинах постоянного тока	4	17	0,5				2,5	
3.4	Генераторы постоянного тока	4	17	0,5				2,5	
3.5	Двигатели постоянного тока	4	18	0,5				2,5	
3.6	Машины постоянного тока специального назначения	4	18	0,5				2,5	Рейтинг-контроль №3
	ИТОГО:	4		18		18		90	Зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Введение

Цель и содержание дисциплины. Распределение учебного времени, взаимосвязь с дисциплинами по специальности. Значение дисциплины для

специалистов в области эксплуатации, обслуживания и ремонта электрических машин и аппаратов.

## Раздел 1 Трансформаторы

Тема 1.1. Устройство, принцип действия и рабочие процессы однофазного трансформатора.

Студенты должны знать:

назначение, классификацию, устройство и принцип действия однофазного трансформатора;

уравнения ЭДС, МДС и токов однофазного трансформатора;

режимы ХХ и К. З. однофазного трансформатора;

внешнюю характеристику трансформатора;

определение коэффициента трансформации.

Содержание учебного материала

Определение понятия «трансформатор». Назначение область применения, принцип действия. Устройство и классификация. Уравнение ЭДС, МДС, токов трансформатора, коэффициент трансформации. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной. Схема замещения и векторная диаграмма приведенного трансформатора.

Режимы ХХ и К. З. трансформатора. Потери мощности КПД трансформатора, энергетическая диаграмма.

Внешняя характеристика трансформатора.

Лабораторная работа №1

Тема «Исследование силового двухобмоточного трансформатора методом ХХ и К. З.»

Тема 1.2 Трехфазный трансформатор Студенты должны знать:

основные принципы трансформирования трехфазного тока и схемы соединения обмоток трансформатора;

классификацию, конструкцию и область применения трехфазного трансформатора.

Содержание учебного материала

Трансформирование трехфазного тока. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Явления, возникающие при намагничивании магнитопроводов трансформатора. Влияние схемы соединения обмоток на отношение линейных напряжений трехфазных трансформаторов.

Особенности конструкции, классификация и область применения трехфазных трансформаторов. Потери мощности и КПД трансформатора.

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:



Чем объясняется несимметричность токов  $X_X$  в трехфазном трансформаторе?

Как изменится отношение линейных напряжений трехфазного трансформатора, если его обмотки переключить со схемы А на Y?

Тема 1.3. Параллельная работа трансформаторов.

Студенты должны знать:

группы соединения обмотки одно и трехфазного трансформаторов; условия и порядок включения трансформаторов на параллельную работу.

Содержание учебного материала

Группы соединения одного и трехфазного трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов: назначение, условия и порядок включения, распределение нагрузки между трансформаторами. Лабораторная работа №2

Тема «Опытное определение групп соединения трехфазного двухобмоточного трансформатора».

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

Что такое группа соединения и ее обозначения?

Какие основные группы предусмотрены для схемы соединения обмоток Y/Y и Y/A?

Как из основной группы можно получить производную?

Как изменится отношение линейных напряжений трансформатора, если нулевую группу соединения заменить на 11?

Условия включения трансформатора на параллельную работу?

Что такое фазировка трансформатора?

Тема 1.4. Автотрансформаторы, трехобмоточные трансформаторы Студенты должны знать:

конструкцию, принцип действия, назначение и эксплуатационные свойства автотрансформатора

принцип действия, назначение и особенности работы трехобмоточных трансформаторов.

Содержание учебного материала

Устройство и особенности рабочего процесса автотрансформаторов. Преимущества и недостатки, область применения автотрансформаторов.

Принцип действия, назначение, область применения, преимущества и недостатки трехобмоточных трансформаторов.

Тема 1.5. Трансформаторы специального назначения Студенты должны знать:

принцип действия, назначение и особенности работы трансформаторов для дуговой электросварки.

Содержание учебного материала

Назначение, особенности конструкции и работы сварочного трансформатора. Схема включения и внешние характеристики.

Раздел 2 Электрические машины переменного тока

Тема 2.1. Общие вопросы теории бесколлекторных машин переменного тока

Студенты должны знать:

устройства асинхронных и синхронных машин;

типы обмоток статора, принцип получения вращающегося магнитного поля в трехфазной обмотке статора.

Содержание учебного материала:

Принцип действия синхронного генератора. Устройство статора синхронной и асинхронной машин. Принцип выполнения и основные типы обмоток статора. ЭДС фазной обмотки статора. Магнитодвижущая сила (МДС) сосредоточенной и распределенной обмотки статора. МДС трехфазной обмотки статора. Принцип получения вращающегося магнитного поля в обмотке статора.

