

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

Ю.М.Машин

«31» 08 2021г.

Регистрационный № УД-130302/Б. 1.0.24/р

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ И  
ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	50
Практические занятия, часы	34
Курсовой проект, семестр	5
Экзамен, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	118
Самостоятельная работа	134
Всего часов/зачетных единиц	252/7

Кафедра разработчик программы: Электропривод и АПУ

Составитель: В. Б. Попов, кандидат технических наук, доцент

Могилев, 2021 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (МИНОБРНАУКИ) от 28.02.2018 г., № 144, учебным планом, утвержденным Советом университета от 30.08.2021г. протокол № 1 рег. № 130302-5.1.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» 30.08.2021г., протокол № 1.

Зав. кафедрой

  
Г.С. Леневский

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета 31.08.2021г., протокол №1.

Зам. председателя

Научно-методического совета

  
С.А. Сухоцкий

Рецензент:

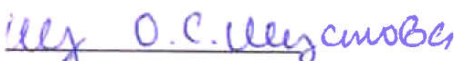
Директор УЧПП «Инвестпрограмма» А. В. Яровой

Рабочая программа согласована:

Начальник учебно-методического  
отдела

  
В.А.Кемова

Ведущий библиотекарь

  
Иль О.С.Шустова

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Электрические машины» является усвоение студентами фундаментальных теоретических и практических знаний в области электрических машин, составляющих основу электромеханики. В результате изучения дисциплины студент должен знать принципы работы и конструкцию машин различных типов, физический смысл параметров, характеристик и их связь с технико-экономическими показателями, назначение и особенности эксплуатации электрических машин.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

1.2.1 В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- принцип действия, характеристики, схемы замещения, схемы обмоток машин постоянного тока;
- принцип действия, характеристики, схемы замещения, схемы обмоток машин переменного тока;
- принцип действия, характеристики, схемы замещения, схемы обмоток специальных машин.

1.2.2 В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

- проводить расчеты и экспериментальные исследования электрических машин и трансформаторов;
- выполнять исследовательские работы в области электрических машин и трансформаторов;
- осуществлять выбор электрических машин и трансформаторов в различных схемах электромеханики: электроприводов, испытательных и электрофизических установок, системах автоматического регулирования.

1.2.3 В результате освоения дисциплины студент должен владеть:

- принципами работы и конструкциями электрических машин различных типов;
- знать физический смысл параметров электрических машин, характеристики и их связь с технико-экономическими показателями, назначение и особенности эксплуатации электрических машин.

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Электрические машины» относится к блоку 1, дисциплины (модули) (Обязательная часть Блока 1)

Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины:

1. Математика.
2. Физика.
3. Теоретические основы электротехники
4. Электротехническое материаловедение
5. Механические детали и узлы электрооборудования / Механика

Результаты, полученные при изучении дисциплины на лекционных, лабораторных и практических занятиях будут применены при изучении дисциплины «Электрооборудование автомобилей и электромобилей», а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-5	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов ПД

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
1.	Тема 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.	Роль электрических машин в современной технике. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания. Обмотки машин переменного тока. ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент. Высшие гармоники МДС и поля. Составляющие магнитного поля и индуктивные сопротивления обмоток. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах. Потери и КПД. проблемы электромашиностроения.	ОПК-4
2.	Тема 2. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.	Вопросы экологии и охраны окружающей среды. Обобщенная электрическая машина. Комплексные уравнения электрических машин. Преобразования переменного тока в постоянный и постоянного в переменный. Законы: электромагнитной индукции, Кирхгофа, полного тока, Ома для магнитной цепи, Ампера. Конструкция электрических машин.	ОПК-4
3.	Тема 3. Машины постоянного тока. Конструкция.	Принцип действия машины постоянного тока. Основные элементы конструкции. Обмотки машин постоянного тока. Образование ЭДС в обмотках. Электромагнитный момент машины постоянного тока. Обмотки барабанного якоря. Простые, петлевые и волновые обмотки. Сложные обмотки. Условия симметрии обмоток. Уравнительные соединения. Магнитное поле машины при холостом ходе. Поле рассеяния.	ОПК-4
4.	Тема 4. Машины постоянного тока. Работа под нагрузкой	Принцип расчета магнитной цепи. Характеристика холостого хода. Характеристика намагничивания. Работа машины постоянного тока под нагрузкой.	ОПК-5
5	Тема 5. Машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи	Магнитное поле якоря. Расчет магнитной цепи машины. Влияние поля якоря на величину магнитного потока и ЭДС машины. Влияние поперечного поля якоря на потенциальную кривую коллектора. Круговой огонь на коллекторе. Компенсационная обмотка.	ОПК-5
6.	Тема 6. Машины постоянного тока. Рабочие характеристики.	Магнитное поле якоря. Расчет магнитной цепи машины. Влияние поля якоря на величину магнитного потока и ЭДС машины. Влияние поперечного поля якоря на потенциальную кривую коллектора.	ОПК-5

