

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем
Кафедра электромеханики**



УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Тарасенко О.В.

(подпись)

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические машины»

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электромеханика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

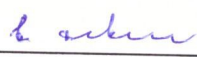
Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические машины» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. – 36 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические машины» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., №662 от 19.07.2022).

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

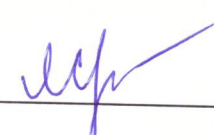
канд. техн. наук, доцент Тарасенко О.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики « 14 » 04 20 23 года, протокол № 6-1.

Заведующий кафедрой  Яковенко В.В.

Переутверждена: « ____ » ____ 20 ____ года, протокол № ____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем « 18 » 04 20 23 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Тарасенко О.В., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – является изучение студентами конструкции, параметров и характеристик электрических машин, основного их назначения и способов их использования; приобретение представления о классификации разных видов, о технологии их изготовления и изучении возможностей их использования.

Задачи:

- изучить конструкцию, виды и классификацию современных отечественных и импортных электрических машин, которые используются в электроприводе;
- изучить параметры и характеристики электрических машин, основного их назначения и способов их использования;
- изучить режимы работы различных электрических машин управление их работой;
- освоить проектирование электрических машин;
- изучить технологии их изготовления и возможности их использования.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрические машины» относится к вариативной части цикла профессиональной подготовки.

знания:

общие сведения относительно, конструкции и параметров электрических машин; конструкции и параметры оборудования электрических машин; состав и конструкции технологической оснастки для производства электрических машин; методику проектирования электрических машин; методику расчета параметров электрических машин; правила выполнения чертежей общих видов и детализовки электрических машин;

умения:

выбирать электрические машины и оборудование, при решении конкретных технологических заданий; проектировать электрические машины; составлять техническое задание на проектирование электрических машин; оценивать и обеспечивать при проектировании необходимую точность расчетов; обеспечивать требования техники безопасности и охраны труда в устройствах, которые проектируются; выполнять практическую работу по тестированию и испытанию электрических машин;

навыки:

чтения схем, содержащих современные электрические машины и системы управления; способностью рассчитать и выбрать электрические машины с необходимыми параметрами; навыками разработки функциональной и электрической принципиальной схемы микропроцессорных электроприводов автоматики энергосистем; навыками выполнения практической работы по тестированию и испытанию электрических машин.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Электроника, силовая электроника» и служит основой для освоения дисциплины «Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики», которые позволяют в выпускной квалификационной работе выполнить специальную часть.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования; ОПК-4.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в электрических цепях и электрических машинах с учетом их назначения и элементной базы; ОПК-4.3. Способен адекватно применить математический инструментарий при моделировании электрических цепей и электрических машин.	Знать: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами; принцип действия электронных устройств; Уметь: анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использовать знания их режимов работы и характеристик; применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов; Владеть: навыками количественной оценки изменений электромагнитных переменных, прогнозирования функционирования электрической цепи или электротехнического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; формулирования требований к простейшим электромагнитным устройствам, определения их характеристик и параметров.
ПК-02. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-02.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-02.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и	Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования; Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор

	нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-02.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации; Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности.
ПК-04. Способен решать производственно-технологические задачи при производстве и монтаже объектов профессиональной деятельности	ПК-04.1. Демонстрирует знания требований законодательных, нормативноправовых актов и нормативнотехнической литературы Российской Федерации, технологии монтажа, наладки энергетического, электротехнического оборудования и передового опыта в области эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.2. Производит выдачу производственных заданий персоналу, контролирует их выполнение и осуществляет проверку качества выполняемых работ по монтажу, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.3. Использует правила электробезопасности при эксплуатации электроустановок	Знать: требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности; Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности; Владеть: навыками подготовки технологических карт на производство и монтаж объектов профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	540 (15 зач. ед)	540 (15 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	273	56
Лекции	128	28
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	64	12
Лабораторные работы	81	16
Курсовая работа (курсовой проект)	36	36
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	267	484
Форма аттестации	КП, зачет, экзамен	КП, зачет, экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА И ТРАНСФОРМАТОРЫ

Тема 1. Машины постоянного тока.

Тема 2. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Назначение и область применения, и классификация электрических машин.

Тема 3. Физические законы преобразования электромагнитной энергии. Основы теории физические процессов преобразования электромагнитной энергии.

Тема 4. Машины постоянного тока (МПТ). Классификация (МПТ) по способу соединения обмотки возбуждения с обмоткой якоря. Двигатели и генераторы постоянного тока.

Тема 5. Механические характеристики МПТ. Механические характеристики машин постоянного тока последовательного, параллельного и смешанного возбуждения.

Тема 6. Способы регулирования скорости вращения МПТ. Способы регулирования скорости вращения машин постоянного тока последовательного, параллельного и смешанного возбуждения.

Тема 7. Магнитную цепь МПТ. Реакция якоря. Компенсационная обмотка.

Тема 8. Общие сведения о обмотках машин постоянного тока. Якорные и обмотки возбуждения машин постоянного тока. Волновая обмотка. Петлевая обмотка. ЭДС секций.

Тема 9. Коммутация машин постоянного тока. Процесс коммутации. Способы улучшения коммутации.

Тема 10. Специальные МПТ. Генератор постоянного тока с 3-мя обмотками возбуждения. Сварочный генератор постоянного тока. Электромагнитные усилители мощности. Тахогенераторы.

Тема 11. Потери МПТ. Классификация потерь машин постоянного тока. Условия максимума коэффициента полезного действия. Нагревание и охлаждение машины постоянного тока. Режимы работы машин постоянного тока.

Тема 12. Трансформаторы.

Тема 13. Трансформаторы. Назначение и область применения, и классификация трансформаторов.