Самостоятельная работа студентов

Изучить однослойные обмотки статора, изоляцию обмоток статора. Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

Каковы достоинства и недостатки двухслойных и однослойных обмоток статора?

Что такое диаметральный (полный) и укороченный шаг обметки?

Какие методы подавления высших пространственных гармоник применяются в машинах переменного тока?

Какова зависимость частоты вращения МДС обмотки статора ( $n_1$ ) от частоты тока ( $f_1$ ) в числа полюсов ( $p$ ) в обмотке статора?

Как изменить направление вращения МДС обмотки статора?

Асинхронные машины

Тема 2.2. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя

Студенты должны знать:

Назначение и область применения асинхронных машин.

конструкцию асинхронных двигателей, принцип действия, основные параметры.

Студенты должны уметь:

объяснять принцип действия асинхронного двигателя, соединять обмотки статора в звезду и треугольник.

Содержание учебного материала

Особенности конструкции АД с короткозамкнутым ротором и замкнутым ротором. Принцип действия (прямой пуск) АД.

Понятие о круговом, эллиптическом и пульсирующем магнитных полях. Основные параметры АД.

Режимы работы асинхронной машины. Маркировку выводов обмоток статора АД. Соединения обмоток статора звездой (Y) и треугольником (Δ).  
Лабораторная работа №3

Тема «Исследование трехфазного асинхронного двигателя методом непосредственной нагрузки».

Тема 2.3. Магнитная цепь асинхронной машины

Студенты должны знать:

назначение и состав магнитной системы машины.

Содержание учебного материала

Основные понятия, назначения и состав магнитной системы машины.

Расчет магнитной цепи АД.

Магнитные потоки рассеивания асинхронной машины. Роль зубцов сердечника в наведении ЭДС и создании электромагнитного потока. Лабораторная работа №4

Тема «Исследование способов пуска трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором».

Тема 2.4. Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя.

Требования к знаниям и умениям студентов

Студенты должны знать:

векторную диаграмму и схемы замещения асинхронного движения.

Студенты должны уметь:

рассчитывать потери и КПД асинхронного движения.

Содержание учебного материала

Уравнение напряжения, МДС и токов АД. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора. Векторная диаграмма и схема замещения АД. Потери и КПД АД.

Самостоятельная работа студентов.

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

В чем сходство и различие между АД и трансформатором?

Каков порядок построения векторной диаграммы?

В чем отличие Г-образной схемы от Т-образной?

Почему с увеличением механической нагрузки на вал АД возрастает потребляемая двигателем из сети?

Какие виды потерь имеют место в АД?

Почему магнитные потери в сердечнике ротора не учитывают?

Тема 2.5 Электромагнитный момент и рабочие характеристики АД

Студенты должны знать:

рабочий процесс и основные характеристики трехфазного АД.

Студенты должны уметь:

снимать механические и рабочие характеристики АД;

рассчитать мощность асинхронного двигателя.

Содержание учебного материала

Электромагнитный момент АД, его зависимость от скольжения. Максимальный момент и критическое скольжение. Пусковой момент. Перегрузочная способность АД. Влияние напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора на форму механической характеристики АД. Рабочие характеристики. Способы улучшения.

Самостоятельная работа студентов

Изучить самостоятельно электромагнитные моменты от высших пространственных гармоник магнитного поля АД.

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

Почему график  $\Pi = f(P_1)$  не выходит из начала координат?

Почему при нагрузке двигателя меньше номинальной его  $\cos \varphi$  имеет низкие значения?

Какими причинами вызван «провал» в механической характеристике?

Каковы меры для ослабления паразитных моментов в двигателях?

При каких условиях высшие пространственные гармоники поля создают в АД двигательный, генераторный и тормозной режимы?

Тема 2.6. Опытное определение параметров и расчет рабочих характеристик АД

Студенты должны знать:

косвенный метод получения данных для построения рабочих характеристик АД.

Студенты должны уметь:

осуществлять построение рабочих характеристик АД по круговой диаграмме;

собирать схемы опытов ХХ и КЗ.

Содержание учебного материала

Опыты холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ) АД.

Схемы опытов, порядок проведения и использования результатов опыта для расчета параметров схемы замещения АД.

Лабораторная работа №5

Тема «Исследование трехфазного асинхронного двигателя, с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания».

Тема 2.7 Пуск и регулирование частоты вращения трехфазных АД Студенты должны знать:

способы пуск АД с короткозамкнутым и фазным ротором;  
способы регулирования частоты вращения трехфазных АД.

