МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 584B07C0339DBE68C78EB54A7DFECB36CE19241C
Владелец: Бутенко Александр Федорович
Действителен: с 10.02.2022 по 06.05.2023

УТВЕРЖДАЮ.
Директор

_____А. Ф. Бутенко

« 31 » марта **2022 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б1.О.25 Электрические машины

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»

Факультет «Энергетический»

Кафедра «Эксплуатация энергетического оборудования и электрические машины»

Форма обучения очная, заочная

Квалификация выпускника - бакалавр

Зерноград-2022

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1. ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» августа 2017 г. № 813.

2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от «26» ноября 2020 г. № 1456.

3. Учебный план по профилю подготовки «Электрооборудование и электротехнологии» (год начала подготовки 2022), одобрен Учёным советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Протокол № 7 от « 24 » февраля 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины Б1.О.25 «Электрические машины» одобрена на заседании кафедры «Эксплуатация энергетического оборудования и электрические машины»

Протокол № 9 от « 23 » марта 2022 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент Е.А. Шабаев

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические машины» рекомендована к использованию на заседании методической комиссии по направлению подготовки 35.03.06 и 35.04.06 «Агроинженерия» энергетического факультета
Протокол № 6 от « 28 » марта 2022 г.

Председатель методической комиссии
к.т.н., доцент Н.Е. Пономарева

Разработчик:
к.т.н., доцент М.М. Украинцев

Содержание

с.

1. Вводная часть……... 4
1.1 Цели и задачи освоения дисциплины……..... 4
1.2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ……..... 4
1.3 Планируемые результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции…….. 5
2.Основная часть……..... 6
2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы……..... 6
2.2. Содержание учебной дисциплины……..... 7
2.2.1. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля…….. 11
2.2.2 Лабораторный практикум…….. 12
2.2.3. Практические занятия…..……..... 14
2.3. Самостоятельная работа студента. Виды СРС…….. 17
3. Образовательные технологии……. 18
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины……...…… 20
4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств…… 20
4.2. Примерные темы курсовых работ……... 21
4.3. Примерные контрольные вопросы для защиты расчетных работ…..……..... 21
4.4. Тесты текущего контроля…… 22
4.5. Тесты промежуточного контроля…… 29
4.6. Варианты контрольных заданий……. 33
4.7. Вопросы к зачету с оценкой..……..…… 34
4.8. Вопросы к экзамену…….. 35
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины …… 37
5.1. Основная литература…… 37
5.2. Дополнительная литература…… 37
5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и интернет-ресурсы……..…….. 38
5.4 Требования к программному обеспечению учебного процесса …….. 39
5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся ……..…… 40
6.Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины…… 41
7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины... 43
Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
Приложение 2 Лист переутверждения рабочей программы дисциплины

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электрические машины» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков, связанных с принципом действия, методами испытания и режимами работы электрических машин, позволяющими эффективно использовать их в профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются**:**

- получение студентами знаний в области теории электрических машин;
- изучение основных характеристик, регулировочных свойств, особенностей работы электрических машин в условиях сельскохозяйственного производства;
- изучение факторов определяющих рабочие характеристики электрических машин;
- изучение методов испытаний электрических машин для определения их параметров и определения электромеханических характеристик;

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

1.2.1. Дисциплина «Электрические машины» относится к обязательной части блока 1 дисциплины (модули).

1.2.2. Входные знания базируются на знании содержания следующих дисциплин: «Физика»; «Материаловедение и технология конструкционных материалов»; «Теоретические основы электротехники».

К началу изучения дисциплины студенты должны:

«Физика»:

Знать: основные понятия и основные законы разделов «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Электромагнитные колебания и волны».

Уметь: решать инженерные задачи с использованием основных законов физики.

Владеть: навыками сбора и анализа исходных данных для расчёта и исследования процессов машин.

«Материаловедение и технология конструкционных материалов»:

Знать: проводниковые, диэлектрические и магнитные материалы.

Уметь: обоснованно выбирать материал и назначать его обработку для получения определенных свойств, проводить сборку, разборку машин и электрооборудования для ремонта или восстановления изношенных деталей.

Владеть: навыками обоснованного выбора материала, навыками работы с ручным, вспомогательным инструментом и материалами при эксплуатации электрических машин.

«Теоретические основы электротехники»:

Знать: основные понятия, категории, и основные законы разделов «Общая характеристика синусоидальных токов», «Расчёт цепей синусоидального тока», «Трёхфазные цепи», Электрические цепи при периодических несинусоидальных токах и напряжениях; «Магнитные цепи», «Переходные процессы в цепях первого порядка».

Уметь: решать инженерные задачи с использованием основных законов электротехники.

Владеть: навыками сбора и анализа исходных данных для расчёта и проектирования, навыками использования средств по получению и изучению научно-технической информации по тематике дисциплины.

1.2.3. Знания, умения и навыки, формируемые в ходе изучения данной дисциплины могут быть использованы при изучении дисциплин:

- электропривод,

– электроснабжение;
– эксплуатация электрооборудования и средств автоматизации.
а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование общепрофессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечение достижения планируемых результатов освоения образовательной программы.

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
1	2	3	4
ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Использует материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства.	Знать: конструкцию и принцип работы машин постоянного и переменного тока, современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности. Уметь: обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности. Владеть: навыками, позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности.
		ОПК-4.2 Обосновывает применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	
ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства.	Знать: методику экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин. Уметь: проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин. Владеть: навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации
		ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		Всего часов/зач. единиц	**Семестр №5**	**Семестр №6**
1		**2**	**3**	**4**
Аудиторные занятия (всего)		**140**	**68**	**72**
В том числе**:**				
Лекции (Л)		56	32	24
Практические занятия (ПЗ)		42	18	24
Лабораторные работы		42	18	24
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**95**	**40**	**45**
В том числе				
Расчетная работа		**22**	10	12
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю		**63**	30	33
СРС в период промежуточной аттестации		**27**	**-**	**27**
Вид промежуточной аттестации	Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО)	**-**	**ЗО**	**-**
	Экзамен (Э)	**-**	**-**	**Э**
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	**252**	**108**	**144**
	зач. единиц	**7**	**3**	**4**

Заочная форма обучения

Вид работы		Всего часов/зач. единиц	**Семестр №6**	**Семестр №7**	**Семестр №8**
1		**2**		**3**	**4**
Аудиторные занятия (всего)		**22**	**2**	**10**	**12**
В том числе**:**					
Лекции (Л)		6	2	2	2
Практические занятия (ПЗ)		10	-	4	6
Лабораторные работы		8	-	4	4
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		**217**	**34**	**94**	**87**
В том числе					
Расчетная работа		**22**	**-**	**10**	**12**
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю		**193**	**34**	**84**	**75**
СРС в период промежуточной аттестации		**13**	**-**	**4**	**9**
Вид промежуточной аттестации	Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО)	**-**	**-**	**ЗО**	**-**
	Экзамен (Э)	**-**	**-**	**-**	**Э**
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	**252**	**36**	**108**	**108**
	зач. единиц	**7**	**1**	**3**	**3**

2.2. Содержание учебной дисциплины (модуля)

№ семестра очн. (заочн.)	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3	
5 (6)	Модуль 1 – Машины постоянного тока.	1.1 Введение в дисциплину «Электрические машины». Паспорт электрической машины. Устройство и принцип работы машины постоянного тока (МПТ). Магнитная цепь МПТ. ЭДС обмотки якоря и электромагнитный момент МПТ. 1.2 Реакция якоря при установке щеток на геометрической нейтрали. Размагничивающее действие поперечного поля реакции якоря. 1.3 Основное уравнения коммутации. Графики идеальной прямолинейной, ускоренной и замедленной коммутации. Способы улучшения коммутации. 1.4 Энергетическая диаграмма генератора постоянного тока (ГПТ). Схемы возбуждения ГПТ, уравнение моментов. Характеристики ГПТ: холостого хода, внешняя, регулировочная, нагрузочная. Процесс самовозбуждения ГПТ. Необходимые условия. Уравнения напряжения в генераторном и двигательном режимах. 1.5. Схемы возбуждения двигателя. Скоростная, механическая и моментная характеристики ДПТ смешанного, параллельного и последовательного возбуждения. Способы пуска ДПТ: прямой пуск; пуск при включении в цепь якоря пускового реостата; пуск плавным повышением питающего напряжения. Схемы включения, скоростные и механические характеристики. Регулирование частоты вращения ДПТ: изменением магнитного потока; регулированием величины питающего напряжения; включением реостата в цепь якоря. Принцип работы, энергетическая диаграмма, уравнение моментов двигателя постоянного тока (ДПТ).	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5 (7)	Модуль 2 – Трансформаторы.	2.1 Устройство и принцип работы трансформатора. Коэффициент трансформации. Формула ЭДС обмоток. Маркировка обмоток. Т-образная схема замещения трансформатора. Приведение параметров вторичной обмотки к первичной. Комплексные уравнения. Векторная диаграмма при активно-индуктивной и активно-емкостной нагрузках. 2.2 Определение параметров трансформатора по опытам х.х. и короткого замыкания (к.з.). Напряжение к.з. и его активная и реактивная составляющие. Установившийся ток к.з. при номинальном напряжении. Упрощенная схема замещения трансформатора и соответствующая ей векторная диаграмма. Изменение вторичного напряжения от степени загрузки и характера нагрузки трансформатора. 2.3 Измене-	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2