Тема 14. Однофазные трансформаторы. Классификация принцип действия, характеристики. XX однофазного реального трансформатора, векторная диаграмма. Режим нагрузки однофазного трансформатора. Приведенный трансформатор. Векторные диаграммы приведенного тр-ра. Внешняя характеристика трансформатора. Режимы XX и КЗ трансформатора.

Тема 15. Трехфазные трансформаторы. Классификации, принцип действия, характеристики.

Тема 16. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Потери и КПД трансформатора.

Тема 17. Группы соединений обмоток трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов.

Тема 18. Переходные процессы в трансформаторах. Специальные трансформаторы.

Семестр 2

АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

Тема 19. Асинхронные машины.

Тема 20. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Основы теории. Магнитное поле 3ф системы токов, вращается.

Тема 21. Устройство асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма, КПД и коэффициент мощности АД. Вращающий момент АД. Круговая диаграмма АД. Пусковые свойства двигателя с короткозамкнутым ротором.

Тема 22. Механические и регулировочные характеристики. Короткозамкнутые АД с улучшенными пусковыми характеристиками.

Тема 23. Асинхронные двигатели с фазным ротором. Устройство асинхронного двигателя с фазным ротором. Тормозные режимы АД и их характеристики. Пусковые свойства двигателя с фазным ротором. Регулирование частоты вращения АД. Работа 3-х фазного АД по ненормальным условиям.

Тема 24. Асинхронные генераторы. Классификации, принцип действия, характеристики. Режимы работы АГ. Энергетическая и векторная диаграмма АГ.

Тема 25. Проектирование асинхронных машин серии 4А

Тема 26. Расчет основных размеров и параметров асинхронного двигателя. Главные размеры в электромашиностроении. Соотношение основных параметров

электрических машин. Виды конструктивного выполнения обмоток машин переменного тока.

Тема 27. Выбор типа и схемы обмотки электродвигателя. Изоляция обмоток ЭМ переменного тока. Схемы обмоток, обмоточный коэффициент. Виды конструктивного выполнения обмоток машин переменного тока. Температурный индекс.

Тема 28. Расчет рабочего и пускового режимов работы асинхронных двигателей, скольжения, номинальное скольжение, генераторный режим работы, режим торможения противовключением.

Тема 29. Тепловой и вентиляционный расчеты асинхронных машин, способы корректировки теплового режима и интенсификации охлаждения, радиальная и аксиальная вентиляция, охлаждение крупных электрических машин.

Тема 30. Механический расчет вала и выбор подшипников, оценивания твердости, прочности и прогиба вала. Критическая частота вращения вала. Механический расчет при автоматизированном проектировании.

Тема 31. Разработка конструкции и чертеж асинхронного двигателя. Основные конструктивные узлы двигателя. Эскизная компоновка. Порядок чертежа. Общий вид двигателя. Конструкторско-графическая документация с использованием программного обеспечения ЭВМ. Детализация двигателя, оформления спецификации.

Семестр 3

СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

Тема 32. Синхронные двигатели.

Тема 32. Классификации, принцип действия, характеристики.

Синхронизирующая способность СМ.

Тема 33. Векторные диаграммы СМ. Синхронный компенсатор. Специальные СМ. СМ двойного питания.

Тема 34. Синхронные генераторы. Классификации, принцип действия, характеристики. Параллельная работа с трехфазной сети.

Тема 35. Параллельная работа СГ с сетью 3ф переменного тока. Реакция якоря СГ при смещенном нагрузке.

4.3. Лекции

1 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Назначение и область применения и классификация электрических машин. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Понятие, назначение и классификация электрических машин.	4	2
2	Физические законы превращения электромагнитной энергии. Основы теории физические процессов превращения электромагнитной энергии	2	
3	Машины постоянного тока (МПТ). Классификация (МПТ) по способу соединения обмотки возбуждения	4	

	с обмоткой якоря. Двигатели и генераторы постоянного тока.		
4	Механические характеристики машин постоянного тока последовательного, параллельного и смешанного возбуждения.	2	
5	Способы регулирования скорости вращения машин постоянного тока последовательного, параллельного и смешанного возбуждения.	4	
6	Реакция якоря. Компенсационная обмотка.	2	4
7	Якорные и обмотки возбуждения машин постоянного тока. Волновая обмотка. Петлевая обмотка. ЭДС секций.	4	
8	Коммутация машин постоянного тока. Способы улучшения коммутации.	2	
9	Специальные МПТ. Схемы. Принцип действия. Область использования.	4	
10	Специальные МПТ. Генератор постоянного тока с 3-мя обмотками возбуждения. Сварочный генератор постоянного тока.	2	
11	Потери МПТ. Классификация потерь машин постоянного тока. Условия максимума коэффициента полезного действия.	4	
12	Трансформаторы. Назначение и область применения и классификация трансформаторов.	2	2
13	Однофазные трансформаторы. Режим нагрузки однофазного трансформатора. Приведенный трансформатор.	4	
14	Векторные диаграммы приведенного тр-ра. Внешняя характеристика трансформатора. Режимы ХХ и КЗ трансформатора.	2	
15	Трехфазные трансформаторы. Сжатое содержание. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.	2	
16	Потери и КПД трансформатора.	2	
17	Группы соединений обмоток трансформаторов.	3	
18	Регулирование напряжения трансформаторов.	2	
Итого:		51	8

2 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
19	Асинхронные двигатели (АД) с короткозамкнутым ротором. Основы теории. Магнитное поле 3ф системы токов, которая вращается. Устройство асинхронного двигателя. .	2	4
20	Энергетическая диаграмма, КПД и коэффициент мощности АД., вращающий момент АД.	2	
21	Круговая диаграмма АД.	4	
22	Пусковые характеристики двигателя с короткозамкнутым ротором.	2	
23	Механические и регулировочные характеристики	2	