Студенты должны уметь:

осуществить запуск АД с КЗ и фазным ротором;

Рассчитать мощность АД.

Содержание учебного материала

Пусковые свойства трехфазных АД с КЗ обмоткой ротора. Способы пуска АД. Пуск АД с фазным ротором. Понимание об АД с улучшенными пусковыми свойствами.

Способы регулирования частоты вращения АД.

Лабораторная работа №6

Тема «Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах».

Самостоятельная работа студентов

Изучить короткозамкнутые АД с улучшенными пусковыми характеристиками.

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

Какими показателями характеризуются пусковые свойства АД?

Как лучше уменьшить пусковой ток: снижением подводимого к двигателю напряжения или увеличением активного сопротивления в цепи обмотки ротора?

Достоинства и недостатки «прямого» пуска АД?

Способы пуска АД при пониженном напряжении?

В чем суть эффекта вытеснения тока, почему он возникает при пуске и почти исчезает при его работе?

Почему бутылочная форма паза ротора способствует лучшему проявлению эффекта вытеснения тока?

Почему при частотном способе регулирования частоты вращения необходимо одновременно с частотой изменять и напряжение?

Тема 2.8 Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели Студенты должны знать:

особенности конструкции и схемы включения однофазных и конденсаторных асинхронных двигателей.

Студенты должны уметь:

собрать схему включения трехфазного АД в однофазную цепь.

Содержание учебного материала Принцип действия и пуск однофазного АД.

Условия для получения вращающегося магнитного поля и фазосдвигающие элементы.

Конденсаторные АД. Выбор рабочей и пусковой емкости. Лабораторная работа №6 (продолжение)

Тема «Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах».

Самостоятельная работа студентов

Изучить работу трехфазных АД в однофазной сети

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

Почему в однофазных АД пусковой момент равен нулю?

В каких случаях вращающееся поле статора является круговым, а в каких - эллиптическим?

В чем конструктивная разница между однофазным и конденсаторным двигателем?

Когда в качестве фазосдвигающего элемента включают емкость, а когда - резистор?

Для какого режима нагрузка конденсаторного АД подбирают рабочую емкость?

С какой целью в цепь конденсаторных АД включают пусковую емкость и как ее включают?

Схемы включения конденсаторного АД в трехфазную сеть?

Тема 2.9 Асинхронные машины специального назначения. Студенты должны знать:

назначение, область применения, конструкцию и эксплуатационные свойства используемых АД, асинхронных тахогенераторов, сельсинов и вращающихся трансформаторов.

Студенты должны уметь:

осуществить сборку схемы индуктивного регулятора напряжения.

Содержание учебного материала

Назначение и область применения исполнительных АД. Типы исполнительных АД.

Устройство и принцип действия индукционного регулятора напряжения и фазорегулятора. Асинхронный преобразователь частоты

(АПЧ). Сельсины контактные и бесконтактные, работа их в индикаторных и трансформаторных режимах. Асинхронные тахогенераторы с полным ротором, их назначение, принцип работы и основные характеристики.

Синхронные машины

Тема 2.10 Устройство и способы возбуждения синхронных машин Студенты должны знать:

назначение, область применения, конструкцию синхронных машин (СМ) с явно выраженными и неявно выраженными полюсами; способы возбуждения СМ.

Студенты должны уметь:

объяснять принцип действия синхронных машин.

Содержание учебного материала

Назначение, область применения, устройство и типы синхронных машин. Способы возбуждения СМ. особенности конструкции гидрогенераторов, турбогенераторов, дизельгенераторов.

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

Объяснить назначение тиристорного преобразователя в системе самовозбуждения синхронного генератора (СГ).

Различие в устройстве явно и неявнополюсных роторов?

Каковы способы крепления полюсов в СМ с явно полюсным ротором?

Объяснить неравномерность воздушного зазора в СМ.

Тема 2.11 Магнитное поле и характеристики СГ

Студенты должны знать:

магнитную цепь СМ;

основные уравнения ЭДС, и векторные диаграммы;

характеристики СГ.

Студенты должны уметь:

объяснить характер внешней характеристики СГ при активной, индуктивной и емкостной нагрузках;

рассчитывать ЭДС обмотки статора, потери и КПД синхронных машин.

Содержание учебного материала

Магнитная цепь и магнитное поле СМ. Реакция якоря в трехфазном СГ при различных видах нагрузки. МДС статора и ее составляющие по поперечной и продольной осми. Уравнение ЭДС. Характеристики холостого хода, короткого замыкания, внешние и регулировочные. Потери и КПД.