		ние напряжения трансформатора под нагрузкой. Регулирование напряжения трансформаторов. Энергетическая диаграмма трансформатора и его КПД. Зависимость КПД от степени загрузки. Условие максимума КПД. Эксплуатационный КПД трансформатора. 2.4 Магнитные системы трехфазных трансформаторов. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора в звезду, треугольник, зигзаг. Определение групп соединения по векторным диаграммам. 2.5 Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Распределение нагрузки между трансформаторами с разными напряжениями к.з. Устройство, схема включения и рабочий процесс автотрансформатора. 2.6 Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов. Разложение несимметричной системы токов на симметричные составляющие. Несимметричный режим работы трехфазных трансформаторов при отсутствии токов нулевой последовательности. Несимметричный режим работы при наличии токов нулевой последовательности. Схемы соединения обмоток Y/Y_H и Δ/Y_H. Графическое определение напряжения смещения нулевой точки. 2.7 Трехобмоточные силовые трансформаторы. Схема замещения. Векторная диаграмма. Расчет параметров. Переходные процессы: при внезапном к.з трехфазного силового трансформатора; включение ненагруженного трансформатора в сеть.	
6 (8)	Модуль 3 – Асинхронные машины.	3.1 Основные элементы конструкции асинхронного электродвигателя (АД). Понятие обмоточного коэффициента. Электродвижущая сила (ЭДС), индуктируемая в обмотке переменного тока. Устройство и принцип действия АД. 3.2 Энергетическая диаграмма АД. Расчет составляющих потерь мощности для двигателей с к.з. и фазным ротором. АД при неподвижном роторе. Коэффициент приведения э.д.с. Т-образная схема замещения АД. Приведение параметров ротора к параметрам статора. 3.3 Асинхронная машина при вращающемся роторе, э.д.с. и ток ротора, бегущая волна м.д.с. Результирующее магнитное поле, векторная диаграмма АД. 3.4 Рабочие характеристики АД. Формула электромагнитного момента АД. Г-образная схема замещения АД. Формулы механической характеристики, критического скольжения и максимального момента. Понятие перегрузочной способности АД и кратности пускового момента. 3.5 Методы пуска АД. Прямой пуск. Пуск при пониженном напряжении: переключение обмотки статора со звезды на треугольник, последовательное включение в фазные обмотки статора активных или реактивных сопротивлений, регулирование питающего напряжения автотрансформатором. Пуск АД с фазным ротором. Пуск АД при ступенчатом увеличении частоты вращения. Схемы включения, механические характеристики, векторные диаграммы, расчетные формулы. 3.6 Повышение пускового момента применением ротора с двумя обмотками. Регулирование ча-	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2

		стоты вращения АД. Методы регулирования: изменением числа пар полюсов, регулированием величины активных сопротивлений в цепи обмотки ротора, изменением частоты питающего напряжения. Схемы включения АД, механические характеристики, расчетные формулы. Вывод формулы основного закона частотного регулирования. 3.7 Работа АД при условиях, отличных от номинальных. Неноминальная частота питающего напряжения. Формулы э.д.с и электромагнитного момента. Влияние изменения магнитного потока на величину токов ротора и статора. Неноминальное питающее напряжение. Формула механической характеристики АД. Изменение величины вращающего момента при колебаниях напряжения сети. Влияние изменения магнитного потока на величину тока намагничивания. 3.8 Несимметричное питающее напряжение. Схемы замещения АД для токов прямой и обратной последовательностей. Формулы вращающего момента и скольжения для магнитных потоков прямого и обратного направлений. Результирующий электромагнитный момент. Механические характеристики.	
6 (8)	Модуль 4 – Синхронные машины.	4.1 Синхронные машины (СМ). Устройство, принцип действия СМ. Работа синхронного генератора (СГ) при хх. Характеристика хх. Формула э.д.с. обмотки якоря. Коэффициент насыщения. Система относительных единиц. Работа СГ под нагрузкой. Понятие реакции якоря. Реакция якоря неявнополюсной СМ. Поперечная реакция якоря, векторные диаграммы. Продольная размагничивающая реакция якоря, векторные диаграммы. Продольная намагничивающая реакция якоря, векторные диаграммы. Реакция якоря явнополюсной СМ. Метод двух реакций. 4.2 Параллельная работа СМ с сетью бесконечно большой мощности. Условия включения на параллельную работу. Методы контроля выполнения условий. Регулирование реактивной и активной мощности. 4.3 Векторные диаграммы. U-образные характеристики СМ. Области недовозбуждения и перевозбуждения. Переходные процессы в СГ. Внезапное 3-х фазное к.з. Периодическая и апериодическая составляющие тока к.з. График изменения тока якоря. Переходное и сверхпереходное сопротивления обмотки якоря. Последствия внезапного к.з. Ударный ток к.з., его ограничение. 4.4 Определение отношения короткого замыкания. Характеристики СГ: холостого хода, внешняя, регулировочная, короткого замыкания. Синхронное индуктивное сопротивление обмотки якоря. Упрощенные векторные диаграммы неявнополюсной и явнополюсной СМ. Активная мощность СМ. Электромагнитный момент СМ. Угловые характеристики СМ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2

2.2.1. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ се-мест-ра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
5	Модуль 1 – Машины постоянного тока.	12	8	8	16	44	УО-1, ПР-2
5	Модуль 2 – Трансформаторы.	20	10	10	24	64	УО-1, ПР-2
5	Зачет	-	-	-	-	-	УО-2
	Итого за 5 семестр	32	18	18	40	108	
6	Модуль 3 – Асинхронные машины.	16	16	18	27	77	УО-1, ПР-2
6	Модуль 4 – Синхронные машины.	8	8	6	18	40	УО-1, ПР-2
6	Экзамен	-	-	-	-	27	УО-4
	Итого за 6 семестр	24	24	24	45	108	
	Итого	56	42	42	95	252	

Заочная форма обучения

№ се-мест-ра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
6	Модуль 1 – Машины постоянного тока.	2	-	-	34	36	
7	Модуль 1 – Машины постоянного тока.	-	2	2	34	38	УО-1, ПР-2
7	Модуль 2 – Трансформаторы.	2	2	2	60	66	УО-1, ПР-2
7	Зачет	-	-	-	-	4	УО-2
8	Модуль 3 – Асинхронные машины.	2	2	6	53	63	УО-1, ПР-2
8	Модуль 4 – Синхронные машины.	-	2	-	34	36	УО-1, ПР-2
8	Экзамен	-	-	-	-	9	УО-4
	Итого	6	8	10	217	252	

Примечание: *УО-1 – устный опрос (собеседование); УО-2 – зачет; ПР-2 – письменная работа (контрольная работа); УО-4 –экзамен*

2.2.2. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4
5	Модуль 1 – Машины постоянного тока	1.1. Изучение конструкции простой петлевой обмотки якоря. Расчет шага; составление таблицы соединений катушек. Укладка в пазы сердечника якоря одновитковых катушек простой петлевой обмотки.	2
		1.2 Изучение конструкции простой волновой обмотки якоря. Расчет шагов; составление таблицы соединений катушек. Укладка в пазы сердечника якоря одновитковых катушек простой волновой обмотки.	2
		1.3 Исследование генератора постоянного тока независимого и самовозбуждения. Построение характеристик: х.х., внешних, регулировочной. Расчет критического сопротивления цепи возбуждения. Расчет изменения напряжения и степени регулирования тока возбуждения при нагрузке.	2
		1.4 Исследование двигателя постоянного тока (ДПТ) смешанного возбуждения. Настройка номинального тока возбуждения. Расчет и построение рабочих, механической и скоростной характеристик	2
	Модуль 2 – Трансформаторы	2.1. Исследование однофазного трансформатора. Опыты х.х. и к.з. Построение внешней характеристики. Расчет параметров Т – образной схемы замещения.	2
		2.2 Маркировка выводов обмоток и определение групп соединения обмоток трехфазного трансформатора. Векторные диаграммы для различных групп соединения.	2
		2.3 Исследование параллельной работы двух трехфазных трансформаторов. Проверка условий включения на параллельную работу. Измерение и расчет уравнительного тока. Определение зависимости токов обоих трансформаторов от тока нагрузки.	2
		2.4 Исследование несимметричных режимов работы трехфазного трансформатора при схемах соединения обмоток Y/Y_H и Δ/Y_H. Определение сопротивления нулевой последовательности и напряжения смещения нейтральной точки. Векторные диаграммы для схем Y/Y_H и Δ/Y_H.	4
		2.5 Контроль выполнения лабораторных работ	2
	Итого		18
6	Модуль 3 – Асинхронные машины	3.1 Исследование асинхронного электродвигателя с к.з. ротором. Опыты х.х. и к.з.,	4