	АД.		
24	Короткозамкнутые АД с улучшенными пусковыми характеристиками.	2	
25	Асинхронные двигатели с фазным ротором. Устройство асинхронного двигателя с фазным ротором.	2	
26	Асинхронные двигатели с фазным ротором. Тормозные режимы АД и их характеристики.	2	
27	Пусковые свойства двигателя с фазным ротором.	2	
28	Асинхронные генераторы. Классификации, принцип действия, характеристики.	2	
29	Режимы работы АМ: двигательный, генераторный, противовключения, к.з.(момент неподвижного ротора).	4	
30	Регулирование частоты вращения АД.	2	2
31	Основные понятия об обмотках статора АД.	2	
32	Работа 3-х фазного АД при ненормальных условиях.	2	
33	Устройство и принцип действия однофазного АД.	2	
34	Специальные АМ.	2	
35	Основы обобщенного метода расчета А.М серии 4А.	2	2
36	Расчет основных параметров А.Д.	2	
37	Выбор типа и схемы обмотки А.М.		
38	Двигательный режим работы асинхронной машины; скольжение, номинальное скольжение, генераторный режим работы, режим торможения противовключением.	4	2
39	Тепловой и вентиляционный расчеты А.М., способы корректировки теплового режима и интенсификации охлаждения.	3	
40	Пусковые свойства двигателей, зависимость пускового тока асинхронного двигателя от скольжения, пуск двигателя с коротко-замкнутым ротором	2	
41	Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.	2	
Итого:		51	10

3 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
42	Синхронные двигатели. Устройство синхронной машины. Классификации, принцип действия, характеристики.	2	5
43	Синхронизирующая способность СМ.	2	
44	Векторные диаграммы СМ. Синхронный компенсатор.	2	
45	Специальные СМ. СМ двойного питания.	2	
46	Параллельная работа СГ с сетью 3ф переменного тока.	2	
47	Реактивные СМ _{икД}	2	

48	Гистерезисный СМ _{ИКД}	2	
49	СМ _{ИКД} с пониженной угловой скоростью ротора. Шаговые СМ _{ИКД}	2	
50	Синхронные ТГ	2	
51	Охлаждение синхронных машин.	2	
52	Основы обобщенного метода расчета А.М серии 4А.	2	
53	Расчет основных параметров А.Д.	2	5
54	Выбор типа и схемы обмотки А.М.	2	
Итого:		26	10

4.4. Практические занятия

1 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Электромагнитные процессы в электрической и магнитной цепях машины постоянного тока при холостом ходе.	4	2
2	Электромагнитные процессы в электрической и магнитной цепях машины постоянного тока при нагрузке.	4	
3	Расчет механических характеристик машин постоянного тока последовательного, параллельного и смешанного возбуждения.	4	2
4	Векторные диаграммы приведенного тр-ра. Внешняя характеристика трансформатора. Режимы ХХ и КЗ трансформатора.	3	
5	Потери и КПД трансформатора.	2	
Итого:		17	4

2 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
6	Электромагнитные процессы в электрической и магнитной цепях асинхронной машины при холостом ходе.	2	2
7	Электромагнитные процессы в электрической и магнитной цепях асинхронной машины при нагрузке.	2	
8	Приведение электромагнитных процессов в асинхронной машине к трансформатору.	2	2
9	Аналитическое и графическое определение электромеханических характеристик асинхронных машин.	2	
10	Работа асинхронных двигателей в установившемся режиме и регулирование их частоты вращения.	2	
11	Курсовое проектирование	24	
Итого:		34	4

3 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
12	Электромагнитные процессы в электрической и магнитной цепях синхронной машины при холостом ходе.	2	

13	Магнитодвижущая сила. Магнитное поле, ЭДС и параметры обмотки якоря.	2	2
14	Электромагнитные процессы в синхронной машине при нагрузке.	2	2
15	Электромеханическое преобразование энергии в синхронной машине.	2	
16	Характеристики синхронного генератора при автономной нагрузке.	3	
17	Параллельная работа синхронных машин.	2	
Итого:		13	4

4.5. Лабораторные работы

1 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Вводное занятие. Техника безопасности. Ознакомление с конструкциями МПТ.	2	2
2	Устройство машины постоянного тока	2	
3	Исследования генератора постоянного тока независимого возбуждения	2	
4	Исследования генератора постоянного тока параллельного возбуждения.	2	
5	Исследования генератора постоянного тока смешанного возбуждения	2	
6	Параллельная работа генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.	4	2
7	Исследование электродвигателя параллельного возбуждения	2	
8	Исследование электродвигателя последовательного возбуждения	1	
Итого:		17	4

2 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
16	Вводное занятие. Техника безопасности. Ознакомление с конструкциями асинхронных машин.	2	2
17	Устройство асинхронной машины.	4	
18	Снятие рабочих характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутого ротора методом непосредственной нагрузки.	4	
19	Круговая диаграмма трехфазной асинхронной машины	4	2
20	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором.	4	
21	Исследование трехфазного двухскоростного асинхронного двигателя.	6	
22	Исследование трехфазной асинхронной машины с заторможенным ротором.	6	2
23	Исследование однофазного асинхронного двигателя.	6	
Итого:		34	6

3 семестр

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная	Заочная

		форма	форма
24	Вводное занятие. Техника безопасности. Ознакомление с конструкциями синхронных машин.	1	2
25	Устройство синхронной машины.	2	
26	Исследования трехфазного синхронного генератора.	2	2
27	Определения параметров трехфазного синхронного генератора.	2	
28	Исследования параллельной работы трехфазного синхронного генератора.	2	2
29	Исследование трехфазного синхронного двигателя.	2	
30	Определение коэффициента полезного действия синхронной машины.	2	
Итого:		13	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