Но-мера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
7	Тема 7. Машины постоянного тока. Коммутация машин.	Классы коммутации. Основы теории коммутации. Прямолинейная, ускоренная и замедленная коммутация. Искрение на коллекторе. Способы улучшения коммутации: применение добавочных полюсов, сдвиг щеток, уменьшения среднего значения реактивной ЭДС, выбор щеток. Дополнительные полюса и их настройка. Особенности коммутации при пульсирующем напряжении. Помехи радиоприему от машин, способы снижения уровня помех.	ОПК4
8	Тема 8. Машины постоянного тока. Генераторы	Генераторы постоянного тока. Классификация генераторов по способу возбуждения. Энергетическая диаграмма. Условия самовозбуждения генератора. Характеристики генераторов с различными способами возбуждения. Двигатели постоянного тока. Преобразование электрической энергии в механическую. Классификация двигателей по способам возбуждения. Энергетическая диаграмма. Механические, электромеханические и рабочие характеристики двигателей с различными способами возбуждения. Условия устойчивости работы двигателя. Пуск и регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока. Специальные машины постоянного тока.	ОПК-4
9.	Тема 9. Трансформаторы. Принцип действия трансформаторов.	Определение трансформаторов. Классификация, применение, особенности конструкции. Принцип действия трансформаторов. Анализ работы идеализированного трансформатора в режиме к.з. и под нагрузкой. Основные уравнения и векторная диаграмма приведенного трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Характеристики трансформаторов: внешняя, КПД.	ОПК-4
10	Тема 10. Трансформаторы. Трехфазные трансформаторы.	Трехфазные трансформаторы: схемы соединения и группы. Гармонический состав тока и напряжения однофазных и трехфазных трансформаторов. Векторные диаграммы напряжений и токов при различных схемах соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Специальные трансформаторы. Автотрансформаторы. Многообмоточные трансформаторы. Трансформаторы для преобразования числа фаз. Трансформаторы – преобразователи частоты. Сварочные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Импульсные трансформаторы. Несимметричные режимы работы трехфазных трансформаторов.	ОПК-4
11	Тема 11. Трансформаторы. Схема замещения трансформатора.	Метод симметричных составляющих при анализе несимметричных режимов работы трансформаторов. Схема замещения трансформатора для токов прямой и обратной последовательности. Работа трансформаторов при несимметричных нагрузках и отсутствии токов нулевой и нагрузочной последовательности. Токи при наличии токов нулевой последовательности. Переходные процессы в трансформаторах. Включение ненагруженного трансформатора. Короткое замыкание трансформатора. Перенапряжение в трансформаторах. Нагревание и охлаждение трансформаторов. Уравнение нагрева. Допустимые превышения температур в трансформаторах и электромашинах.	ОПК-4
12	Тема 12. Асинхронные машины. Конструкция.	Получение кругового вращающегося поля при трехфазной обмотке. Принцип действия АД. АД при неподвижном роторе. Замещение вращающегося ротора эквивалентным неподвижным. Конструкция АД, виды обмоток, виды пазов статора и ротора. МДС вращающегося ротора. Энергетическая диаграмма АД. Уравнения рабочего процесса в АД. Приведение величин ротора к обмотке статора	ОПК-4
13	Тема 13. Асинхронные машины. Схема замещения.	Векторная диаграмма АД. Схемы замещения АД. Условия устойчивости работы АД. Электромагнитные моменты от высших гармоник магнитного поля. Г-образная схема замещения АД. Электромагнитный момент АД. Максимальный электромагнитный момент. Формулы для построения механических характеристик. Рабочие характеристики АД.	ОПК-4
14	Тема 14. Асинхронные машины. Рабочие характеристики	Круговая диаграмма АД. Определение рабочих характеристик по круговой диаграмме. Построение круговой диаграммы по опытам х.х. и к.з. Влияние насыщения на круговую диаграмму. Пуск трехфазных АД. Способы пуска с улучшенными пусковыми характеристиками.	ОПК-4