Лабораторная работа №7

Тема «Исследование трехфазного синхронного двигателя»

Тема 2.12 Параллельная работа синхронных генераторов

Студенты должны знать:

условия, включающие генераторов на параллельную работу.

Студенты должны уметь:

определять с помощью синхроскопа правильность соблюдения условий включения СГ на параллельную работу с сетью.

Содержание учебного материала

Включение СГ на параллельную работу и способы синхронизации. Нагрузка генератора, включенного на параллельную работу. Угловые характеристики СГ. Синхронизирующая способность синхронных машин. У-образные кривые синхронного генератора

Тема 2.13 Синхронный двигатель и синхронный компенсатор

Студент должен знать:

отличительные особенности и назначения синхронных двигателей (СД) и синхронных компенсаторов (СК).

Студент должен уметь:

осуществлять пуск и снимать рабочие характеристики СД.

Содержание учебного материала

Конструкция и принцип действия СД. Пуск СД. Моменты входа в синхронизм и выхода из синхронизма. Назначение, конструкцию схему включения и принцип действия СК.

Лабораторная работа №7 (продолжение)

Тема «Исследование трехфазного синхронного двигателя»

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие контрольные вопросы:

При каких условиях СД работают с отстающим током, а при каких с опережающим?

Что такое выпадение СД из синхронизма и при каких условиях оно происходит?

С какой целью при асинхронном пуске СД обмотку возбуждением заменяют на активное сопротивление.

Тема 2.14 Синхронные машины специального назначения Студент должен знать:

конструкцию реактивного и гистерезисного двигателя;

конструкцию, назначение и область применения шагового двигателя.

Содержание учебного материала

Конструкция, принцип действия, рабочие характеристики, область применения, достоинства и недостатки реактивного и гистерезисного СД.

Назначение, устройство и принцип действия шагового двигателя. Особенности и виды микромашин переменного тока.

Примеры использования синхронных машин специального назначения для автоматических устройств.

Раздел 3. Электрические машины постоянного тока



Тема 3.1. Принцип действия и устройство электрических машин постоянного тока (МПТ).

Требования к знаниям и умениям студентов

Студент должен знать:

Закон электромагнитной индукции и электромагнитных сил;

принцип обратимости машин;

устройство и назначение основных конструктивных узлов МПТ;

назначение коллектора;

принцип выполнения обмоток якоря;

выражение, ЭДС обмотки и электромагнитного момента.

Содержание учебного материала

Основные законы, лежащие в основе принципа действия МПТ. Принцип действия генераторов и двигателей постоянного тока.

Устройство коллекторной машины постоянного тока, основные и конструктивные части машины: статор, индикатор, якорь, контактные пары.

Назначение коллектора в МПТ. Принцип выполнения обмоток якоря. Виды обмоток и области применения. Выражение ЭДС якоря и электромагнитного момента МПТ. Роль зубцов якоря в наведении ЭДС и создания электромагнитных сил электрической машины.

Лабораторная работа №10

Тема «Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения»

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие вопросы:

Отличие обмоток якоря МПТ от обмоток статора машин переменного тока?

Какие параметры характеризуют обмотку якоря?

Сколько параллельных ветвей имеет обмотка якоря шести полюсной МПТ в случае простой петлевой и простой волновой обмоток якоря?

В каких обмотках якоря применяют уравниватели первого и второго рода?

Достоинства комбинированной обмотки?

Чем руководствуются при выборе типа обмотки якоря?

Тема 3.2. Магнитное поле машины постоянного тока Студент должен знать:

конструкцию магнитного вала и основные участки магнитной цепи;

магнитную характеристику МПТ;

действия реакции якоря на основное магнитное поле машины;

назначение и конструкцию компенсационной обмотки.

Содержание учебного материала

Конструкция магнитопроводов МПТ. МДС обмотки возбуждения в режиме холостого хода (ХХ). Магнитная цепь и ее участки. Магнитная характеристика МПТ. Реакция якоря в МПТ. Магнитное поле машины при нагрузке. Учет размагничивающегося реакции якоря. Компенсационная обмотка, ее назначение, конструкция и область применения.

Тема 3.3 Коммутация в машинах постоянного тока

Студенты должны знать:

причины возникновения искрения на коллекторе;

сущность процесса коммутации;

способы улучшения коммутации.

Содержание учебного материала

Причины, вызывающие искрение в коллекторе. Шкала искрения по ГОСТ. Сущность процесса коммутации, виды коммутации и способы ее улучшения.

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие вопросы

Дать характеристику каждой степени искрения, предусмотренную ГОСТом.