1 семестр

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Ознакомление с конструкциями МПТ.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	5
2	Устройство машины постоянного тока	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	8
3	Исследования генератора постоянного тока независимого возбуждения	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	8
4	Исследования генератора постоянного тока параллельного возбуждения.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	8
5	Исследования генератора постоянного тока смешанного возбуждения	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
6	Параллельная работа генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
7	Исследование электродвигателя параллельного возбуждения	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	9
8	Исследование электродвигателя последовательного возбуждения	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	8
9	Ознакомление с конструкциями трансформаторов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	9
10	Устройство трансформаторов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	8
11	Группы соединения трансформаторов.	подготовка к лабораторным работам	4	9

		и оформление отчетов		
12	Коэффициент полезного действия трансформатора.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
13	Параллельная работа трехфазных трансформаторов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
14	Исследование трехфазного трансформатора при несимметричной нагрузке.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
15	Исследование автотрансформатора.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	1	8
Итого:			77	128

2 семестр

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
16	Ознакомление с конструкциями асинхронных машин.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетной части курсового проектирования	22	18
17	Устройство асинхронной машины.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетной части курсового проектирования	21	18
18	Снятие рабочих характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутого ротора методом непосредственной нагрузки.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетной части курсового проектирования	21	18
19	Круговая диаграмма трехфазной асинхронной машины	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетной части курсового проектирования	21	18
20	Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетной части курсового проектирования	21	20
21	Исследование трехфазного двухскоростного асинхронного	подготовка к лабораторным работам	21	20

	двигателя.	и оформление отчетов, выполнение расчетной части курсового проектирования		
22	Исследование трехфазной асинхронной машины с заторможенным ротором.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение графической части курсового проектирования	21	24
23	Исследование однофазного асинхронного двигателя.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение графической части курсового проектирования	21	24
Итого:			169	160

3 семестр

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
24	Ознакомление с конструкциями синхронных машин.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7	27
25	Устройство синхронной машины.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7	28
26	Исследования трехфазного синхронного генератора.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7	32
27	Определения параметров трехфазного синхронного генератора.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7	28
28	Исследования параллельной работы трехфазного синхронного генератора.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	27
29	Исследование трехфазного синхронного двигателя.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2	27
30	Определение коэффициента полезного действия синхронной машины.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2	27
Итого:			38	196

4.7. Курсовые работы/проекты.

Курсовой проект выполняется на тему: «Проектирование асинхронного электродвигателя с заданными параметрами» (мощность, высота до вала, напряжение и скорость вращения ротора)».

Студенту предлагается спроектировать асинхронный электродвигатель заданной мощности, найти его геометрические размеры и электрические параметры, построить его рабочие характеристики, проверить и откорректировать тепловой и вентиляционный режимы для обеспечения нужного охлаждения двигателя.

Графическая часть содержит два листа формата А1, на одном из которых приведен сборочный чертеж общего вида асинхронного электродвигателя, на втором – рабочие характеристики двигателя. Также студентами делается спецификация к общему виду двигателя.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к выполнению курсового проекта, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям. При проведении лекций используется видеопроектор.

Работа в команде: каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, частично связанное с вариантом задания к курсовому проекту, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к лабораторным работам;
- вопросы по курсовому проекту;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задачи). Студентам, выполнившим 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице:

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом, дает полное и логически стройное изложение содержания при ответе в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает свои ответы, хорошо владеет умениями самостоятельно обобщать и излагать материал и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в ответах, трактовках и определениях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки и непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме, показывает неуспевание отдельных существенных деталей. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 40% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в определении понятий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
Незачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Липай Б.Р., Компьютерные модели электромеханических систем. Модели основных компонентов электромеханических систем / Б.Р. Липай, С.И. Маслов - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - 191 с. - ISBN 978-5-383-01081-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010815.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Базовые машины конструкция и проектирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Р.А. Янсон - М. : Издательство АСВ, 2019. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302953.html>

б) дополнительная литература:

1. Авлукова Ю.Ф., Основы автоматизированного проектирования : учеб. пособие / Ю.Ф. Авлукова - Минск : Выш. шк., 2013. - 217 с. - ISBN 978-985-06-2316-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623164.html>. - Режим доступа: по подписке.

2. Ганин Н.Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС-3D V12 / Ганин Н.Б. - М. : ДМК Пресс, 2010. - 360 с. - ISBN 978-5-94074-639-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746393.html>. - Режим доступа: по подписке.

в) методические указания:

1. Методические указания №1 к выполнению лабораторных работ по дисциплине “ Электрические машины ”(для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «электромеханика»). [Текст]/ Сост. О.В. Тарасенко. В.С. Безкоровайный. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017.- 64с.

2. Методические указания №2 к выполнению лабораторных работ по дисциплине “ Электрические машины ”(для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «электромеханика»). [Текст]/ Сост. О.В. Тарасенко. В.С. Безкоровайный. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017.- 12с.

3. Методические указания №3 к выполнению лабораторных работ по дисциплине “ Электрические машины ”(для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «электромеханика»). [Текст]/ Сост. О.В. Тарасенко. В.С. Безкоровайный. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017.- 44 с.

4. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине: «Электрические машины» (для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «электромеханика») / Сост. О.В. Тарасенко. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 34 с.

5. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Электрические машины" (для студентов, обучающихся по направлению

«Электроэнергетика и электротехника», профиль «электромеханика») /Сост.: Сост. О.В. Тарасенко. В.С. Безкоровайный. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 17 с.