Но-мера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
		Двигатель с двойной клеткой на роторе. Регулирование угловой скорости АД. Работа трехфазного АД в нормальных режимах. Однофазные АД. Пуск однофазных АД. Соотношение однофазных и трехфазных режимов. Конденсаторные АД. АД в режимах генератора, электромагнитного тормоза. Новые серии АМ.	
15	Тема 15. Синхронные машины. Конструкция.	Конструкция СМ. Системы возбуждения СМ, номинальные данные СМ. Холостой ход синхронных генераторов. Работа СГ под нагрузкой. Векторная диаграмма СГ. Конструкция СМ. Магнитные поля и основные параметры СМ. Векторные диаграммы неявнополюсного СГ без учета насыщения (метод двух реакций). Характеристика СГ, энергетическая диаграмма СГ, несимметричные режимы СГ.	ОПК-4
16	Тема 16. Синхронные машины. Характеристики.	Векторная диаграмма неявнополюсного СГ с учетом насыщения. Особенности реакции якоря в явнополюсном СГ. Несимметричные, внезапные к.з. Действия токов к.з. Параллельная работа СГ. Регулирование активной мощности СГ. Угловые характеристики реактивной мощности. Качания СМ. Пуск СД. Колебания и динамическая устойчивость синхронных машин. Синхронные микромашины. Реактивный СД. Гистерезисный СД. СД с постоянными магнитами. Шаговый двигатель (импульсный, реактивный).	ОПК-4
17.	Тема 17. Специальные машины.	Реактивные (индуктивные) двигатели, коллекторные машины переменного тока (КМПТ). Двигатель Шраге-Рихтера, конструкция, принцип действия и характеристики. Трехфазные КМПТ параллельного и последовательного возбуждения. Однофазные КМПТ с последовательным возбуждением. Каскады АД с компенсированной КМПТ. Репульсионные КМПТ. Одноякорные преобразователи. Асинхронный двигатель двойного питания. Асинхронный преобразователь частоты. линейные дуговые электрические машины. Специальные типы синхронных машин (асинхронизированная СМ, СГ со сверхпроводящей обмоткой возбуждения, вентильные двигатели). Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин.	ОПК-4 ОПК-5

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинар-ские) занятия	Часы	Лабораторные Занятия	Часы	Самостоятельная работа (часы)	Форма контроля знаний	Баллы
Модуль 1									
1.	Тема 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.	2	ПР №1 Выбор главных размеров электродвигателя	2	ЛР №1. Исследование генератора постоянного тока	4	4	ЗПР	1
2.	Тема 2. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.	2	ПР №2 Расчет обмотки и пазов якоря	2	ЛР №1. Исследование генератора постоянного тока	2	4	ЗЛР ЗПР	3 1
3.	Тема 3. Машины постоянного тока. Конструкция.	2	ПР №3 Расчет воздушного зазора под главными полюсами	2	ЛР №2 Исследование двигателя постоянного тока	4	4	ЗПР	1
4.	Тема 4. Машины постоянного тока. Работа под нагрузкой	2	ПР №4 Компенсационная обмотка	2	ЛР №2 Исследование двигателя постоянного тока	2	4	ЗЛР ЗПР КР	3 1 5
5.	Тема 5. Машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи	2	ПР №5 Расчет магнитной цепи	2	ЛР №3. Исследование трехфазного трансформатора	4	4	ЗПР	1
6.	Тема 6. Машины пост-	2	ПР №6 Расчет об-	2	ЛР №3. Исследова-	2	3	ЗЛР	3