почему прямолинейная коммутация не сопровождается искрением?

какие причины, вызывающие искрение возникают при замедленной криволинейной коммутации?

назначение добавочных полюсов

какие причины, способы вызвать круговой огонь по коллектору?

Тема 3.4 Генераторы постоянного тока Студенты должны знать:

назначение, эксплуатационные свойства и область применения генераторов постоянного тока (ГПТ);

классификацию ГПТ по способу возбуждения;

уравнения ЭДС и моментов ГПТ.

Студенты должны уметь:

объяснять принцип действия ГПТ

составлять схемы включения ГПТ с независимым, параллельным и смешанным возбуждением.

Объяснить ход внешних и регулировочных характеристик

Содержание учебного материала

Назначение и область применения ГПТ.

Уравнение ЭДС и моментов ГПТ. Классификация ГПТ по способу возбуждения. Генераторы независимого параллельного и смешанного возбуждения: схемы включения, принцип работы.

## Лабораторная работа №8

Тема «Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения»

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие вопросы:

Какими исходными знаниями надо располагать для построения характеристического треугольника в ГПТ независимого возбуждения?

Почему нагрузочная характеристика располагается ниже характеристики ХХ?

Какие условия, необходимые для самовозбуждения ГПТ параллельного возбуждения?

Что такое критическая частота вращения?

Почему внешняя характеристика ГПТ параллельного возбуждения имеет более падающий вид, чем внешняя характеристика ГПТ независимого возбуждения

Что такое встречное и согласное возбуждение у ГПТ смешанного возбуждения?

Почему с увеличением нагрузки ГПТ смешанного возбуждения напряжение на выходе при встречном включении уменьшается в большей степени, чем при согласном включении обмоток возбуждения?

Достоинства и недостатки ГПТ смешанного возбуждения по сравнению с ГПТ параллельного возбуждения.

Тема 3.5 Двигатели постоянного тока Студенты должны знать: назначение, область применения и эксплуатационные свойства двигателей постоянного тока (ДПТ)

уравнение ЭДС и моментов ДПТ  
сравнительные свойства ДПТ с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением

способы регулирования скорости, условия и особенности пуска ДПТ

Студенты должны уметь:  
объяснять принцип действия двигателей постоянного тока;  
составлять простейшие электрические схемы с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением;  
оценивать характер изменения токов, скорости вращающегося момента двигателя при изменении механической нагрузки на валу;  
осуществлять запуск, регулирование двигателей постоянного тока;  
пользоваться справочной литературой и каталогом по двигателям постоянного тока;

рассчитывать потери и коэффициент полезного действия.

## Содержание учебного материала

Назначение и область применения двигателей постоянного тока. уравнение ЭДС и моментов для постоянного тока. Классификация двигателей постоянного тока по способу возбуждения. Пуск, реверс, регулирование скорости двигателей постоянного тока. Основные преимущества двигателей постоянного тока. электрическая схема, механические и электрические характеристики двигателей с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.

Сравнительные свойства двигателей.

Потери и коэффициент полезного действия машины постоянного тока.

Лабораторная работа №9

Тема «Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения»

Самостоятельная работа студентов

Ответить письменно на следующие вопросы:

Как влияет величина основного магнитного потока на частоту вращения и на электромагнитный момент ДПТ?

Каковы способы регулирования частоты вращения в ДПТ независимого и последовательного возбуждения?

Какие способы ограничения пускового тока применяют в ДПТ?

Сравнить ДПТ параллельного и последовательного возбуждения по их регулировочным свойствам.

В чем разница в конструкции коллекторных ДПТ и двигателей переменного тока?

Тема 3.6 Машины постоянного тока специального назначения Студенты должны знать:

устройство, принцип действия и область применения тахогенератора постоянного тока;

устройство, принцип действий, область применения бесконтактных ДПТ;

особенности и виды микромашин постоянного тока.

Содержание учебного материала

Назначение, область применения, конструкция и принцип действия тахогенераторов и бесконтактных ДПТ.

Особенности и виды микромашин постоянного тока.