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>
12. Аветисян Д.А. Основы автоматизированного проектирования электромеханических преобразователей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1947880/>
13. Бронов С.А., Марарескул А.В. Автоматизированное проектирование электромеханических систем. Организационно-методические указания по освоению дисциплины [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/180/u_org.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электрические машины» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Практические занятия: комплект электронных слайдов, аудитория с презентационной техникой (проектор, экран, ПК), ПО общего назначения, специализированное ПО.

Лабораторные работы: лаборатория микропроцессорной техники и промышленной электроники, оснащенная персональными компьютерами, шаблоны отчетов по лабораторным работам, и т.д.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Программа трехмерного проектирования	КОМПАС-3D v18.1	http://kompas.ru/kompas-3d/download/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Электрические машины»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования; ОПК-4.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в электрических цепях и электрических машинах с учетом их назначения и элементной базы; ОПК-4.3. Способен адекватно применить математический инструментальный при моделировании электрических цепей и электрических машин.	Тема 7 Якорные и обмотки возбуждения машин постоянного тока. Волновая обмотка. Петлевая обмотка. ЭДС секций.	5
				Тема 8 Коммутация машин постоянного тока. Способы улучшения коммутации.	5
				Тема 11 Потери МПТ. Классификация потерь машин постоянного тока. Условия максимума коэффициента полезного действия.	5
				Тема 14 Векторные диаграммы приведенного тр-ра. Внешняя характеристика трансформатора. Режимы ХХ и КЗ трансформатора.	5
				Тема 15 Трехфазные трансформаторы. Сжатое содержание. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.	5
				Тема 17 Группы соединений обмоток трансформаторов.	5
				Тема 21 Круговая диаграмма АД.	6
				Тема 22 Пусковые характеристики двигателя с короткозамкнутым ротором	6
				Тема 39 Тепловой и вентиляционный расчеты А.М., способы корректировки теплового режима и интенсификации охлаждения.	6
				Тема 44 Векторные диаграммы СМ. Синхронный компенсатор.	7
				Тема 53 Расчет основных параметров АД.	7

				Тема 57 Пусковые свойства двигателей, зависимость пускового тока асинхронного двигателя от скольжения, пуск двигателя с коротко-замкнутым ротором	7
				Тема 58 Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.	7
2	ПК-02	Способен участвовать в проектировании и объектов профессиональной деятельности	ПК-02.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-02.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-02.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов	Тема 52 Основы обобщенного метода расчета А.М серии 4А.	7
				Тема 3 Машины постоянного тока (МПТ). Классификация (МПТ) по способу соединения обмотки возбуждения с обмоткой якоря. Двигатели и генераторы постоянного тока.	5
				Тема 11 Коммутационные параметры, потери и коэффициент полезного действия	5
				Тема 5 Способы регулирования скорости вращения машин постоянного тока последовательного, параллельного и смешанного возбуждения.	5
				Тема 11 Потери МПТ. Классификация потерь машин постоянного тока. Условия максимума коэффициента полезного действия.	5
				Тема 13 Однофазные трансформаторы. Режим нагрузки однофазного трансформатора. Приведенный трансформатор.	5
				Тема 22 Пусковые характеристики двигателя с короткозамкнутым ротором.	6
				Тема 24 Короткозамкнутые АД с улучшенными пусковыми характеристиками.	6
				Тема 27 Пусковые свойства двигателя с фазным ротором.	6
				Тема 30 Регулирование частоты вращения АД.	6
				Тема 56 Тепловой и вентиляционный расчеты А.М., способы корректировки теплового режима и интенсификации охлаждения	7

			профессиональной деятельности	Тема 53 Механический расчет вала	7
				Тема 52 Выбор подшипников	7
				Тема 53 Разработка конструкции асинхронного двигателя	7
				Тема 59 Чертежи асинхронного двигателя	7
3	ПК-04	Способен решать производственные задачи при производстве и монтаже объектов профессиональной деятельности	ПК-04.1. Демонстрирует знания требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, технологии монтажа, наладки энергетического, электротехнического оборудования и передового опыта в области эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.2. Производит выдачу производственных заданий персоналу, контролирует их выполнение и осуществляет проверку качества выполняемых работ по монтажу, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.3. Использует правила электробезопасности и при эксплуатации электроустановок	Тема 8 Коммутация машин постоянного тока. Способы улучшения коммутации.	5
				Тема 11 Потери МПТ. Классификация потерь машин постоянного тока. Условия максимума коэффициента полезного действия.	5
				Тема 16 Потери и КПД трансформатора.	5
				Тема 17 Группы соединений обмоток трансформаторов.	5
				Тема 24 Короткозамкнутые АД с улучшенными пусковыми характеристиками.	6
				Тема 31 Основные понятия об обмотках статора АД.	6
				Тема 53 Разработка конструкции асинхронного двигателя	7
				Тема 59 Чертежи асинхронного двигателя	7
				Тема 53 Разработка конструкции асинхронного двигателя	7
				Тема 59 Чертежи асинхронного двигателя	7

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-4	ОПК-4.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования; ОПК-4.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в электрических цепях и электрических машинах с учетом их назначения и элементной базы; ОПК-4.3. Способен адекватно применить математический инструментальный при моделировании электрических цепей и электрических машин.	Знать: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока; методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока; основы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами; принцип действия электронных устройств; Уметь: анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использовать знания их режимов работы и характеристик; применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов; Владеть: навыками количественной оценки изменений электромагнитных переменных, прогнозирования функционирования электрической цепи или электротехнического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; формулирования требований к простейшим электромагнитным устройствам, определения их	Тема 2 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 10 Тема 11 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	Вопросы к лабораторной работе, вопросы к курсовому проектированию, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.