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинар- ские) занятия	Часы	Лабораторные Занятия	Часы	Самостоятельная работа (часы)	Форма контроля знаний	Баллы	
	янного тока. Рабочие характеристики..		мотки возбуждения		ние трехфазного трансформатора			ЗПР	1	
7.	Тема 7. Машины постоянного тока. Коммутация машин.	2	ПР №7 Расчет коллектора	2	ЛР №4. Изучение групп соединений трехфазного трансформатора	4	4	ЗПР	1	
8.	Тема 8. Машины постоянного тока. Генераторы	2	ПР №8 Выбор щеток	2	ЛР №4. Изучение групп соединений трехфазного трансформатора	2	3	ЗЛР ЗПР КР	3 1 5	
									ПКУ	30
Модуль 2										
9.	Тема 9. Трансформаторы. Принцип действия трансформаторов.	2	ПР №9 Расчет коммутации	2	ЛР №5 Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	4	4	ЗПР	1	
10.	Тема 10. Трансформаторы. Трехфазные трансформаторы.	2	ПР №10 Расчет добавочных полюсов	2	ЛР №5 Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2	3	ЗЛР ЗПР	3 1	
11.	Тема 11. Трансформаторы. Схема замещения трансформатора.	2	ПР №11 Потери и КПД	2	ЛР №6. Исследование синхронного генератора	4	4	ЗПР	1	
12.	Тема 12. Асинхронные машины. Конструкция.	2	ПР №12 Рабочие характеристики	2	ЛР №6. Исследование синхронного генератора	2	3	ЗЛР ЗПР КР	3 1 5	
13.	Тема 13. Асинхронные машины. Схема замещения.	2	ПР №13 Тепловой расчет	2	№7 Исследование синхронного двигателя	4	4	ЗПР	1	
14.	Тема 14. Асинхронные машины. Рабочие характеристики	2	ПР №14Вентиляционный расчет	2	№7 Исследование синхронного двигателя	2	3	ЗЛР ЗПР	3 1	
15.	Тема 15. Синхронные машины. Конструкция.	2	ПР №15 Механический расчет	2	ЛР №8 Исследование индукционного регулятора	4	4	ЗПР	1	
16.	Тема 16. Синхронные машины. Характеристики.	2	ПР №16Выбор подшипников	2	ЛР №8 Исследование индукционного регулятора	2	4	ЗПР	1	
17.	Тема 17. Специальные машины.	2	ПР №17 Экономический расчет	2	ЛР №8 Исследование индукционного регулятора	2	3	ЗЛР КР ПКУ	3 5 30	
	Выполнение курсового проекта						36			
	Экзамен						36	ПА (экзамен)	40	
	Итого	34		34		50	134		100	

Принятые обозначения:

текущий контроль –

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ЗПР – защита практической работы;

КР– контрольный рейтинг

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

#### Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87–100	65–86	51–64	0–50

### 2.3 Требования к курсовому проекту

Целью курсового проекта является закрепление на практике знаний, полученных при изучении дисциплины по разработке и оформлению основных конструкторских документов, закрепление студентами навыков расчета и конструирования электрооборудования и закрепление этих навыков для решения конкретных задач.

Курсовой проект выполняется в соответствии с индивидуальным заданием. Выполняя курсовой проект, студент должен выполнить следующие расчеты:

- выбрать основные размеры электродвигателя;
- выполнить электромагнитный расчет электродвигателя;
- разработать конструкцию электродвигателя;
- выполнить механический расчет электродвигателя;
- выполнить тепловой расчет электродвигателя;
- выполнить вентиляционный расчет электродвигателя;
- выполнить экономический расчет электродвигателя;
- провести анализ полученных результатов.

Пояснительная записка должна иметь объем 40 ... 50 стр., графическая часть – 2 листа формата А1. Лист 1 – сборочный чертеж электродвигателя, лист 2 – характеристики.

Перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Баллы минимум	Баллы максимум
1	Выбор главных размеров электродвигателя	2	3
2	Выбор и расчет обмотки якоря	2	3
3	Расчет магнитопровода	2	3
4	Расчет воздушного зазора между главным полюсом и якорем	2	3
5	Расчет станины	2	3
6	Расчет магнитной цепи	2	3
7	Расчет параллельной (шунтовой) обмотки возбуждения	2	3
8	Расчет последовательной (серийной) обмотки	2	3
9	Расчет коллектора	2	3
10	Выбор щеток и щеткодержателей	2	3
11	Проверка коммутации	2	4
12	Расчет добавочного полюса	2	4
13	Проверка насыщения магнитной цепи добавочных полюсов	2	4
14	Определение м.д.с. обмотки добавочных полюсов	2	4
15	Расчет обмотки добавочных полюсов	2	4
16	Расчет потерь и к.п.д. электродвигателя	2	4
17	Расчет характеристик электродвигателя	4	6
	Итого за выполнение курсового проекта	36	60
	Защита курсового проекта	15	40
	Всего	51	100

Итоговая оценка курсового проекта представляет собой сумму баллов за выполнение и защиту курсового проекта и выставляется в соответствии с приведенной шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87–100	65–86	51–64	0–50

Курсовой проект выполняется в соответствии с методическими указаниями кафедры.



### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Электрические машины» используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Лабораторные Занятия	Практические занятия	
1.	Традиционная	Темы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17			34
2.	С использованием ПК		Л.р. № 1, Л.р. № 2 Л.р. № 3, Л.р. № 4, Л.р. № 5, Л.р. № 6, Л.р. № 7, Л.р. № 8		50
3.	С использованием ПК			П.З. № 1, П.З. № 2 П.З. № 3, П.З. № 4, П.З. № 5, П.З. № 6, П.З. № 7, П.З. № 8, П.З. № 9, П.З. № 10, П.З. № 11, П.З. № 12, П.З. № 13, П.З. № 14, П.З. № 15, П.З. № 16, П.З. № 17	34
	Итого	34	50	34	118

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету (экзамену)	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые (контрольные) задания для проведения семестрового рейтинг-контроля, промежуточного контроля успеваемости	2
4	Задания на курсовой проект	1
5	Контрольные вопросы к лабораторным работам	1
6	Контрольные вопросы к практическим занятиям	1

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<b>Компетенция ОПК-4</b>			
Индикатор ИД-5 (ОПК-4) Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик			
1	Пороговый уровень	Знает понятие, что такое электрические машины	Набор знаний по курсу «Электрические машины»
2	Продвинутый уровень	Знает принципы действия электрических машин	Знает основные типы и классификацию электрических машин
3	Высокий уровень	Знает основные соотношения при работе электрических	Знает векторные диаграммы электрических машин, методику рас-

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
		машин	чета их мощности и выбора для практического применения
<b>Индикатор ИД-6 (ОПК-4) Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</b>			
1	Пороговый уровень	Знает основные характеристики электрических машин	Знает основные типы электрических машин
2	Продвинутый уровень	Умеет пользоваться основными моделирующими программами для расчета электрических машин	Знает основные конструктивные и электрические параметры и схемы электрических машин
3	Высокий уровень	Умеет самостоятельно рассчитывать параметры электрических машин	Знает векторные диаграммы электрических машин, методику расчета их мощности и выбора для практического применения
<b>Компетенция ОПК-5</b>			
<b>Индикатор ИД-1 (ОПК-5) Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области ПД</b>			
1	Пороговый уровень	Основные характеристики конструкционных материалов	Знает основные характеристики конструкционных материалов электрических машин
2	Продвинутый уровень	Требования к конструкционным материалам электрических машин	Знания требований к конструкционным материалам электрических машин
3	Высокий уровень	Выбор конструкционных материалов электрических машин	Знание критериев выбора конструкционных материалов электрических машин
<b>Индикатор ИД-2 (ОПК-5) Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками</b>			
1	Пороговый уровень	Основные характеристики электротехнических материалов	Знает составление паспорта на электрическую машину
2	Продвинутый уровень	Требования к электротехническим материалам электрических машин	Знает требования к электротехническим материалам электрических машин
3	Высокий уровень	Выбор электротехнических материалов электрических машин	Знает критерии выбора электротехнических материалов электрических машин

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<b>Компетенция ОПК-4</b>	
<b>Индикатор ИД-5 (ОПК-4) Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</b>	Вопросы к лабораторным работам. Список контрольных вопросов к экзамену.

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Индикатор</i> ИД-6 (ОПК-4) Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Вопросы к лабораторным работам. Список контрольных вопросов к экзамену.
<b>Компетенция ОПК-5</b>	
<i>Индикатор</i> ИД-1 (ОПК-5) Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области ПД	Вопросы к практическим работам №14 и №15. Задания к контрольной работе. Список контрольных вопросов к экзамену.
<i>Индикатор</i> ИД-2 (ОПК-5) Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Вопросы к практическим работам №1-9. Задания к контрольной работе. Список контрольных вопросов к экзамену.

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Баллы	Критерии
2-3	Студент глубоко и прочно усвоил проверяемый материал курса, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач
1	Студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, частично ответил на поставленные вопросы по материалу выполненной работы
0	Студент не усвоил проверяемый материал.

### 5.4.Критерии выполнения практических занятий

Баллы	Критерии
1	Задание решено самостоятельно или с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом. Студент правильно обосновывает принятые решения.
0	<u>Задание не решено.</u>

### 5.5. Критерии оценки выполнения контрольного рейтинга.

Баллы	Критерии
4-5	Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленные вопросы, где студент продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы.
2-3	Даны неполные ответы, где студент продемонстрировал знания предмета в неполном объеме учебной программы, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
0-1	Даны ответы, которые содержат ряд серьезных неточностей, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, отсутствием логичности и последовательности.