		измерение, расчет и построение рабочих характеристик.	
		3.2 Исследование асинхронного электродвигателя с фазным ротором. Опыты х.х. при разомкнутом и замкнутом роторе. Пуск двигателя. Регулирование частоты вращения изменением сопротивления в цепи ротора. Расчет и построение рабочих характеристик.	2
		3.3 Исследование трехфазно-двухфазного АД для привода вентилятора. Расчет полезной мощности, к.п.д. вращающего момента, коэффициента мощности для каждого числа полюсов. Расчет емкости конденсатора и построение векторной диаграммы для двухфазного режима работы.	2
		3.4 Исследование асинхронной машины с фазным ротором в режиме индукционного регулятора и регулируемого индуктивного сопротивления. Построение зависимостей напряжения и тока от угла поворота. Построение векторной диаграммы индукционного регулятора.	2
		3.5 Исследование многоскоростного электродвигателя на 10/6 полюсов.	2
		3.6 Исследование двухскоростного электродвигателя на 16/4 полюса для привода подъемно-транспортных устройств.	2
		3.7 Контроль выполнения лабораторных работ	2
	Модуль 4 – Синхронные машины	4.1 Исследование синхронного генератора. Измерение и построение характеристик: х.х., к.з., регулировочной и внешней. Определение отношения короткого замыкания. Расчет синхронного индуктивного сопротивления обмотки якоря.	2
		4.2 Исследование синхронного двигателя. Асинхронный пуск. Измерение, расчет и построение рабочих характеристик. Измерение и построение U- образных характеристик	2
		4.3 Исследование СГ с самовозбуждением типа "ЕСС". Изучение процесса самовозбуждения, включение генератора в режиме х.х. и регулирование его напряжения.	2
		4.4 Контроль выполнения лабораторных работ	2
	Итого		24

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4
7	Модуль 1 – Машины постоянного тока	1.1 Исследование генератора постоянного тока независимого и самовозбуждения. Построение характеристик: х.х., внешних, регулировочной. Расчет критического сопротивления цепи возбуждения. Расчет изменения напряжения и степени регулирования тока возбуждения при нагрузке.	2
	Модуль 2 – Трансформаторы	2.1. Исследование однофазного трансформатора. Опыты х.х. и к.з. Построение внешней характеристики. Расчет параметров Т – образной схемы замещения.	2
	Итого		4
8	Модуль 3 – Асинхронные машины	3.1 Исследование асинхронного электродвигателя с к.з. ротором. Опыты х.х. и к.з., измерение, расчет и построение рабочих характеристик.	4
	Модуль 4 – Синхронные машины	4.1 Исследование СГ с самовозбуждением типа "ЕСС". Изучение процесса самовозбуждения, включение генератора в режиме х.х. и регулирование его напряжения.	2
	Итого		4

2.2.3. Практические занятия

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Всего часов
1	2	3	4
5	Модуль 1 – Машины постоянного тока	1.1. Изучение простой петлевой обмотки якоря. Схема обмотки. Расположение полюсов магнитного поля. Расстановка щеток по коллектору. Соединение катушек в параллельные ветви.	2
		1.2. Изучение простой волновой обмотки якоря. Схема обмотки. Расположение полюсов магнитного поля. Расстановка щеток по коллектору. Соединение катушек в параллельные ветви.	2
		1.3. Решение задач по расчету напряжения в генераторном и двигательном режимах МПТ, частоты вращения и вращающего момента ДПТ. Построение магнитной характеристики и расчет ЭДС генератора.	2

		1.4. Расчет магнитного потока, вращающего момента и линейной нагрузки ДПТ. Расчет и построение характеристик ДПТ. Расчет ступеней сопротивления пускового реостата.	2
	Модуль 2 – Трансформаторы	2.1. Расчет чисел витков, коэффициента трансформации, линейных и фазных напряжений при различных схемах соединения обмоток трансформатора.	2
		2.2 Построение Т – образной схемы замещения трансформатора и расчет ее параметров. Расчет коэффициентов приведения параметров вторичной обмотки к первичной.	2
		2.3. Расчет и построение внешних характеристик трансформатора при различных параметрах нагрузки.	2
		2.4. Расчет КПД трансформатора при различных параметрах нагрузки и построение его графиков.	2
		2.5 Контрольная работа.	2
	Итого		18
6	Модуль 3 – Асинхронные машины	3.1 Изучение однослойной концентрической обмотки статора асинхронного электродвигателя (АД). Расчет шага. Расположение фазных зон. Формирование полюсов магнитного поля. Схема обмотки. Построение графика МДС.	2
		3.2 Решение задач по определению номинального тока, электромагнитного момента, КПД, полезной мощности частоты вращения асинхронного электродвигателя.	2
		3.3 Расчет коэффициентов приведения параметров ротора к статору. Построение Т – образной и Г – образной схем замещения асинхронной машины и расчет их параметров.	2
		3.4 Расчет пускового сопротивления двигателя с фазным ротором по данным схемы замещения. Расчет, построение естественной механической характеристики асинхронного двигателя, определение его максимального момента.	2
		3.5 Расчет параметров АД и определение масштабов тока, мощности и момента. Построение круговой диаграммы АД с к.з. ротором по данным опытов х.х. и к.з.	2
		3.6 Расчет по круговой диаграмме и построение рабочих и механических характеристик двигателя с к.з. ротором. Сравнение расчетных данных с	2

		номинальными. Определение перегрузочной способности и кратности пускового момента электродвигателя.	
		3.7 Изучение полюсопереключаемых обмоток по методу Даландера	2
		3.8 Расчет полюсопереключаемой обмотки на 10/6 полюсов	2
		3.9 Контрольная работа	2
	Модуль 4 – Синхронные машины	4.1 Расчет параметров энергетической диаграммы синхронной машины.	2
		4.2 Решение задач по расчету внешних характеристик синхронного генератора. Определение отношения короткого замыкания. Построение внешней и регулировочной характеристик с помощью векторной диаграммы Потье.	2
		4.3 Контрольная работа	2
	Итого		24

Заочная форма обучения

№ семестра	**Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)**	**Наименование практических занятий**	**Всего часов**
1	2	3	4
7	Модуль 1 – Машины постоянного тока	1.1. Решение задач по расчету напряжения в генераторном и двигательном режимах МПТ, частоты вращения и вращающего момента ДПТ. Построение магнитной характеристики и расчет ЭДС генератора.	2
	Модуль 2 – Трансформаторы	2.1. Расчет чисел витков, коэффициента трансформации, линейных и фазных напряжений при различных схемах соединения обмоток трансформатора.	2
	Итого		4
8	Модуль 3 – Асинхронные машины	3.1 Решение задач по определению номинального тока, электромагнитного момента, КПД, полезной мощности частоты вращения асинхронного электродвигателя.	2
		3.2 Расчет коэффициентов приведения параметров ротора к статору. Построение Т – образной и Г – образной схем замещения асинхронной машины и расчет их параметров.	2
		3.3 Расчет параметров АД и определение масштабов тока, мощности и момента. Построение круговой диаграммы АД с к.з. ротором по данным опытов х.х. и к.з.	2
	Итого		6

2.3. Самостоятельная работа студента. Виды СРС

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
5	Модуль 1 – Машины постоянного тока	Изучение теоретического материала – 2 часа. Подготовка к практическим занятиям - 4 часа. Подготовка к лабораторным работам – 4 часа. Подготовка к практическому рейтингу – 2 часа. Расчетная работа (задача 1) – 4 часа.	**16**
	Модуль 2 – Трансформаторы	Изучение теоретического материала – 6 часов. Подготовка к практическим занятиям - 4 часов. Подготовка к лабораторным работам - 4 часов. Подготовка к практическому рейтингу – 4 часа. Расчетная работа (задача 2) – 6 часов.	**24**
6	Модуль 1 – Асинхронные машины	Изучение теоретического материала – 6 часаов. Подготовка к практическим занятиям - 5 часов. Подготовка к лабораторным работам - 6 часов. Подготовка к практическому рейтингу – 2 часа. Расчетная работа (задача 1) - 8 часов.	**27**
	Модуль 2 – Синхронные машины	Изучение теоретического материала – 4 часа. Подготовка к практическим занятиям - 4 часа. Подготовка к лабораторным работам – 4 часа. Подготовка к практическому рейтингу – 2 часа. Расчетная работа (задача 2) – 4 часа.	**18**

