

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-  
Российского университета  
Ю.М.Машин

«22» 12 2023

Регистрационный № УД-

130302/5.1.0.22/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, 2023

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. № 130 302-2.1 от 28.04.23г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» 02.10.2023, протокол № 2.

Зав. кафедрой

  
\_\_\_\_\_ А.С. Коваль

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета 20.12.2023., протокол №3.

Зам. председателя

Научно-методического совета

  
\_\_\_\_\_ С.А. Сухоцкий


Рецензент:

Директор УЧПП «Инвестпрограмма»

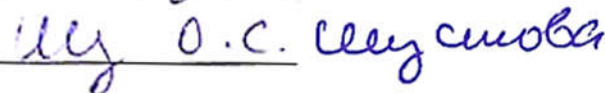
А.В. Яровой

Рабочая программа согласована:

Начальник учебно-методического  
отдела

  
\_\_\_\_\_ О.Е.Печковская

Ведущий библиотекарь

  
\_\_\_\_\_ О.С. Селушова

# 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. Электротехническое материаловедение
4. Электротехника и электроника

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
ПК-7	Способен принимать участие в проектировании объектов ПД в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования

## 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 электро-механического 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 обмо-	ОПК-4

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
		ток. Уравнительные соединения. Магнитное поле машины при холостом ходе. Поле рассеяния.	
4.	Тема 4. Машины постоянного тока. Работа под нагрузкой	Принцип расчета магнитной цепи. Характеристика холостого хода. Характеристика намагничивания. Работа машины постоянного тока под нагрузкой.	ПК-7
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.	ПК-7
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.	ПК-7
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 транс-	ОПК-4

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
		форматоров: внешняя, КПД.	
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.	Круговая диаграмма АД. Определение рабочих характеристик по круговой диаграмме. По-	ОПК–4 ПК-7

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
	Рабочие характеристики	строение круговой диаграммы по опытам х.х. и к.з. Влияние насыщения на круговую диаграмму. Пуск трехфазных АД. Способы пуска с улучшенными пусковыми характеристиками. 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 ПК-7
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 ПК-7

## 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	3 1
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 постоянного тока. Рабочие характеристики.	2	ПР №6 Расчет обмотки возбуждения	2	ЛР №3. Исследование трехфазного трансформатора	2	3	ЗЛР ЗПР	3 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 ПКУ	3 1 10 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	3 1
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 №14 Вентиляционный 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 №16 Выбор подшипников	2	ЛР №8 Исследование индукционного регулятора	2	4	ЗПР	1
17.	Тема 17. Специальные	2	ПР №17 Экономический расчет	2	ЛР №8 Исследование индукционного	2	3	ЗЛР КР	3 10



№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинар- ские) занятия	Часы	Лабораторные Занятия	Часы	Самостоятельная работа (часы)	Форма контроля знаний	Баллы
	машины.				регулятора			ПКУ	30
1-17	Выполнение курсового про- екта						36		
18- 20	Экзамен						36	ПА (экза- мен)	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

### 2.3.1 Общие 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 ли формата А1. Лист 1 – сборочный чертеж электродвигателя, лист 2 – характеристики.

### 2.3.2 Критерии оценки этапов выполнения курсового проекта

№	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 якоре-рем	2	3
5	Расчет станины	2	3
6	Расчет магнитной цепи	2	3
7	Расчет параллельной (шунтовой) обмотки возбуждения	2	3
8	Расчет последовательной (сериесной) 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: 1–17			34
2.	С использованием ПК		Л.р. №№ 1–8		50
				П.з №№ 1–17	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 комплек-тов
1	Вопросы к зачету (экзамену)	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Контрольные (тестовые) задания	1
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>			
<b>ИОПК-4.1</b> Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока			
1	Пороговый уровень	Частично знает методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Знает основные методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
2	Продвинутый уровень	Знает методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Владеет навыком анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей электрических машин постоянного и переменного тока
3	Высокий уровень	Достаточно глубоко знает методы анализа и моделирования электрических цепей электрических машин	Знает и владеет практическими навыками анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей машин постоянного и переменного тока
<b>ИОПК-4.2</b> Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока			
1	Пороговый уровень	Знает общий подход к методам расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	Знает общий порядок расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока
2	Продвинутый уровень	Знает методы расчета переходных процессов в электрических цепях машин постоянного и переменного тока	Владеет методами расчета переходных процессов в электрических цепях машин постоянного и переменного тока
3	Высокий уровень	Знает физические основы переходных процессов и методы их расчетов в электрических цепях машин постоянного и переменного тока	Знает физические основы и навыки расчета переходных процессов в электрических цепях машин постоянного и переменного тока с применением современных вычислительных средств
<b>ИОПК-4.3</b> Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами			
1	Пороговый уровень	Частично знает основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Знает общие вопросы распределения электромагнитных полей в электрических машинах
2	Продвинутый уровень	Знает основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Знает распределение электромагнитных полей и основные аналитические зависимости в электрических машинах