Примеры использования МПТ специального назначения для автоматических устройств.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1 Текущий контроль осуществляется в виде рейтинг-контролей, посредством развернутых ответов на вопросы:

- рейтинг-контроль №1:

- Назначение, классификацию, устройство и принцип действия однофазного трансформатора;
- уравнения ЭДС, МДС и токов однофазного трансформатора;
- режимы ХХ и К. З. однофазного трансформатора;
- внешнюю характеристику трансформатора;
- определение коэффициента трансформации.
- основные принципы трансформирования трехфазного тока и схемы соединения обмоток трансформатора;
- классификацию, конструкцию и область применения трехфазного трансформатора.
- группы соединения обмотки одно и трехфазного трансформаторов;
- условия и порядок включения трансформаторов на параллельную работу.
- конструкцию, принцип действия, назначение и эксплуатационные свойства автотрансформатора
- принцип действия, назначение и особенности работы трехобмоточных трансформаторов.
- принцип действия, назначение и особенности работы трансформаторов для дуговой электросварки.

- рейтинг-контроль №2:

- Устройства асинхронных и синхронных машин;
- типы обмоток статора, принцип получения вращающего магнитного поля в трехфазной обмотке статора.
- Назначение и область применения асинхронных машин.
- конструкцию асинхронных двигателей, принцип действия, основные параметры.
- назначение и состав магнитной системы машины.
- векторную диаграмму и схемы замещения асинхронного движения.
- рабочий процесс и основные характеристики трехфазного АД.
- косвенный метод получения данных для построения рабочих характеристик АД.

- способы пуск АД с короткозамкнутым и фазным ротором;
  - способы регулирования частоты вращения трехфазных АД.
  - особенности конструкции и схемы включения однофазных и конденсаторных асинхронных двигателей.
  - назначение, область применения, конструкцию и эксплуатационные свойства используемых АД, асинхронных тахогенераторов, сельсинов и вращающихся трансформаторов.
  - назначение, область применения, конструкцию синхронных машин (СМ) с явно выраженными и неявно выраженными полюсами;
  - способы возбуждения СМ.
  - магнитную цепь СМ;
  - основные уравнения ЭДС, и векторные диаграммы;
  - характеристики СГ.
  - условия, включающие генераторов на параллельную работу.
  - отличительные особенности и назначения синхронных двигателей (СД) и синхронных компенсаторов (СК).
  - конструкцию реактивного и гистерезисного двигателя;
  - конструкцию, назначение и область применения шагового двигателя.
- рейтинг-контроль №3:
- Закон электромагнитной индукции и электромагнитных сил;
  - принцип обратимости машин;
  - устройство и назначение основных конструктивных узлов МПТ;
  - назначение коллектора;
  - принцип выполнения обмоток якоря;
  - выражение, ЭДС обмотки и электромагнитного момента.
  - конструкцию магнитного вала и основные участки магнитной цепи;
  - магнитную характеристику МПТ;
  - действия реакции якоря на основное магнитное поле машины;
  - назначение и конструкцию компенсационной обмотки.
  - причины возникновения искрения на коллекторе;
  - сущность процесса коммутации;
  - способы улучшения коммутации.
  - назначение, эксплуатационные свойства и область применения генераторов постоянного тока (ГПТ);
  - классификацию ГПТ по способу возбуждения;
  - уравнения ЭДС и моментов ГПТ.

- назначение, область применения и эксплуатационные свойства двигателей постоянного тока (ДПТ)
- уравнение ЭДС и моментов ДПТ
- сравнительные свойства ДПТ с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением
- способы регулирования скорости, условия и особенности пуска ДПТ
- устройство, принцип действия и область применения тахогенератора постоянного тока;
- устройство, принцип действия, область применения бесконтактных ДПТ;
- особенности и виды микромашин постоянного тока.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации:

1. Назначение, классификацию, устройство и принцип действия однофазного трансформатора;
2. уравнения ЭДС, МДС и токов однофазного трансформатора;
3. режимы ХХ и К. З. однофазного трансформатора;
4. внешнюю характеристику трансформатора;
5. определение коэффициента трансформации.
6. основные принципы трансформирования трехфазного тока и схемы соединения обмоток трансформатора;
7. классификацию, конструкцию и область применения трехфазного трансформатора.
8. группы соединения обмотки одно и трехфазного трансформаторов;
9. условия и порядок включения трансформаторов на параллельную работу.
10. конструкцию, принцип действия, назначение и эксплуатационные свойства автотрансформатора
11. принцип действия, назначение и особенности работы трехобмоточных трансформаторов.
12. принцип действия, назначение и особенности работы трансформаторов для дуговой электросварки.
13. Устройства асинхронных и синхронных машин;
14. типы обмоток статора, принцип получения вращающегося магнитного поля в трехфазной обмотке статора.
15. Назначение и область применения асинхронных машин.
16. конструкцию асинхронных двигателей, принцип действия, основные параметры.