			характеристик и параметров.		
2	ПК-02	ПК-02.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-02.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-02.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования; Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации; Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности.	Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 10 Тема 11 Тема 14 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19 Тема 20 Тема 21	Вопросы к лабораторной работе, вопросы к курсовому проектированию, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.
3	ПК-04	ПК-04.1.	Знать: требуемые режимы	Тема 6	Вопросы к

	Демонстрирует знания требований законодательных, нормативноправовых актов и нормативнотехнической литературы Российской Федерации, технологии монтажа, наладки энергетического, электротехнического оборудования и передового опыта в области эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.2. Производит выдачу производственных заданий персоналу, контролирует их выполнение и осуществляет проверку качества выполняемых работ по монтажу, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования; ПК-04.3. Использует правила электробезопасности при эксплуатации электроустановок	работы объектов профессиональной деятельности; Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности; Владеть: навыками подготовки технологических карт на производство и монтаж объектов профессиональной деятельности.	Тема 7 Тема 10 Тема 11 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19 Тема 20 Тема 21	лабораторной работе, вопросы к курсовому проектированию, вопросы к зачету, вопросы к экзамену.
--	--	--	---	---

Фонды оценочных средств по дисциплине «Электрические машины»

Оценочные средства для текущей аттестации (лабораторная работа):
Вопросы к лабораторным работам:

1. Что такое «полюсное деление»?
2. Что такое «расчетная мощность»?
3. От чего зависит диапазон рекомендуемого значения зубцового деления сердечника статора всыпной обмотки?
4. На какие параметры схемы замещения и как оказывает влияние укорочение шага обмотки статора?
5. От чего зависит диапазон рекомендуемых значений числа пазов сердечника статора?
6. От чего зависят рекомендуемые диапазоны индукции в зубцах B_{Z1} и ярме B_a
7. Какие потери в асинхронном двигателе относят к постоянным, переменным?
8. Изобразите зависимость $P_1 = f(P_2)$, перечислите условия, которым она соответствует, объясните ее поведение.
9. Поясните, что такое «электромагнитные нагрузки» и назовите их размерности.
10. Перечислите требования, предъявляемые к окончательному значению зубцового деления сердечника статора.
11. Как зависит амплитуда пульсаций индукции магнитного потока в воздушном зазоре от ширины шлицов зубцов статора и ротора?
12. От чего зависят удельные поверхностные потери в электротехнической стали зубцов сердечника ротора?
13. От чего зависят рекомендуемые диапазоны электромагнитных нагрузок?
14. Какие значения числа параллельных ветвей возможны в выбранной обмотке статора?
15. Поясните соображения при выходе из ситуации, когда не обеспечена кратность начального пускового вращающего момента M_n .
16. Поясните соображения при выходе из ситуации, когда не обеспечена кратность начального пускового тока I_n .
17. Перечислите преимущества и недостатки однослойных обмоток.
18. Каким должно быть окончательное число эффективных проводников в пазу двухслойной обмотки?
19. С какой целью станина выполняется с оребренной поверхностью?
20. От чего зависит превышение температуры внутренней поверхности сердечника статора над температурой воздуха внутри машины?
21. Перечислите преимущества и недостатки двухслойных обмоток.
22. Каким должно быть окончательное число эффективных проводников в пазу однослойной обмотки?
23. От чего зависит предварительное значение номинального тока фазы обмотки статора?
24. Что такое «критическая» частота вращения вала?
25. Как зависит обмоточный коэффициент обмотки статора от числа ее слоев?
26. От чего зависит число витков фазы обмотки статора?

27. От чего зависит амплитуда основного магнитного потока?

28. Изобразите зависимость $\eta = f(P_2)$, перечислите условия, которым она соответствует, объясните ее поведение.

29. Как зависит длина сердечника статора от расчетной мощности двигателя?

30. От чего зависит уточненное значение индукции в воздушном зазоре?

31. Назовите последствия увеличения (уменьшения) уточненной плотности тока

обмотки статора.

32. Почему не учитывают эффект вытеснения тока во вспыхивающих обмотках статора при расчете активного сопротивления фазы?

33. Как зависит длина сердечника статора от внутреннего диаметра сердечника статора?

34. С какой целью выполняют укорочение шага обмотки?

35. Как влияет величина воздушного зазора на поверхностные и пульсационные потери в зубцах сердечника ротора?

36. От чего зависит амплитуда пульсации индукции в воздушном зазоре?

37. От чего зависит предварительная площадь поперечного сечения эффективного проводника обмотки статора?

38. Зачем и как изолируют листы электротехнической стали сердечников асинхронных двигателей?

39. Назовите источники тепловыделения в асинхронном двигателе, способы передачи тепла и пути его распространения.

40. Назовите физический смысл коэффициента укорочения обмотки статора.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля (лабораторная работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, нет погрешностей в оформлении работы.
хорошо (4)	задания лабораторной работы выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, присутствуют некоторые погрешности в оформлении.
удовлетворительно (3)	выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, допущено небрежность и неточность у оформлении.
незачтено (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию работы или задания лабораторной работы выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (курсовой проект):

Задание для курсового проекта:

1	Ф.И.О	P,кВт	h,мм	U,В	n,об/мин
2		0,2	56	220	3000
3		4	112	220	1000
4		7	112	220	1000
5		0,15	56	220	3000
6		0.45	63	220	3000
7		1.5	90	220	1000
8		3.5	112	220	1000
9		4.5	100	220	1000
10		8	132	220	1000
11		0.55	63	220	3000
12		6	132	220	1000
13		0.25	56	220	3000
14		0.3	63	220	3000
15		10	132	220	1000
16		2.5	90	220	1000
17		3	100	220	1000
18		5	132	220	1000
19		9	132	220	1000
20		0.35	63	220	3000
21		4.5	112	220	1000
22		0.6	71	220	3000
23		1	80	220	1000
24		5.5	112	220	1500
25		2	90	220	1000
26		6,5	132	220	1000
27		8,5	132	220	1000

Вопросы к курсовому проекту:

1. Что учитывает коэффициент формы поля k_p ?
2. Что такое «шаг обмотки» (полный, укороченный)?
3. Что такое «относительный шаг» обмотки β ?
4. Как оценивается прочность вала?
5. Как проверяется правильность выбора главных размеров двигателя?
6. Назовите причины необходимости уточнения обмоточного коэффициента обмотки статора.
7. Назовите причину формирования сечения эффективного проводника из нескольких элементарных проводников.
8. От чего зависит число ступеней вала?
9. Поясните конструкцию сердечника статора.
10. Для чего сердечник статора выполняется шихтованным?
11. Назовите предельное значение диаметра изолированного провода при механизированной укладке обмотки.