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
3	Высокий уровень	Достаточно знает основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	Владеет навыком применения знаний по основам теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами при расчете магнитных цепей электрических машин
<b>ИОПК-4.4</b> Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств			
1	Пороговый уровень	Знает основные принципы работы электрических машин	Знает основные взаимозависимости, обеспечивающие работоспособность электрических машин
2	Продвинутый уровень	Знает основные конструктивные параметры, обеспечивающие работу электрических машин	Знает основные взаимосвязи конструктивных и электрических параметров электрических машин
3	Высокий уровень	Глубоко знает физические явления, обеспечивающие работоспособность электрических машин	Знает аналитические и конструктивные зависимости, обеспечивающие работоспособность электрических машин
<b>ИОПК-4.5</b> 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 машин	Знает векторные диаграммы электрических машин, методику расчета их мощности и выбора для практического применения
<b>ИОПК-4.6</b> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов			
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 ПК-7</b>			
<b>ИПК-7.1</b> Принимает участие в проектировании объектов ПД в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования			
1	Пороговый уровень	Основные характеристики электрических машин	Знает основные принципы конструирования электрических машин
2	Продвинутый уровень	Требования к конструкции и материалам электрических машин	Знания по расчету основных элементов конструкции электрических машин
3	Высокий уровень	Выбор оптимальной кон-	Знание критериев выбора и расчета

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
	уровень	струкции электрических машин	элементов конструкций и материалов электрических машин
<b>ИПК-7.2</b> Оформляет документацию при проектировании объектов ПД в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические требования			
1	Пороговый уровень	Основные требования к конструкторской документации на электрические машины	Оформляет общий вид электрической машины
2	Продвинутый уровень	Требования к оформлению сборочных чертежей на электрические машины	Оформляет сборочный чертеж электрической машины
3	Высокий уровень	Требования к оформлению комплекта чертежей на электрические машины для передачи в производство	Оформляет полный комплект конструкторской документации на электрическую машину

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	Вопросы к лабораторным работам. Задания к контрольной работе. Список контрольных вопросов к экзамену.
ПК-7 Способен принимать участие в проектировании объектов ПД в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	Вопросы к практическим работам №1-16 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	Задание не решено.

#### 5.5.Критерии оценки выполнения контрольных (тестовых) заданий.

Баллы	Показатели	Критерии
9-10	1. Полнота выполнения тестовых заданий; 2. Своевременность выполнения;	Выполнено от 81% до 100 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
7-8	3. Правильность ответов на вопросы; 4. Самостоятельность тестирования; 5. и т.д.	Выполнено от 61% до 80 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.
3-6		Выполнено от 21% до 60 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
0-2		Выполнено 20 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

#### 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 разъяснять 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, ис-	7

	пользует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности	
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 разъяснять 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 ошиб-	1

	ки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов	
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

### 5.7 Критерии оценки защиты курсового проекта

Баллы	Критерии
35-40	Студент глубоко и прочно усвоил методы диагностики, грамотно разработал алгоритм проверки, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагает порядок проведения работ, изложенный в пояснительной записке
25-34	Студент не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности при докладе по курсовой работе
15-24	Студент испытывает затруднения при изложении материала, частично ответил на поставленные задачи проектирования, поверхностно разобрался в работе диагностируемого узла.
0-14	Студент не разобрался в работе и методах проверки диагностируемого узла.

## 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 URL
1.	Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 828 с. — режим доступа <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>	Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям	<a href="https://urait.ru/bcode/518151">https://urait.ru/bcode/518151</a>
2.	Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 267с — Режим доступа <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> .	Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям	<a href="https://urait.ru/bcode/512718">https://urait.ru/bcode/512718</a>
3.	Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 407с – режим доступа <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>	Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям	<a href="https://urait.ru/bcode/512719">https://urait.ru/bcode/512719</a>

### 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.	20
2.	Поляков, А.Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управле-	Доп. УМО РФ по образованию в области технологии и проектирования текстильных изделий в качестве	15

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экз.
	ния электротехническими комплексами: учеб. пособие / А.Е. Поляков, А.В. Чесноков, Е.М. Филимонова. –М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. –224с. – (Высшее образование: Бакалавриат).	учеб. пособия для студ. вузов	
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).	Рекомендовано МО РФ	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 электро-энергетических специальностей ВУ-Зов.	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.	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 кач. учебника для студентов высших учебных заведений, обуч. по направл. подготовки «Электроэнергетика и электротехника»	5
8.	Проектирование электрических машин: учебник для бакалавров /под ред. И. П. Копылова.–4-е изд. перераб. и доп.–М.: Издательство «Юрайт»,2017.–707 с.	Допущен Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов электромеханических и электро-энергетических специальностей вузов	15

### 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

7.3.4. Материалы сайта «Образовательная платформа ЮРАЙТ» сетевой адрес; <https://urait.ru>

### 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-4.205-206/2-23;

- «**IT-лаборатория**», Белорусско-Российский университет, Могилевское агентство регионального развития, Awem Games, ahead Works аудитория 213, корпус 2,

рег. номер ПУЛ-4.205-213/2-23.