- 17.назначение и состав магнитной системы машины.
- 18.векторную диаграмму и схемы замещения асинхронного движения.
- 19.рабочий процесс и основные характеристики трехфазного АД.
- 20.косвенный метод получения данных для построения рабочих характеристик АД.
- 21.способы пуск АД с короткозамкнутым и фазным ротором;
- 22.способы регулирования частоты вращения трехфазных АД.
- 23.особенности конструкции и схемы включения однофазных и конденсаторных асинхронных двигателей.
- 24.назначение, область применения, конструкцию и эксплуатационные свойства используемых АД, асинхронных тахогенераторов, сельсинов и вращающихся трансформаторов.
- 25.назначение, область применения, конструкцию синхронных машин (СМ) с явно выраженными и неявно выраженными полюсами;
- 26.способы возбуждения СМ.
- 27.магнитную цепь СМ;
- 28.основные уравнения ЭДС, и векторные диаграммы;
- 29.характеристики СГ.
- 30.условия, включающие генераторов на параллельную работу.
- 31.отличительные особенности и назначения синхронных двигателей (СД) и синхронных компенсаторов (СК).
- 32.конструкцию реактивного и гистерезисного двигателя;
- 33.конструкцию, назначение и область применения шагового двигателя.
- 34.Закон электромагнитной индукции и электромагнитных сил;
- 35.принцип обратимости машин;
- 36.устройство и назначение основных конструктивных узлов МПТ;
- 37.назначение коллектора;
- 38.принцип выполнения обмоток якоря;
- 39.выражение, ЭДС обмотки и электромагнитного момента.
- 40.конструкцию магнитного вала и основные участки магнитной цепи;
- 41.магнитную характеристику МПТ;
- 42.действия реакции якоря на основное магнитное поле машины;
- 43.назначение и конструкцию компенсационной обмотки.
- 44.причины возникновения искрения на коллекторе;
- 45.сущность процесса коммутации;
- 46.способы улучшения коммутации.
- 47.назначение, эксплуатационные свойства и область применения генераторов постоянного тока (ГПТ);
- 48.классификацию ГПТ по способу возбуждения;



- 49.уравнения ЭДС и моментов ГПТ.
- 50.назначение, область применения и эксплуатационные свойства двигателей постоянного тока (ДПТ)
- 51.уравнение ЭДС и моментов ДПТ
- 52.сравнительные свойства ДПТ с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением
- 53.способы регулирования скорости, условия и особенности пуска ДПТ
- 54.устройство, принцип действия и область применения тахогенератора постоянного тока;
- 55.устройство, принцип действий, область применения бесконтактных ДПТ;
- 56.особенности и виды микромашины постоянного тока.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

1. Электрическое поле
2. Электрические цепи постоянного тока
3. Электромагнетизм
4. Электрические цепи переменного тока
5. Электрические измерения
6. Трёхфазные электрические цепи.
7. Трансформаторы
8. Электромашинны переменного тока
9. Электрические машины постоянного тока
- 10.Основы электропривода
- 11.Передача и распределение электрической энергии
- 12.Электронные приборы
- 13.Электронные выпрямители и стабилизаторы
- 14.Электронные усилители
- 15.Электронные генераторы и измерительные приборы

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
Гордеев-Бургвиц, М. А. Общая	2015	<a href="https://www.iprbookshop.ru/354">https://www.iprbookshop.ru/354</a>

<p>электротехника и электроника : учебное пособие / М. А. Гордеев-Бургвиц. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 331 с. — ISBN 978-5-7264-1086-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/35441.html">https://www.iprbookshop.ru/35441.html</a>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей</p>		41.html
<p>2 Сундуков, В. И. Общая электротехника и основы электроснабжения : учебное пособие / В. И. Сундуков. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-7829-0538-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/73311.html">https://www.iprbookshop.ru/73311.html</a> (дата обращения: 04.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей</p>	2017	<a href="https://www.iprbookshop.ru/73311.html">https://www.iprbookshop.ru/73311.html</a>
<p>3. Ермуратский, П. В. Электротехника и электроника / П. В. Ермуратский, Г. П. Лычкина, Ю. Б. Минкин. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-4488-0135-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/88013.html">https://www.iprbookshop.ru/88013.html</a>. — Режим доступа: для авторизир.</p>	2019	<a href="https://www.iprbookshop.ru/88013.html">https://www.iprbookshop.ru/88013.html</a>