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
6	Модуль 1 – Машины постоянного тока	Изучение теоретического материала – 34 часа.	**34**
7	Модуль 1 – Машины постоянного тока	Изучение теоретического материала – 26 часов. Подготовка к практическим занятиям - 2 часа. Подготовка к лабораторным работам – 2 часа. Расчетная работа (задача 1) – 4 часа.	**34**
	Модуль 2 – Трансформаторы	Изучение теоретического материала – 50 часов. Подготовка к практическим занятиям - 2 часа. Подготовка к лабораторным работам - 2 часа. Расчетная работа (задача 2) – 6 часов.	**60**
8	Модуль 1 – Асинхронные машины	Изучение теоретического материала – 35 часов. Подготовка к практическим занятиям - 6 часов. Подготовка к лабораторным работам - 4 часа. Расчетная работа (задача 1) – 8 часов.	**53**
	Модуль 2 – Синхронные машины	Изучение теоретического материала – 30 часов. Расчетная работа (задача 2) – 4 часа.	**34**

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Очная форма обучения

№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	2	3	4
5	Лекции №1.1–1.5	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы №1.1–1.4	Учебный эксперимент	групповые
	Практические занятия № 1.1 - 1.4	Решение практикоориентированных задач	групповые
	Лекции №2.1–2.7	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 2.1–2.4	Учебный эксперимент	групповые
	Лабораторные работы № 2.5	Тренинг	групповые
	Практические занятия № 2.1 - 2.4	Решение практикоориентированных задач	групповые
	Практические занятия № 2.5	Решение практикоориентированных задач, тренинг	групповые
6	Лекции № 3.1 – 3.8	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 3.1 - 3.6	Учебный эксперимент	групповые
	Лабораторные работы № 3.7	Тренинг	групповые
	Практические занятия № 3.1-3.8	Решение практикоориентированных задач	групповые
	Практические занятия № 3.9	Решение практикоориентированных задач, тренинг	групповые
	Лекции № 4.1 – 4.4	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 4.1 - 4.3	Учебный эксперимент	групповые
	Лабораторные работы № 4.4	Тренинг	групповые
	Практические занятия № 4.1 - 4.2	Решение практикоориентированных задач	групповые
	Практические занятия № 4.3	Решение практикоориентированных задач, тренинг	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:

- лабораторные работы 36 часов;
- практические занятия 18 часов;
- лекций 10 часов.

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
1	2	3	4
6	Лекции №1.1–1.5	Проблемное изложение	групповые
7	Лабораторные работы №1.1	Учебный эксперимент	групповые

	Практические занятия № 1.1	Решение практикоориентированных задач	групповые
	Лекции №2.1–2.7	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 2.1	Учебный эксперимент	групповые
	Практические занятия № 2.1	Решение практикоориентированных задач, тренинг	групповые
8	Лекции №3.1 – 3.8	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 3.1	Учебный эксперимент	групповые
	Практические занятия № 3.1-3.3	Решение практикоориентированных задач, тренинг	групповые
	Лекции №4.1 – 4.4	Проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 4.1	Учебный эксперимент	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме:

− лабораторные работы 8 часов;

− практические занятия 4 часа;

− лекций 2 часа.

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (WhatsApp, Viber);
- групповой чат в мессенджерах WhatsApp, Viber, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Zoom;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск, Google.Диск, Облако Mail.ru и т.д.).

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины

4.1.Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
1	2		3	4	5	6
5	Тат	ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 1 – Машины постоянного тока	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	2	10
				Защита РР в форме собеседования		
		ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 2 – Трансформаторы	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	2	10
				Защита РР в форме собеседования		
	ПрАт	Зачет	Модули 1,2	тест	2	Не менее 10
6	Тат	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 3 – Асинхронные машины	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	1	10
				Защита РР в форме собеседования		
		ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 4 – Синхронные машины	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	1	10
				Защита РР в форме собеседования		
	ПрАт	Экзамен	Модули 3,4	УО-4	3	25

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов

1	2		3	4	5	6
7	Тат	ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 1 – Машины постоянного тока	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	2	10
				Защита РР в форме собеседования		
		ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 2 – Трансформаторы	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	2	10
				Защита РР в форме собеседования		
	ПрАт	Зачет	Модули 1,2	тест	2	Не менее 10
8	Тат	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 3 – Асинхронные машины	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	1	10
				Защита РР в форме собеседования		
		ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Модуль 4 – Синхронные машины	тест	2	Не менее 10
				Контрольная работа	1	10
				Защита РР в форме собеседования		
	ПрАт	Экзамен	Модули 3,4	УО-4	3	25

** ВК – входной контроль, ТАт – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация*

4.2. Примерные темы курсовых работ

Не предусмотрены

4.3. Примерные контрольные вопросы для защиты расчетных работ

Расчетная работа №1

1. Напишите уравнение ЭДС обмотки якоря машины постоянного тока.
2. Как регулируют частоту вращения двигателя?
3. Объясните назначение пускового реостат для двигателей постоянного тока. Изобразите схемы включения двигателей постоянного тока и их рабочие и механические характеристики.
4. Как изменить направление вращения двигателя?
5. Как определяется КПД двигателя и генератора постоянного тока и от чего зависит его величина?
6. Постройте энергетические диаграммы двигателя и генератора.
7. Объясните принцип действия трансформаторов.
8. Напишите выражение ЭДС, индуктируемой в первичной обмотке.
9. Что такое коэффициент трансформации и как он определяется?
10. Какой ток больше у понижающего трансформатора: первичный или вторичный?

11. Что такое напряжение короткого замыкания двухобмоточного трансформатора и как его определяют?
12. Напишите уравнения приведения параметров вторичной обмотки R_2, X_2 , Z_2 , Z_H к первичной обмотке.
13. Изобразите Т-образную схему замещения трансформатора и объясните, как опытным путем определить ее параметры.
14. Как вычислить КПД трансформатора и от чего зависит его максимальное значение?

Расчетная работа №2

1. Объясните принцип действия асинхронной машины трехфазного тока.
3. Назовите способы снижения пусковых токов асинхронных двигателей.
4. Как осуществляют регулирование частоты вращения двигателя?
5. Напишите формулы электромагнитного момента и электромагнитной мощности асинхронной машины.
10. Изобразите рабочие и механические характеристики двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.
15. Как строят круговую диаграмму двигателя по опытам холостого хода и короткого замыкания?
16. Покажите на круговой диаграмме области работы асинхронной машины двигателем, генератором и тормозом.
17. Как определить отношение короткого замыкания (ОКЗ) синхронного генератора?
18. Изобразите векторные диаграммы напряжений генератора с явнополюсным и неявнополюсным ротором и объясните их.
19. Как по векторным диаграммам построить внешние характеристики генератора?
20. Постройте векторную диаграмму двигателя.

4.4. Тесты текущего контроля

Пример тестов по теме
«Машины постоянного тока»

1. Что называется электрической машиной?

1. Устройство, предназначенное для электрификации и автоматизации производства.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Электромеханический преобразователь, в котором преобразуется механическая энергия в электрическую и наоборот.

2. Дайте определение электродвигателя.

1. Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

3. Дайте определение генератора.

1. Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

4. Какие законы лежит в основе работы электрических машин?

1. Законы Ома.
2. Закон Джоуля – Ленца.
3. Законы электромагнитной индукции и электромагнитных сил.

5. Какие двигатели получили наибольшее распространение?

1. Двигатели постоянного тока.
2. Асинхронные электродвигатели.
3. Синхронные электродвигатели.

6. Герметичная электрическая машина- это

1. Машина, защищённая от попадания жидкости, пыли.
2. Машина, защищённая от попадания внутрь посторонних предметов.
3. Защищённая машина, исключающая возможность сообщения между её внутренним пространством и окружающей средой.

7. Погружная электрическая машина – это

1. Машина, защищённая от воспламенения.
2. Машина, предназначенная для эксплуатации в условиях погружения в жидкость.
3. Машина, защищённая от попадания внутрь посторонних предметов.

8. Якорем машины постоянного тока называется…

1. неподвижная часть машины постоянного тока;
2. вращающаяся часть машины постоянного тока;

9. Часть генератора постоянного тока, обеспечивающая выпрямление переменного тока это …

1. станина;
2. коллектор;
3. подшипники;
4. обмотка возбуждения;
5. выводные концы.

10. Генератор постоянного тока можно использовать в качестве двигателя постоянного тока и наоборот

1. нельзя;
2. можно с переделками;
3. можно.

11. В тяговых электрических машинах постоянного тока применяют исключительно …

1. угольно - графитные щётки;
2. графитные щётки;
3. металлографитные щётки;
4. электрографитированные щётки.

12. Сердечники главных полюсов набирают из отдельных листов, электротехнической стали толщиной 0,35 – 0,5 мм, изолированных друг от друга слоем изоляции, для того, чтобы

1. уменьшить потери электрической энергии;
2. уменьшить потери на вихревые токи;
3. повысить потери на индукционные токи;

4. преобразовать электрическую энергию в механическую.