### 5.6 Критерии оценки экзамена

Билет на экзамен включает 4 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 4 до 10 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

№	Этап выполнения	Баллы
1.	Полный ответ на 1–ый теоретический вопрос – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности	7
2.	Неполный ответ на 1–ый теоретический вопрос – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера	5
3.	Краткий ответ на 1–ый теоретический вопрос – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа	3
4.	Полный ответ на 2–ой теоретический вопрос – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности	7
5.	Неполный ответ на 2–ой теоретический вопрос – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера	5
6.	Краткий ответ на 2–ой теоретический вопрос – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа	3
7.	Полный ответ на 3–ий теоретический вопрос – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности	7
8.	Неполный ответ на 3–ий теоретический вопрос – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера	5

9.	Краткий ответ на 3–ий теоретический вопрос – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа	3
10.	Полный ответ на 4–ый теоретический вопрос – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности	7
11.	Неполный ответ на 4–ый теоретический вопрос – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера	5
12.	Краткий ответ на 4–ый теоретический вопрос – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа	3
13.	Полный ответ на 1–ый дополнительный вопрос – четко отвечает на дополнительный вопрос	3
14.	Неполный ответ на 1–ый дополнительный вопрос – в ответе студента имеются существенные недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки	2
15.	Краткий ответ на 1–ый дополнительный вопрос – студент имеет общее представление о вопросе, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов	1
16.	Полный ответ на 2–ой дополнительный вопрос – четко отвечает на дополнительный вопрос	3
17.	Неполный ответ на 2–ой дополнительный вопрос – в ответе студента имеются существенные недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки	2
18.	Краткий ответ на 2–ой дополнительный вопрос – студент имеет общее представление о вопросе, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов	1
19.	Полный ответ на 3–ий дополнительный вопрос – четко отвечает на дополнительный вопрос	3
20.	Неполный ответ на 3–ий дополнительный вопрос – в ответе студента имеются существенные недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки	2
21.	Краткий ответ на 3–ий дополнительный вопрос – студент имеет общее представление о вопросе, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов	1
22.	Полный ответ на 4–ый дополнительный вопрос – четко отвечает на дополнительный вопрос	3
23.	Неполный ответ на 4–ый дополнительный вопрос – в ответе студента имеются существенные недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки	2
24.	Краткий ответ на 4–ый дополнительный вопрос – студент имеет общее представление о вопросе, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов	1

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

К видам самостоятельной работы студентов по данной дисциплине относятся:

- решение задач;
- выполнение тестовых заданий;
- конспектирование;
- изучение нормативных документов;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- работа со справочной литературой;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- подготовка к аудиторным занятиям;

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- уровень освоения студентом учебного материала при контрольных рейтингах;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ и практических занятий;
- обоснованность и четкость изложения ответов на вопросы по лабораторным работам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по лабораторным работам в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины «Электрические машины».

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экземпляров
1.	Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. Учебник для студ. учреждений высшего проф. образования В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – 4-е изд. – М. «Академия». 2013. – 320- с.	Допущен Учебно-методическим объединением Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника»	5
2.	Проектирование электрических машин: учебник для бакалавров / под ред. И. П. Копылова. – 4-е изд. пере-	Допущен Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов	15

раб. и доп.–М.: Издательство «Юрайт»,2017.–707 с. –Серия : Бакалавр. Углубленный курс.	электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов	
--	--	--

## 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экз.
1.	Грунтович, Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учеб. пособие / Н.В. Грунтович. – Мн. ; М.: Новое знание: ИНФРА-М, 2013. –271с.: ил. –(Высшее образование: Бакалавриат)	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов.	5
2.	Поляков, А.Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами: учеб. пособие / А.Е. Поляков, А.В. Чесноков, Е.М. Филимонова. –М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. –224с. – (Высшее образование: Бакалавриат).	Доп. УМО РФ по образованию в области технологии и проектирования текстильных изделий в качестве учеб. пособия для студ. вузов	5
3.	Кацман М.М. Электрические машины: Учебник для ссузов / М.М. Кацман. –6-е изд. испр. и доп. –М.: Академия, 2006. –496 с –(Среднее профессиональное образование).	Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей ССУЗов.	27
4.	Шеховцов В. П. Электрическое и электромеханическое оборудование: Учебник /В.П. Шеховцов. –3-е изд., –М.: Форум, 2012. –416 с.: ил.	Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей ВУЗов.	20
5.	Гольдберг О.Д. Электромеханика. Учебник для студ. высш. учеб заведений - 2-е изд, испр.-М.: «Академия».2010.-512 с.	Допущен Учебно-методическим объединением по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений , обучающихся по направлению подготовки 140200 «Электроэнергетика»	10
6.	Вольдек А.И. Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы :Учебник для вузов.–СПб.: «Питер»,2008–320 с.	Допущен Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений ,обучающихся по направлению подготовки «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» и «Электроэнергетика»	20