зир. пользователей		
Дополнительная литература		
1. Меньшенин, С. Е. Теоретические основы электротехники и электроники : практикум / С. Е. Меньшенин. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-4497-0380-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/92319.html">https://www.iprbookshop.ru/92319.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/92319">https://doi.org/10.23682/92319</a>	2020	<a href="https://www.iprbookshop.ru/92319.html">https://www.iprbookshop.ru/92319.html</a>
Тонн, Д. А. Электротехника и электроника: теория и лабораторная практика : учебное пособие / Д. А. Тонн. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 139 с. — ISBN 978-5-7731-0759-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/93348.html">https://www.iprbookshop.ru/93348.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	2019	<a href="https://www.iprbookshop.ru/93348.html">https://www.iprbookshop.ru/93348.html</a>
Дудченко, О. Л. Электротехника и электроника : лабораторный практикум / О. Л. Дудченко, Г. Б. Федоров. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 70 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/98145.html">https://www.iprbookshop.ru/98145.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	2019	<a href="https://www.iprbookshop.ru/98145.html">https://www.iprbookshop.ru/98145.html</a>

## 6.2. Периодические издания

Перечень научно-технических журналов:

1. Справочник. Инженерный журнал
2. Энергия: экономика, техника, экология
3. Электротехника. Сводный том.
4. Энергосбережение.
5. Электроника: Наука, технология, бизнес
6. Электротехника.

## 6.3. Интернет-ресурсы

- ИПС «Консультант Плюс» - [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
- ИСС «ГАРАНТ» - [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
- Виртуальный читальный зал диссертаций РГБ - <https://dvs.rsl.ru>
- ЭБС «Библиотех» - <https://vlsu.bibliotech.ru>
- ЭБС «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза» - [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Лань» - [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
- ЭБС «ZNANIUM.COM» - [www.ZNANIUM.COM](http://www.ZNANIUM.COM)
- ЭБС «IPRbooks» - [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
- ЭБС «Академия» - [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)
- ЭБС «БиблиоРоссика» - [www.bibliorossica.com](http://www.bibliorossica.com)
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
- NORMA CS – [www.normacs.ru](http://www.normacs.ru)
- «Кодекс»/«Техэксперт» - [www.entd.ru](http://www.entd.ru)
- МАРС АРБИКОН - [www.arbicon.ru](http://www.arbicon.ru)
- ЭБД "Scopus" - [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- ЭБС "Научная электронная библиотека" - <http://elibrary.ru>


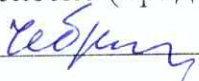
## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации дисциплины «Электрические машины» имеются помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лекционные занятия проводятся в аудитории: 306-2.

Практические занятия проводятся в аудитории: 514-3.

Рабочую программу составил доцент кафедры АТ, к.т.н., Колов Д.А.

  
\_\_\_\_\_  
Рецензент (представитель работодателя): Начальник ПО ООО «МФ-Электро»  
 Ю.С. Чебрякова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн  
Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой ЭтЭн Бадалян Н.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника», направленность: Электрическое и электронное оборудование автомобилей и тракторов  
Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии зав. кафедрой 

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

### РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины «Электрические машины»

образовательной программы направления подготовки я 13.03.02 - «Электро-

энергетика и электротехника », направленность: Электрическое и электрон-

ное оборудование автомобилей и тракторов

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по бакалаврской дисциплине  
«Электрические машины»

Направление подготовки: 13.03.03 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки: Электрическое и электронное оборудование автомобилей и тракторов

Составитель: к.т.н., доцент, Колов Д.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 13.03.03 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным приказом Министерством науки и высшего образования РФ от 28.02.2018 №144, и определяет требования и уровень подготовки выпускников очной формы обучения по профилю подготовки «Электрическое и электронное оборудование автомобилей и тракторов».

Структура программы включает: требования к результатам обучения, тематический план, раскрывающий содержание учебной дисциплины; список рекомендуемой основной и дополнительной литературы; перечень вопросов для самостоятельной работы, подготовки к текущей и промежуточной аттестации. При составлении рабочей программы определены междисциплинарные связи, предусмотрено разнообразие видов занятий, видов и форм контроля знаний и умений студентов с учетом требуемых компетенций.

Рабочая программа содержит информацию: о целях и задачах курса, которые направлены на формирование знаний и умений студентов, опираясь на теоретические и практические аспекты; формах текущего, промежуточного и итогового контроля.

Список основной литературы содержит актуальные издания.

Тематическое планирование и содержание учебной дисциплины соответствует государственным требованиям, обязательным при реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению 13.03.03 «Электроэнергетика и электротехника». Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические машины» может быть рекомендована для реализации в учебном процессе.

Рецензент:

Начальник ПО ООО «МФ-Электро»



Ю.С. Чебрякова

Подпись рецензента удостоверяю