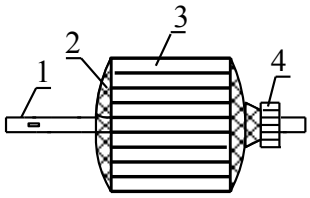
13. Часть сердечника главного полюса, обращенная к поверхности якоря выполняется более широкой и называется …

1. добавочным полюсом;
2. обмоткой возбуждения;
3. полюсным наконечником;
4. коллектором;
5. щёткодержателем.

14. Обмотка якоря машины постоянного тока выполняется из…

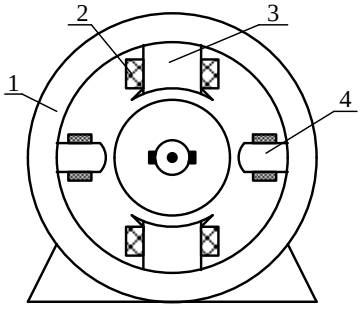
1. из изолированной медной проволоки или медной шины;
2. из неизолированной стальной проволоки;
3. из изолированной алюминиевой проволоки или стальной шины.
4. из коллекторных пластин.

15. На якоре машины постоянного тока укажите коллектор.



1 2 3 4

16. Показать ярмо (станину) машины постоянного тока.



1 2 3 4

17. Компенсационную обмотку, улучшающую условия работы коллектора и щёток располагают …

1. в щёткодержателях;
2. в добавочных полюсах;
3. в полюсных наконечниках главных полюсов;
4. на якоре машины постоянного тока;
5. на коллекторе машины постоянного тока.

18. **Какую функцию выполняет обмотка возбуждения в МПТ?**

1. передача энергии на вращающуюся часть машины.
2. создание магнитного потока.
3. защита машины для перегрузок.
4. получение механической энергии.

19. **Укажите формулу для определения момента МПТ.**

1. $M = c \cdot \Phi \cdot \omega$
2. $M = c \cdot \Phi \cdot I$

3. M = c·Ф·ω·cosφ
4. M = c·I·ω.

20. **Магнитный поток, создаваемый обмоткой возбуждения пропорционален:**
1. моменту сопротивления;
2. току в обмотке возбуждения;
3. угловой скорости;
4. напряжению на якоре.

Пример тестов по теме
«Трансформаторы»

1. **Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?**
   1. уменьшить насыщение;
   2. уменьшить вес;
   3. уменьшить потери на гистерезис;
   4. уменьшить потери на вихревые токи.

2. **В каких единицах указывается номинальная мощность трансформатора?**
   1. кВт;
   2. кВА;
   3. вар;
   4. л.с.

3. **Что обозначают выделенные буква и число в обозначении трансформатора: ТМД-630/10.**
   1. малогабаритный, обмотка ВН 10кВ;
   2. охлаждение масляное, вес трансформатора 10 тонн;
   3. охлаждение масляное, обмотка ВН 10 кВ;
   4. малогабаритный, вес масла 10 тонн.

4. **Основное назначение силовых трансформаторов.**
   1. изменение напряжения переменного тока;
   2. изменение напряжения постоянного тока;
   3. изменение мощности;
   4. изменение частоты.

5. **Какое охлаждение не применяется в трансформаторах?**
   1. масляное;
   2. воздушное;
   3. водяное;
   4. негорючий диэлектрик.

6. **По какой формуле определяется номинальный ток 3-х фазного трансформатора**.

1) $I_н = \frac{S_н}{U_н}$; 2) $I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3}\cdot U_{ЛН}}$; 3) $I_н = \frac{S_н}{3\cdot U_{ЛН}}$. 4) $I_н = \frac{S_н}{2\cdot U_{ЛН}}$

1 2 3 4

7. **По какой формуле определяется номинальный ток однофазного трансформатора.**

1) $I_н = \frac{S_н}{U_н}$; 2) $I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3}U_{лн}}$; 3) $I_н = \frac{S_н}{3U_{лн}}$; 4) $I_н = \frac{S_н}{2 \cdot U_{лн}}$.

1 2 3 4

8. **По какому параметру выбирается сечение проводников обмоток трансформатора?**
   1. по напряжению сети;
   2. по частоте сети;
   3. по числу витков обмотки;
   4. по току обмотки.

9. **Какое условие не принимается во внимание при расчете числа витков обмотки трансформатора?**
   1. напряжение обмотки;
   2. частота сети;
   3. сечение магнитопровода;
   4. тип магнитопровода.

10. На основании какого опыта определяется коэффициент трансформации трансформатора?
   1. опыт короткого замыкания;
   2. опыт непосредственной нагрузки;
   3. опыт холостого хода;
   4. при номинальной нагрузке.

11. Какое условие не принимается во внимание при определении числа витков обмоток трансформатора?
   1. частота сети;
   2. напряжение сети;
   3. условие охлаждения трансформатора;
   4. сечение магнитопровода.

12. В каком соотношении находятся количество витков первичной *W1* и вторичной *W2* обмоток в повышающем трансформаторе?
   1. *W1*<*W2*;
   2. *W1*>*W2*;
   3. *W1* = *W2*;
   4. возможно в любом соотношении.

Пример тестов по теме «Асинхронный электродвигатель»

1. При каком условии обмотки статора соединяются «треугольником»
   1. Uл=Uф.
   2. Uл=√3Uф.
   3. I=UR.

2. Может ли ротор АД вращаться синхронно с вращающимся магнитным полем статора?
   1. Да.

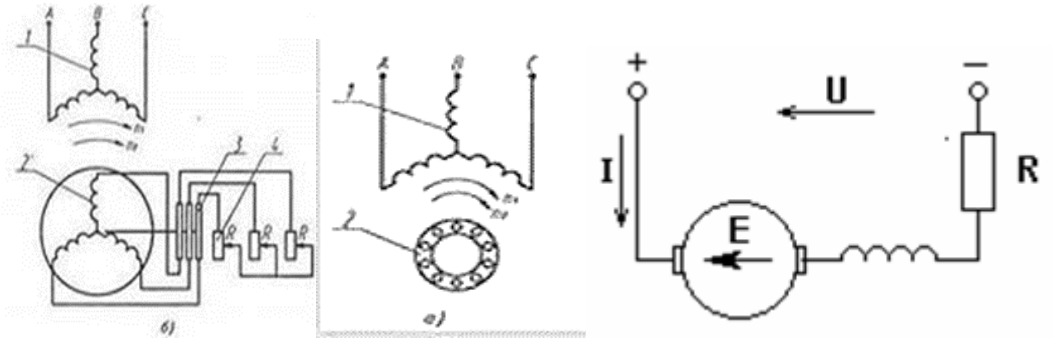
2. Нет.
3. Не имеет значения.

3. У какого двигателя обмотка ротора соединяется «звездой» при изготовлении?
1. СД.
2. АД с короткозамкнутым ротором.
3. АД с фазным ротором.

4. При каком условии обмотки статора соединяются «звездой»?
1. Uл=Uф.
2. Uл=√3Uф.
3. I=UR.

5. Если происходит выработка электроэнергии, то это….
1. Двигатель.
2. Генератор.
3. Трансформатор.

6. Выберите схему асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
1. а 2. б 3. в



7. Кто впервые сконструировал трёхфазный асинхронный электродвигатель? Год.
1. Б.С. Якоби, 1834 г.
2. М.О. Доливо-Добровольский, 1889 г.
3. П.Н. Яблочков, 1876 г.

8. Основные элементы асинхронного электродвигателя.
1. Статор, ротор, вал, обмотки.
2. Станина, якорь.
3. Статор, якорь, подшипники.

9. Из какого материала выполняют статор асинхронного электродвигателя
1. Электротехническая сталь.
2. Константан.
3. Никель.

10. Условие, необходимое для работы асинхронного электродвигателя
1. $n_1 = n_2$.
2. $n_1 \neq n_2$.

3. $n_1=0$.

11. Асинхронный электродвигатель-это двигатель работающий

1. На постоянном токе.
2. На переменном токе.
3. Дизельном топливе.

12. Скольжение ротора- это

1. Отставание частоты вращения ротора от частоты вращения магнитного поля статора.
2. Отставание частоты вращения статора от частоты вращения ротора.
3. Скольжение обмотки ротора по обмотке статора.

13. Скольжение ротора в момент пуска

1. Равно нулю.
2. 100 %.
3. Может иметь любое значение.

14. Вращающий момент асинхронного электродвигателя

1. Не зависит от номинальной мощности.
2. Прямопропорционален номинальной мощности.
3. Обратнопропорционален номинальной мощности.

15. Как укладываются обмотки асинхронного двигателя?

1. Наматываются на ротор.
2. Укладываются в пазы статора и ротора.
3. Запаиваются в корпус статора.

16. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на:

1. Взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с током ротора.
2. Взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с общим магнитным полем ротора.
3. Взаимодействии магнитного поля статора с током ротора.

17. Укажите основные недостатки трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при прямом пуске в ход.