12. Как оцениваются пусковые характеристики асинхронного двигателя?
13. Назовите возможную причину увеличения предварительного значения числа параллельных ветвей обмотки статора, появившуюся при выборе провода.
14. Что оценивает значение коэффициента заполнения паза?
15. Как влияет величина воздушного зазора на $\cos\varphi$ двигателя?
16. Изобразите зависимость $\cos\varphi = f(P_2)$, перечислите условия, которым она соответствует, объясните ее поведение.
17. Почему магнитную цепь асинхронного двигателя рассчитывают для режима холостого хода?
18. Изобразите любую схему замещения асинхронного двигателя и дайте необходимые пояснения.
19. Для чего приводят сопротивления обмотки ротора к сопротивлениям обмотки статора?
20. Изобразите зависимость $M^* = f(s)$ и дайте необходимые пояснения.
21. Назовите материал пазовой изоляции и класс его нагревостойкости.
22. Как расположено поперечное сечение короткозамыкающего кольца литой обмотки относительно торца сердечника ротора?
23. От чего зависит величина сопротивления r_{122} схемы замещения асинхронного двигателя?
24. Изобразите зависимость $I_1 = f(P_2)$ перечислите условия, которым она соответствует, объясните ее поведение.
25. Какое значение ширины зубца берется для дальнейших расчетов, если результат проверки непараллельности боковых граней зубца сердечника статора не превышает предельного значения?
26. От чего зависят рекомендуемые диапазоны индукций в зубцах B_{z2} и ярме B_j сердечника ротора?
27. Почему не учитывают эффект вытеснения тока в короткозамыкающем кольце обмотки ротора для рабочего режима?
28. Что необходимо учесть при выборе подшипника?
29. Почему не учитывают эффект вытеснения тока в стержне при расчете активного сопротивления короткозамкнутой обмотки ротора для рабочего режима?
30. Чем обусловлено индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора?
31. Что такое «установившийся» прогиб вала под действием силы магнитного напряжения?
32. Назовите диапазон рекомендуемых значений плотности тока в стержнях литой обмотки ротора для исполнения двигателя по степени защиты IP44.
33. Когда при уменьшении площади паза отводимой для размещения проводников обмотки делается вывод, что главные размеры двигателя завышены?
34. Поясните, что такое конструктивная длина сердечника?
35. От чего зависит результирующий прогиб вала?

36. Изобразите зависимость $I^* = f(s)$ и дайте необходимые пояснения.
37. Когда при увеличении площади паза отводимой для размещения проводников обмотки делается вывод, что главные размеры двигателя занижены?
38. От чего зависит значение коэффициента приведения токов для двигателя с короткозамкнутым ротором?
39. Как оценивается жесткость вала?
40. Какую величину срока службы подшипника необходимо обеспечить?
41. Как влияет величина воздушного зазора на η двигателя?
42. Как крепится на валу сердечник ротора?
43. Почему при расчете пусковых характеристик пренебрегают активным сопротивлением ветви намагничивания r_{12} ?
44. Где и почему может происходить эффект вытеснения тока при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?
45. Что такое скос пазов сердечника ротора и для чего он выполняется?
46. Физический смысл коэффициента скоса пазов сердечника ротора.
47. От чего зависит длина вала между серединами подшипников?
48. От чего зависит перепад температуры в изоляции обмотки статора?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (курсовой проект)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой, грамотно и самостоятельно формулирует решения, проявляет инициативу и старательность, убедительно защищает свою точку зрения. Работает систематически, аккуратно выполняя график работ. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты выполнены правильно; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД; выводы содержат результаты расчетов и верно отражают картину исследуемого физического процесса.
хорошо (4)	Студент твердо усвоил теоретический материал, может применять его на практике самостоятельно и по указанию преподавателя. Правильно отвечает на вопросы по защите, работает в целом по графику и систематически, умеет пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой. Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты выполнены с незначительными ошибками, неточностями; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД, но с некоторыми ошибками в оформлении; выводы содержат результаты расчетов и, в целом, верно отражают картину исследуемого физического процесса.
удовлетворительно (3)	Студент освоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически.

	Проект оформлен в соответствии с установленной нормативной документацией; приведенные расчеты содержат ошибки, которые искажают картину исследуемого физического процесса и не позволяют сделать верные выводы; графическая часть выполнена с соблюдением требований ЕСКД не в полном объеме.
неудовлетворительно (2)	Студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки. Отказывается от ответов на дополнительные вопросы. Проект обучающегося не соответствует установленной нормативной документации; приведенные расчеты содержат ошибки, которые искажают картину исследуемого физического процесса и не позволяют сделать верные выводы; графическая часть проекта выполнена с существенными ошибками в оформлении или не выполнена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

Вопросы к экзамену:

1. Что такое «число пазов на полюс и фазу»?
2. Перечислите требования, предъявляемые к окончательному значению зубцового деления сердечника статора.
3. От чего зависит марка электротехнической стали рекомендуемая для изготовления сердечника статора?
4. Как зависит амплитуда пульсаций индукции магнитного потока в воздушном зазоре от ширины шлицов зубцов статора и ротора?
5. От чего зависят удельные поверхностные потери в электротехнической стали зубцов сердечника ротора?
6. Когда при увеличении площади паза отводимой для размещения проводников обмотки делается вывод, что главные размеры двигателя занижены?
7. Почему при заниженных главных размерах двигателя электротехническая сталь сердечника статора недопустимо загружена?
8. От чего зависит значение коэффициента приведения токов для двигателя с короткозамкнутым ротором?
9. Назовите число фаз короткозамкнутой обмотки ротора.
10. Как оценивается жесткость вала?
11. Какую величину срока службы подшипника необходимо обеспечить?
12. Для чего проводится вентиляционный расчет двигателя?
13. Зачем и как проверяется параллельность боковых граней зубца сердечника статора?
14. Какое значение ширины зубца берется для дальнейших расчетов, если результат проверки непараллельности боковых граней зубца сердечника статора не превышает предельного значения?
15. От чего зависят рекомендуемые диапазоны индукций в зубцах B_{z2} и ярме B_j сердечника ротора?
16. От чего зависит выбор конфигурации паза сердечника ротора?
17. От чего зависит активное сопротивление участка короткозамыкающего кольца, заключенного между двумя соседними стержнями?

18. Почему не учитывают эффект вытеснения тока в короткозамыкающем кольце обмотки ротора для рабочего режима?
19. Что необходимо учесть при выборе подшипника?
20. Когда обмотка статора выбирается однослойной?
21. Перечислите преимущества и недостатки однослойных обмоток.
22. Что такое «эффективный проводник»?
23. Каким должно быть окончательное число эффективных проводников в пазу двухслойной обмотки?
24. От чего зависит высота паза сердечника статора?
25. С какой целью станина выполняется с оребренной поверхностью?
26. От чего зависит превышение температуры внутренней поверхности сердечника статора над температурой воздуха внутри машины?
27. Когда при уменьшении площади паза отводимой для размещения проводников обмотки делается вывод, что главные размеры двигателя завышены?
28. Почему при завышенных главных размерах двигателя электротехническая сталь сердечника статора будет недоиспользована?
29. Поясните, что такое конструктивная длина сердечника?
30. Какой выбирается длина сердечника ротора?
31. От чего зависит результирующий прогиб вала?
32. Как называют основную характеристику подшипника?
33. Изобразите зависимость $I^* = f(s)$ и дайте необходимые пояснения.
34. От чего зависит ширина зубца сердечника статора?
35. От чего зависит высота ярма сердечника статора?
36. Почему магнитную цепь асинхронного двигателя рассчитывают для режима холостого хода?
37. Перечислите участки магнитной цепи асинхронного двигателя.
38. Изобразите любую схему замещения асинхронного двигателя и дайте необходимые пояснения.
39. Для чего приводят сопротивления обмотки ротора к сопротивлениям обмотки статора?
40. Изобразите зависимость $M^* = f(s)$ и дайте необходимые пояснения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом, дает полное и логически стройное изложение содержания при ответе в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает свои ответы, хорошо владеет умениями самостоятельно обобщать и излагать материал и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в ответах, трактовках и определениях

	или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки и непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме, показывает неусвоение отдельных существенных деталей. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 40% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в определении понятий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):

Вопросы к зачету:

1. Перечислите главные размеры асинхронного двигателя.
2. Как принимается предварительное значение внешнего диаметра сердечника статора?
3. Изложите соображения, которыми целесообразно руководствоваться для увеличения значения критерия правильности выбора главных размеров двигателя.
4. Какие факторы накладывают ограничение на коэффициент λ ?
5. Поясните возможные конфигурации полузакрытых пазов сердечника статора для укладки всыпных обмоток.
6. Назовите пусковые характеристики и условия при которых их рассчитывают.
7. Назовите диапазон скольжений используемый при расчете пусковых характеристик и значение скольжения в первый момент пуска.
8. От чего зависит число пазов сердечника ротора?
9. Поясните, что такое скос пазов сердечника ротора и для чего он выполняется?
10. Назовите число витков фазы короткозамкнутой обмотки ротора.
11. Поясните физический смысл коэффициента скоса пазов сердечника ротора.
12. Почему ограничивают соотношение диаметров соседних ступеней вала?
13. От чего зависит длина вала между серединами подшипников?
14. От чего зависит перепад температуры в изоляции обмотки статора?
15. Как влияет величина воздушного зазора на η двигателя?
16. От чего зависит величина воздушного зазора?
17. Как крепится на валу сердечник ротора?

18. От чего зависит предварительное значение тока в стержне короткозамкнутой обмотки ротора?

19. Почему при расчете пусковых характеристик пренебрегают активным сопротивлением ветви намагничивания r_{12} ?

20. Где и почему может происходить эффект вытеснения тока при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?

21. Поясните исполнение по способу охлаждения ICO141.

22. Назовите предельное значение числа элементарных проводников в одном эффективном.

23. Назовите возможную причину увеличения предварительного значения числа параллельных ветвей обмотки статора, появившуюся при выборе провода.

24. Что оценивает значение коэффициента заполнения паза?

25. От чего зависит площадь поперечного сечения паза для размещения проводников обмотки?

26. Как влияет величина воздушного зазора на $\cos\varphi$ двигателя?

27. От чего зависят активная и реактивная составляющие тока холостого хода?

28. Изобразите зависимость $\cos\varphi = f(P_2)$, перечислите условия, которым она соответствует, объясните ее поведение.

29. От чего зависят предварительные значения энергетических показателей?

30. Поясните, что такое «электромагнитные нагрузки» и назовите их размерности.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточного контроля (зачет)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
Незачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)