## 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

7.3.1 Материалы сайта «Единое окно доступа к образовательным ресурсам», сетевой адрес <http://window.edu>.

7.3.2 Материалы сайта «Все для студента. Топливо-энергетический комплекс», сетевой адрес : <http://www.twirpx.com/files/tek/>

7.3.3 Материалы сайта «Электронная библиотечная система» сетевой адрес: <http://znanium.com>.

7.3.4 Муравьев, В.М. Задание и методические указания по выполнению самостоятельной работы по электрооборудованию [Электронный ресурс] / В.М. Муравьев. – М.: Альтаир–МГАВТ, 2010. –32 с. –Режим доступа: <http://znanium.com/> Рек. УМО МГАВТ

#### **7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

##### 7.4.1 Методические рекомендации

Лапицкий В.А. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» Профиль подготовки: «Электрооборудование автомобилей и электромобили» МО УВО «Белорусско-Российский университет», электронный вариант

Лапицкий В.А. Электрические машины Методические рекомендации к курсовому проектированию. Для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» Профиль подготовки: «Электрооборудование автомобилей и электромобили» МО УВО «Белорусско-Российский университет», электронный вариант.

##### 7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

7.4.2.1 Система инженерной графики AutodeskAutoCAD 2020

7.4.2.2 Система математических расчетов MathCADPrime 5.0.

7.4.2.3 Система трехмерного моделирования КОМПАС 3DV18

#### **8 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах лабораторий:  
-«**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**» аудитория 206, корпус 2,  
рег. номер ПУЛ-4.205-206/2-20;  
- «**IT-лаборатория**», Белорусско-Российский университет, Могилевское агентство регионально-го развития, **Awem Games, ahead Works** аудитория 213, корпус 2,  
рег. номер ПУЛ-4.205-213/2-20.



## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ


по учебной дисциплине «Электрические машины»  
направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
направленности (профилю) Электрооборудование автомобилей и электромобили  
на 2023–2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения			Основание
1.	Внести изменения в пункт 7.2. Дополнительная литература			Пополнение библиотечного фонда
№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров / URL	
7.	Кобозев, В. А. Электрические машины : учебное пособие / В. А. Кобозев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 480 с. – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	—	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1902483">https://znanium.com/catalog/product/1902483</a>	
8.	Галишников, Ю. П. Трансформаторы и электрические машины : курс лекций / Ю. П. Галишников. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 216 с. – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	—	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1836536">https://znanium.com/catalog/product/1836536</a>	
2.	Пункт 7.4.1 Методические рекомендации изложить в следующей редакции <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лапицкий, В. А. Электрические машины. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023. – 44 с.</li> <li>2. Лапицкий, В. А. Электрические машины. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения. Ч. 1. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023. – 41 с.</li> <li>3. Лапицкий, В. А. Электрические машины. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения. Ч. 2. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023. – 38 с.</li> <li>4. Лапицкий, В. А. Электрические машины. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2022. – 27 с.</li> </ol>			Сводный план изданий на 2023 год, протокол № 4 от 25.11.2022

5. Лапицкий, В. А. Электрические машины. Методические рекомендации к самостоятельной работе для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» заочной формы обучения. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023. – 12 с.	
---	--

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» (протокол №6 от 14 февраля 2023 г.)

Заведующий кафедрой  
кандидат технических наук, доцент

  
А. С. Коваль

УТВЕРЖДАЮ

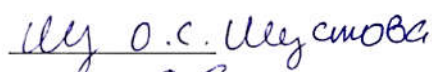
Декан электротехнического факультета  
кандидат технических наук, доцент

  
С. В. Болотов

31 05 2023

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического  
отдела

  
О. Е. Печковская

31 05 2023