1. Малый пусковой момент.
2. Большой пусковой ток.
3. Оба определения верны.

18. Определите для асинхронного двигателя число n оборотов в минуту вращающегося поля при частоте тока f_1= 50Гц и шестиполюсном статоре.

1. 500 об/мин.
2. 1000об/мин.
3. 1500об/мин.

19. Число пар полюсов асинхронного двигателя увеличили в два раза. Как изменится число оборотов вала двигателя?

1. Увеличится в два раза.
2. Уменьшится в два раза.

3. Не изменится.

20. Укажите необязательное условие образования кругового вращающего магнитного поля:

1. Пространственное смещение осей катушек каждой фазы симметричной обмотки на 120^o;
2. Углы сдвига фаз симметричной системы синусоидальных токов этих катушек 2. равны 120^o;
3. Схема соединения обмотки статора треугольником.

Пример тестов по теме
«Синхронные машины»

1. Для чего нужен возбудитель СГ?

1. источник постоянного тока;
2. для разгона СГ;
3. источник механической энергии СГ.
4. источник тепловой энергии

2. От чего зависит частота генерируемой ЭДС?

1. от характера нагрузки;
2. от частоты вращения индуктора;
3. от величины тока в статоре;
4. от конструкции индуктора.

3. От чего зависит частота генерируемой ЭДС?

1. от характера нагрузки;
2. от тока нагрузки;
3. от схемы обмотки статора;
4. от числа пар полюсов индуктора.

4. Для увеличения выдачи в сеть активной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, необходимо:

1. увеличить приложенный к его валу внешний момент;
2. уменьшить приложенный к его валу внешний момент;
3. увеличить ток возбуждения;
4. уменьшить ток возбуждения;

5. Для увеличения выдачи в сеть реактивной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, необходимо:

1. увеличить приложенный к его валу внешний момент;
2. уменьшить приложенный к его валу внешний момент;
3. увеличить ток возбуждения;
4. уменьшить ток возбуждения;

6. Что такое перегрузочная способность СГ?

1. Рмах/Рн**;**
2. Рн/Рмах;
3. Рмах/Мн;
4. Ммах/Рмах

7. Если произойдет обрыв в цепи возбуждения СГ работающего параллельно с сетью, то

1. частота вращения ротора начнет возрастать и СГ выйдет из синхронизма;
2. частота вращения ротора начнет уменьшаться и СГ выйдет из синхронизма;
3. СГ будет нормально работать;
4. увеличится производство активной мощности.

8. Почему при асинхронном пуске синхронного двигателя обмотка возбуждения замыкается на активное сопротивление?

1. для уменьшения тока возбуждения;
2. исключение застревания СД на скорости близкой к полу синхронной;
3. получение большого пускового момента;
4. уменьшение пускового тока.

4.5. Тесты промежуточного контроля

Пример тестов

1. Дайте определение электродвигателя.

1. Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

2. Дайте определение генератора.

1. Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

3. Якорем машины постоянного тока называется…

1. неподвижная часть машины постоянного тока;
2. вращающаяся часть машины постоянного тока;

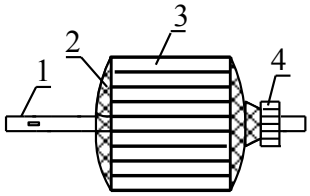
4. Генератор постоянного тока можно использовать в качестве двигателя постоянного тока и наоборот

1. нельзя;
2. можно с переделками;
3. можно.

5. Сердечники главных полюсов набирают из отдельных листов, электротехнической стали толщиной 0,35 – 0,5 мм, изолированных друг от друга слоем изоляции, для того, чтобы

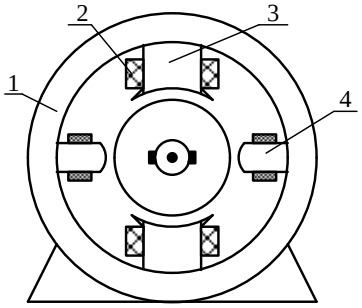
1. уменьшить потери электрической энергии;
2. уменьшить потери на вихревые токи;
3. повысить потери на индукционные токи;
4. преобразовать электрическую энергию в механическую.

6. На якоре машины постоянного тока укажите коллектор.



1 2 3 4

7. Показать ярмо (станину) машины постоянного тока.



1 2 3 4

8. **Какую функцию выполняет обмотка возбуждения в МПТ?**

5. передача энергии на вращающуюся часть машины.
6. создание магнитного потока.
7. защита машины для перегрузок.
8. получение механической энергии.

9. **Укажите формулу для определения момента МПТ.**

1. $M = c \cdot \Phi \cdot \omega$
2. $M = c \cdot \Phi \cdot I$
3. $M = c \cdot \Phi \cdot \omega \cdot \cos\varphi$
4. $M = c \cdot I \cdot \omega$.

10. **Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?**

5. уменьшить насыщение;
6. уменьшить вес;
7. уменьшить потери на гистерезис;
8. уменьшить потери на вихревые токи.

11. **В каких единицах указывается номинальная мощность трансформатора?**

1. кВт;
2. кВА;
3. вар;
4. л.с.

12. **Что обозначают выделенные буква и число в обозначении трансформатора: ТМД-630/10.**

1. малогабаритный, обмотка ВН 10кВ;
2. охлаждение масляное, вес трансформатора 10 тонн;
3. охлаждение масляное, обмотка ВН 10 кВ;
4. малогабаритный, вес масла 10 тонн.

13. **Основное назначение силовых трансформаторов.**
1. изменение напряжения переменного тока;
2. изменение напряжения постоянного тока;
3. изменение мощности;
4. изменение частоты.

14. **По какой формуле определяется номинальный ток 3-х фазного трансформатора**.

1) $I_н = \frac{S_н}{U_н}$; 2) $I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_{ЛН}}$; 3) $I_н = \frac{S_н}{3 \cdot U_{ЛН}}$. 4) $I_н = \frac{S_н}{2 \cdot U_{ЛН}}$

1 2 3 4

15. **По какой формуле определяется номинальный ток однофазного трансформатора.**

1) $I_н = \frac{S_н}{U_н}$; 2) $I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3} U_{ЛН}}$; 3) $I_н = \frac{S_н}{3 U_{ЛН}}$; 4) $I_н = \frac{S_н}{2 \cdot U_{ЛН}}$.

1 2 3 4

16. **По какому параметру выбирается сечение проводников обмоток трансформатора?**
1. по напряжению сети;
2. по частоте сети;
3. по числу витков обмотки;
4. по току обмотки.

17. **Какое условие не принимается во внимание при расчете числа витков обмотки трансформатора?**
1. напряжение обмотки;
2. частота сети;
3. сечение магнитопровода;
4. тип магнитопровода.

18. **На основании какого опыта определяется коэффициент трансформации трансформатора?**
1. опыт короткого замыкания;
2. опыт непосредственной нагрузки;
3. опыт холостого хода;
4. при номинальной нагрузке.

19. **Какое условие не принимается во внимание при определении числа витков обмоток трансформатора?**
1. частота сети;
2. напряжение сети;
3. условие охлаждения трансформатора;
4. сечение магнитопровода.

20. **В каком соотношении находятся количество витков первичной *W1* и вторичной *W2* обмоток в повышающем трансформаторе?**
1. *W1*<*W2*;
2. *W1*>*W2*;

3. *W1 = W2*;
4. возможно в любом соотношении.

4.6 Варианты контрольных заданий

Примеры задач для контрольной работы по темам практических занятий:

Контрольная работа 1 – Определение параметров работы машины постоянного тока

1. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением имеет следующие номинальные данные: $P_н = 10$ кВт, $U_í = 230$ В, $R_Я = 0{,}3$ Ом, $R_В = 150$ Ом. Определить $P_{эм}, \eta$ если $p_{ст} + p_{мех} = 6\% P_н$.

2. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением имеет следующие номинальные данные: сопротивление пускового реостата $R_П$=2,8 Ом, сопротивление в цепи якоря $R_Я$=0,25 Ом, полезная мощность двигателя $P_Н$=4,5 кВт, пусковой ток $I_П$=3$I_Н$, КПД η=0,85. Определить напряжение на зажимах двигателя $U_Д$ в момент пуска.

Контрольная работа 2 – Определение параметров работы трансформатора

1. Трехфазный двухобмоточный трансформатор со схемой соединения обмоток «звезда–звезда с нулем» имеет данные, приведенные в таблице.

Номинальная мощность $S_н$, кВА	Номинальные напряжения, кВ		Напряжение короткого замыкания, $U_К$,%	Ток холостого хода $I_О$,%	Потери мощности, кВт	
	Первичное $U_{1н}$	Вторичное $U_{2н}$			Холостого хода ($\Delta P_о$) при $U_н$	Короткого замыкания ($\Delta P_{кн}$) при $I_н$,
100	35	0,4	6,5	2,6	0,42	1,97

Определить КПД трансформатора при оптимальном значении коэффициента загрузки.

2. Трёхфазный двух обмоточный трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Δ имеет следующие номинальные данные:

$S_н$=250кВА; $U_н$=10кВ; U_{20}=0,4кВ; $P_к$=3,7кВт; $U_{к\%}$=4,5%.

Рассчитать параметры короткого замыкания.

Контрольная работа 3 – Асинхронные и синхронные машины

1. Трехфазный асинхронный двигатель имеет следующие номинальные данные $U_{1Н}$=380 В; $I_{1Н}$=12,3 А; cosφ=0,82; η=0,835; номинальное скольжение $S_Н$=0,05; 2p=6; f=50 Гц. Способ соединения обмотки Y. Определить $M_Н$ двигателя.

2. Фазное напряжение синхронного генератора $U_Ф$=230 В, фазный ток I_1=54 А, коэффициент мощности *cos*φ=0,8. Вычислить КПД генератора, если полные магнитные потери $P_М$+$P_{М.Д.}$ =800 Вт, полные электрические потери $P_{Э1}$=1500 Вт, а механические потери $P_Т$ и мощность теряемая в возбудителе P_f/η_f составляет 2/3 от электрических потерь.

4.7 Вопросы к зачету с оценкой

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Введение в электромеханику. Актуальные проблемы электромеханики. Три основных закона электромеханики	ОПК-4.1
2	Устройство (конструкция) и принцип работы машины постоянного тока (МПТ). Схемы включения генератора и двигателя. Уравнения напряжения в генераторном и двигательном режимах	ОПК-4.2
3	Современные электродвигатели, отличие от ранее выпускаемых ранее	
4	Формулы ЭДС обмотки якоря МПТ и электромагнитного момента	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5	Реакция якоря машины постоянного тока. Её влияние на ЭДС машины	
6	Понятие коммутации. Основное уравнение коммутации. График идеальной прямолинейной коммутации. График ускоренной и замедленной коммутации. Способы улучшения коммутации. Современное оборудование для улучшения коммутации	
7	Генераторы постоянного тока. Схемы возбуждения. Условие самовозбуждения генератора. Характеристика ГПТ: х.х., внешняя, регулировочная, нагрузочная.	
8	Скоростная характеристика для ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения	
9	Вывод уравнения механической характеристики для ДПТ. Механическая характеристика для двигателя параллельного, последовательного и смешанного возбуждения	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
10	Энергетическая диаграмма ГПТ независимого возбуждения. Коэффициент полезного действия и виды потерь энергии в ГПТ	
11	Способы регулирования частоты вращения ДПТ. Включение в цепь якоря добавочного сопротивления. Регулирование частоты вращения ДПТ изменением магнитного потока. Регулирование частоты вращения ДПТ изменением питающего напряжения	
12	Реостатный пуск ДПТ, механические характеристики. Расчет ступеней пускового реостата	
13	Устройство и принцип действия трансформатора. Коэффициент трансформации. Формула ЭДС обмоток	
14	Конструкция магнитопровода и обмоток. Изоляционные материалы, применяемые в трансформаторах. Типы транспозиции проводов обмоток. Способы охлаждения. Маркировка обмоток	ОПК-4.1 ОПК-4.2
15	Т-образная схема замещения. Приведение параметров вторичной обмотки к первичной	ОПК-5.1 ОПК-5.2
16	Комплексные уравнения трансформатора. Векторная диаграмма при активно-индуктивной нагрузке. Векторная диаграмма при активно-емкостной нагрузке	ОПК-4.1
17	Определение по опытам х.х. и к.з. параметров трансформатора. Напряжение к.з. и его активная и реактивная составляющие. Установившийся ток к.з. при номинальном напряжении	ОПК-5.1 ОПК-5.2
18	Упрощенная схема замещения. Векторная диаграмма для упрощенной схемы замещения. Изменение вторичного напряжения от степени за-	ОПК-5.1 ОПК-5.2

	грузки и характера нагрузки	
19	Внешние характеристики трансформаторов. Упрощенные векторные диаграммы при различных характерах нагрузки	ОПК-5.1 ОПК-5.2
20	Энергетическая диаграмма, КПД трансформатора. Зависимость КПД от нагрузки	ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
21	Группы соединения обмоток. Соединение вторичных обмоток трехфазного трансформатора в звезду, треугольник, зигзаг. Векторные диаграммы	ОПК-5.1 ОПК-5.2
22	Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Схемы проверки правильной фазировки трансформаторов	ОПК-5.1 ОПК-5.2
23	Регулирование напряжения трансформаторов. Способы регулирования. Величина ступеней регулирования напряжения. Расположение дополнительных выводов обмоток. Использование современных устройств для регулирования напряжения	ОПК-4.1 ОПК-4.2
24	Переходный процесс при коротком замыкании во вторичной цепи трехфазного силового трансформатора. Переходный процесс при включении ненагруженного трансформатора	ОПК-5.1 ОПК-5.2
25	Несимметричная работа трансформатора. Методы снижения несимметрии напряжений	

4.8 Вопросы к экзамену

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Основные принципы работы электрических машин переменного тока	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Основные элементы конструкции асинхронного двигателя (АД).	
3	Принцип действия АД. Магнитное поле, момент, двигательный и генераторный режимы работы. МДС однофазной и трехфазной обмотки	
4	Основные элементы обмоток. Понятие обмоточного коэффициента. ЭДС фазной обмотки.	
5	Асинхронная машина с заторможенным ротором. Т-образная схема замещения. Асинхронная машина при вращающемся роторе	
6	Уравнения и векторная диаграмма асинхронной машины. Г-образная схема замещения	
7	Энергетическая диаграмма АД. Расчет составляющих потерь мощности и КПД АД	
8	Формулы механической характеристики, критического скольжения и максимального момента Формула Клосса. Кратности моментов	
9	Анализ механической характеристики АД. Пуск, устойчивая работа и перегрузочная способность АД. Способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, современные устройства для пуска т автоматизации	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
10	Опыты холостого хода и короткого замыкания для АД. Рабочие характеристики АД	
11	Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором. Современные устройства используемые для пуска	

12	Работа АД при изменении частоты и напряжения питания. Работа АД при несимметрии приложенных напряжений. Регулирование скорости вращения АД	
13	Устройство и принцип действия синхронной машины (СМ). Возбуждение синхронных машин. Магнитная цепь синхронной машины. Форма магнитного поля явнополюсной и неявнополюсной машины	
14	Работа синхронного генератора (СГ) при х.х.; характеристика х.х., формула ЭДС обмотки якоря, коэффициент насыщения	ОПК-5.1 ОПК-5.2
15	Поперечная реакция якоря неявнополюсного СГ. Электромагнитная схема. Векторная диаграмма	ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
16	Продольная размагничивающая и подмагничивающая реакции якоря неявнополюсного СГ. Электромагнитная схема	
17	Реакция якоря явнополюсного СГ. Метод двух реакций. Векторная диаграмма токов, потоков и ЭДС реакции якоря явнополюсной синхронной машины	
18	Уравнение напряжения на зажимах генератора. Векторные диаграммы напряжений явнополюсного и неявнополюсного генераторов	
19	Отношение короткого замыкания СГ, его определение по характеристикам х.х. и к.з. для насыщенного и ненасыщенного режимов. Расчет синхронного индуктивного сопротивления обмотки якоря по продольной оси в именованных и относительных единицах	
20	Формулы активной мощности явнополюсной СМ и неявнополюсной СМ. Электромагнитные мощность и момент СМ. Угловые характеристики СМ	
21	Параллельная работа СМ с сетью бесконечно большой (б.б.) мощности. Условия включения и их контроль	
22	Параллельная работа СМ с сетью б.б. мощности. Режим нормального возбуждения и регулирование реактивной мощности, векторные диаграммы. Режим синхронного компенсатора	
23	Параллельная работа СМ с сетью б.б. мощности. Регулирование активной мощности, векторные диаграммы. Энергетическая диаграмма СМ в режиме генератора и в режиме двигателя	
24	Внезапное 3-х фазное к.з. График изменения тока якоря. Переходное и сверхпереходное сопротивления обмотки якоря	
25	Асинхронный пуск синхронного двигателя. Последовательность подключения обмотки возбуждения	

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5. 1. Основная литература

№ п\п	Авторы	Наименование	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров	
					в библиотеке	на кафедре
1	В.Н. Ванурин	Электрические машины: Учебник [Электронный ресурс]. - URL: http://e.lanbook.com/book/72974	Санкт-Петербург.: Издательство Лань. 2016. – 304 с.	1,2,3,4	+	+
2	А.И. Вольдек, В.В. Попов	Электрические машины. Машины переменного тока	Спб.: Питер. 2010 – 350 с.	3,4	20	-
3	И.П. Копылов	Электрические машины Учебник для бакалавров	М.: Издательство Юрайт, 2015. – 675 с.	1,2,3,4	19	1
4	А.Е. Чуркин, М.М.Украинцев, Л.М. Сорокожердева	Лабораторный практикум по электрическим машинам	Зерноград, ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2008.–130 с	1,2,3,4	100	5

5.2. Дополнительная литература

№ п\п	Авторы	Наименование	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров	
					в библиотеке	на кафедре
1	М.М. Украинцев, П.В. Гуляев	Электрические машины [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.	Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. – 139 с.	1,2,3,4	+	+
2	В.П. Обрусник	Электрические машины [Электронный ресурс] . – URL: http://e.lanbook.com/book/5483	М.: ТУСУР, 2007. - 125 с.	1,2,3,4	+	+
3	С.Г. Филимонов	Электрические машины переменного тока: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – URL: http://e.lanbook.com/book /6638	Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. - 193 с.	3,4	+	+
4	В.В. Жуловян	Основы электромеханического преобразования энергии : учебник. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page= book&id=435979	Новосибирск : НГТУ, 2014. - 427 с	1,3,4	+	+

5	В.В. Быковский, И.И. Гирфанов	Исследование электрических машин: лабораторный практикум : учебное пособие [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364814	Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 112 с.	1,2,3,4	+	+
6	В. Парамонова	Электрические машины : сборник задач [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430516	Москва : Альтаир : МГАВТ, 2014. - 72 с.	1,2,34	+	+
7	Г.А. Шаншуров, Т.В. Дружинина, А.Ю. Будникова	Специальные электрические машины: оценка качества обмоток машин переменного тока на стадии проектирования : учебное пособие [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438452	Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. – 40 с.	4	+	+
8	А.Ф. Шевченко, А.Г. Приступ, Г.Б. Вяльцев, Л.Г. Шевченко	Электрические машины: машины постоянного тока : учебное пособие [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438311	Новосибирск : НГТУ, 2015. – 68 с.	1,2	+	+
9	В.А. Кобозев	Электрические машины : учебное пособие Ч. 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438677	Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. - 200 с.	1,2	+	+
10	В.А. Кобозев	Электрические машины : учебное пособие Ч. 2. Электрические машины переменного тока. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438678	Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. -208 с.	3,4	+	+

5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

1. http://www.ecsocman.edu.ru – Федеральный образовательный портал – учебные материалы.
2. www.biblioclub.ru - Университетская библиотека онлайн
3. https//e.lanbook.com/ - Издательство Лань. Электронно-библиотечная система
4. http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/ - Образовательный сайт по электротехнике. Устройство, проектирование, монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт электрооборудования.
5. http://www.electrolibrary.info/ bestbooks/b_ekspl.htm – Электронная библиотека.
6. http://www.electroengineer.ru/2011/07/blog-post_08.html- Эксплуатация электрооборудования.
7. http://www.gpntb.ru - Государственная публичная научно-техническая библиотека России.
8. https://www.elec.ru/ - Электротехнический интернет-портал «Элек.ру»

5.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Лекции (по всем модулям)	Microsoft Windows XP Professional SP3	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
	Microsoft Office 2010 Pro	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
Практические занятия (по всем модулям)	Microsoft Windows XP Professional SP3	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
	Microsoft Office 2010 Pro	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
Лабораторные работы (по всем модулям)	Microsoft Windows XP Professional SP3	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
	Microsoft Office 2010 Pro	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
Самостоятельная работа	Microsoft Windows XP Professional SP3	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
	Microsoft Office 2010 Pro	MBSA Open Value лицензия V1928651 до 30.06.2022, продление в рамках соглашения до 30.06.2024
	Операционная система Гослинукс	свободное программное обеспечение с комплектом бесплатного программного обеспечения
	7-Zip	Свободно распространяемое ПО https://www.7-zip.org/download.html
	AIMP	Свободно распространяемое ПО https://www.aimp.ru/?do=download
	Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО https://www.foxitsoftware.com/ru/pdf-reader/
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/
	Opera	Свободно распространяемое ПО https://www.opera.com/ru
	STDU Viewer	Свободно распространяемое ПО http://www.stduviewer.ru/download.html
	ZOOM	Свободно распространяемое ПО, https://zoom.us/support/download

5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	3	4	5	6
1	Изучение теоретического материала	В.Н. Ванурин	Электрические машины: Учебник [Электронный ресурс]. - URL: http://e.lanbook.com/book/72974	Санкт-Петербург.: Издательство Лань. 2016. – 304 с.
2		В.А. Кобозев	Электрические машины : учебное пособие Ч. 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438677	Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. - 200 с.
3		В.А. Кобозев	Электрические машины : учебное пособие Ч. 2. Электрические машины переменного тока. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438678	Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. - 208 с.
4		А.И. Вольдек, В.В. Попов	Электрические машины. Машины переменного тока	Спб.: Питер. 2010.– 350 с.
5		И.П. Копылов	Электрические машины	М.: Издательство Юрайт, 2015 –675 с.
6		А.Ф. Шевченко, А.Г. Приступ, Г.Б. Вяльцев, Л.Г. Шевченко	Электрические машины: машины постоянного тока : учебное пособие [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438311	Новосибирск : НГТУ, 2015. – 68 с.
7	Подготовка к лабораторным занятиям	М.М. Украинцев, П.В. Гуляев	Электрические машины [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.	Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. – 139 с.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория № 1-118 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Комплект учебной мебели. Мультимедийное оборудование: ноутбук, переносной проектор мультимедийный. Доска маркерная. Посадочных мест 28.
Учебная аудитория № 1-121 - I корпуса. Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория электрических машин и аппаратов, электромеханики. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Комплект учебной мебели. Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный, экран на треноге (или настенный), ноутбук. Макет для изучения машины постоянного тока. Макет для изучения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Комплект для выполнения лабораторных работ по изучению конструкции обмотки машины постоянного тока (макет якоря, провод обмоточный гибкий). Стенд для исследования двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Стенд для исследования трехфазно-двухфазного электродвигателя. Стенд для исследования многоскоростного электродвигателя 10/6 полюсов. Стенд для исследования параллельной работы трансформаторов. Стенд для испытания двигателя с короткозамкнутым ротором. Синхронный генератор ЕСС-62-4М. Стенд демонстрационный 10/4/2 полюса. Стенд для исследования многоскоростных электроприводов. Стенд для исследования электромашинного усилителя поперечного поля. Стенд для исследования генератора постоянного тока независимого и самовозбуждения. Стенд для исследования синхронного двигателя. Стенд для исследования характеристик синхронного генератора. Стенд для испытания двигателя с фазным ротором. Стенд для исследования несимметричных режимов работы трехфазного трансформатора при схемах соединения обмоток $Y/Y_н$ и $\Delta/Y_н$. Стенд для исследования характеристик трансформатора при различных группах соединения обмоток. Стенд для исследования асинхронной машины с фазным ротором в режиме индукционного регулятора и регулируемого индуктивного сопротивления. Стенд для испытания однофазного трансформатора малой мощности. Стенд для исследования многоскоростного электропривода 16/4 полюса. Стеллаж с действующими макетами электродвигателей. Щит ввода. Распределительный щит. Ком-

	плект плакатов по дисциплине «Электрические машины». Доска меловая. Посадочных мест 36.
Учебная аудитория № 1-122 – I корпуса. Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория эксплуатации энергетического оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Комплект учебной мебели. Мультимедийное оборудование: проектор мультимедийный Acer, ПЭВМ, экран, ноутбук. Доска маркерная. Посадочных мест 38.
Учебная аудитория 1-216 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Мультимедийное оборудование Проектор Acer. Экран для проектора. Посадочных мест 80.
Аудитория № 1-119 - I корпуса – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
Учебная аудитория № 2-253 – II корпуса. Аудитория курсового проектирования и самостоятельной работы. Компьютерный класс курсового и дипломного проектирования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Комплект учебной мебели. Компьютерный класс на 12 рабочих мест, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок PentiumDual E2200, 2.8Ггц, 2Gb, 250Gb HDD – 6 шт., монитор Samsung 923 – 12шт., Системный блок С 2.67Ггц, 512Mb, 120Gb HDD – 1 шт. монитор LG T710PH – 1 шт. Посадочных мест 20.
Читальный зал. Аудитория № 2-252 - II корпуса для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	15 рабочих мест для самостоятельной работы, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт. Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт. Монитор Phillips 2205– 5 шт, монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт., принтер Epson LX-1170. Посадочных мест 114
Электронный читальный зал. Аудитория № 2-170б – II корпуса для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Посадочных мест 10 для самостоятельной работы, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок С2,8Ггц, 1 GB, 80 GB HDD - 1 шт. Системный блок С2,8Ггц, 512 МБ, 80 GB HDD - 9 шт. Монитор Samsung 920NW – 10 шт. Коммутатор Dlink – 1 шт. Сканер EPSON – 1 шт.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: функции электропривода, способы регулирования координат электропривода, режимы работы электропривода, приводные характеристики рабочих машин.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач по алгоритму.
Контрольная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.