

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

« » 20 г.

2024
(год набора)

Составлена _____ профессором _____ кафедры _____ ЭТиЭО
(должность) (сокращенное наименование кафедры)
_____, _____
Д.Т.Н. , доцентом К. В. Хацевским
(ученая степень) (ученое звание) (И.О. Фамилия)

(подпись) К. В. Хацевский « ____ » 20 ____ г.
(И.О. Фамилия) число месяц год

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Электротехника и электрооборудование»

(наименование кафедры полностью)

от « ____ » 20 ____ г., Протокол № ____
число месяц год

Зав. кафедрой _____ ЭТиЭО _____ А. А. Руппель
(сокращенное наименование кафедры) (подпись) (И.О. Фамилия)

Согласована:

Руководитель ОПОП _____ д.т.н., доцент _____ К.В. Хацевский
(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О. Фамилия)

Заведующий библиотекой ОИВТ _____ И.Д. Скоробогатова
(подпись) (И.О. Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электрические машины» является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

1.2 Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модуля), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1 Общекультурные компетенции (ОК)

Дисциплина не формирует общекультурные компетенции

1.2.2 Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Компетенция		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	
ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. ОПК-3.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. ОПК-3.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами. ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ОПК-3.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик. ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.

1.3 Индикаторы освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести совокупность знаний, умений и навыков, перечисленные ниже.

Знать:

- Физические основы работы электрических машин;
- Рабочие процессы электрических машин и трансформаторов, их эксплуатационные

свойства и область применения

Уметь:

- Использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин;
- Использовать методы поиска неисправностей и их устранения, а также ремонта и наладки электрических машин

Владеть:

- Навыками моделирования электрических машин;
- Методами поиска неисправностей в электрических машинах и навыками их устранения;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках

обязательной части
(обязательной, формируемой участниками
образовательных отношений или
факультативной)

основной профессиональной образовательной программы.

3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, очно-заочной или заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Семестр 4							Семестр 5						
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	Контр. работа	По з.е.	По плану	в том числе			Экспертное	Факт	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль
								Контактная работа	СРС	Контроль																
45						288	288	116	100	72	8	8	4	18	18	18	4	50	36	4	18	18	18	4	50	36

Для заочной формы обучения:
(очной, очно-заочной или заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Курс 2							Курс 3						
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	Контр. работа	По з.е.	По плану	в том числе			Экспертное	Факт	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контроль
								Контактная работа	СРС	Контроль																
23						288	288	41	211	36	8	8	3	4	2	4	4	76	18	5	6	4	8	9	135	18

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Виды учебных занятий, включая СРС											
		Лек			Лаб			Пр			СРС		
		О	ОЗ	З	О	ОЗ	З	О	ОЗ	З	О	ОЗ	З
4 семестр очного / 2 курс заочного обучения													
1	Общие вопросы электромеханического преобразования энергии												
1.1	Роль электрических машин в современной технике	1									3		5
2	Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин												
2.1	Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило правой руки. Закон электромагнитной силы Ампера	1		1							3		6
2.2	Принцип действия элементарного двигателя и генератора	1									4		6
3	Машины постоянного тока												
3.1	Общие сведения о машинах постоянного тока, принцип действия, конструкция	1									4		6
3.2	Магнитное поле машины постоянного тока. Системы возбуждения	1									4		6
3.3	Двигательный режим машины постоянного тока	2		1	10		1	4		1	4		6
3.4	Генераторный режим машины постоянного тока	2		1				4		1	4		6
3.5	Потери и КПД машин постоянного тока	2						4		1	4		6
4	Трансформаторы												
4.1	Общие сведения о трансформаторах, принцип действия, конструкция	1		1							4		6
4.2	Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов трансформатора	2									4		6
4.3	Приведенный трансформатор. Схема замещения	2			8		1				4		6
4.4	Параллельная работа трансформаторов	1									4		6
4.5	Потери и КПД трансформатора	1						6		1	4		5
Итого:		18		4	18		2	18		4	50		76

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Виды учебных занятий, включая СРС											
		Лек			Лаб			Пр			СРС		
		О	ОЗ	З	О	ОЗ	З	О	ОЗ	З	О	ОЗ	З
5 семестр очного / 3 курс заочного обучения													
5	Общие вопросы теории машин переменного тока												
5.1	Назначение, требования и параметры обмотки статора машины переменного тока.	1									3		8
5.2	Электродвижущая сила обмотки статора.	1									3		8
5.3	Магнитодвижущая сила трехфазной обмотки статора. Вращающееся магнитное поле.	1		1							3		8
6	Асинхронные машины												
6.1	Асинхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режимы работы асинхронной машины.	2		2							3		8
6.2	Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов асинхронной машины.	1									3		8
6.3	Схемы замещения асинхронной машины.	2		1				6		4	3		8
6.4	Электромагнитный момент, механическая характеристика асинхронной машины.	1			6		1	6		2	4		8
6.5	Способы пуска и способы регулирования частоты вращения ротора.	1									4		8
6.6	Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Потери и КПД асинхронной машины.	1			6		1	6		2	4		8
7	Синхронные машины												
7.1	Синхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режимы работы синхронной машины.	1		1							4		9
7.2	Приведение электромагнитных величин обмоток синхронной машины. Работа синхронной машины в генераторном режиме.	2									4		9
7.3	Электромагнитный момент и способы пуска синхронной машины.	1									4		9
7.4	Характеристики синхронного генератора. Характеристики синхронного двигателя.	2			6		2				4		9
7.5	Синхронизация синхронных генераторов. Потери и КПД синхронной машины.	1		1							4		9
Итого:		18		6	18		4	18		8	50		135
ИТОГО		36		10	36		6	36		12	100		211

Примечание: О – очная форма обучения, ОЗ – очно-заочная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии

Тема 1.1 Роль электрических машин в современной технике.

Общие сведения об электромеханических преобразователях. Классификация электрических машин. Использование электрических машин в составе систем электропривода.

Раздел 2. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин

Тема 2.1 Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило правой руки.

Законы и правила, лежащие в основе принципа действия электрических машин.

Принцип обратимости электрических машин.

Тема 2.2 Принцип действия элементарного двигателя и генератора.

Практическое использование закона электромагнитной индукции и закона электромагнитной силы. Принцип действия элементарного генератора и двигателя.

Раздел 3. Машины постоянного тока

Тема 3.1 Общие сведения о машинах постоянного тока, принцип действия, конструкция.

Область применения машин постоянного тока, основные преимущества и недостатки. Основные конструктивные элементы машин постоянного тока, их назначение.

Тема 3.2 Магнитное поле машины постоянного тока. Системы возбуждения.

Способы возбуждения. Реакция якоря машины постоянного тока. Способы снижения влияния реакции якоря. ЭДС и электромагнитный момент машины.

Тема 3.3 Двигательный режим машины постоянного тока.

Принцип действия двигателя постоянного тока. Уравнение напряжения для якорной цепи в двигательном режиме. Пуск двигателя.

Способы регулирования частоты вращения якоря. Характеристики двигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.

Тема 3.4 Генераторный режим машины постоянного тока.

Принцип действия генератора постоянного тока. Уравнение напряжения для якорной цепи в генераторном режиме. Способы регулирования напряжения якоря.

Характеристики генераторов постоянного тока с независимым, параллельным и смешанным возбуждением. Самовозбуждение генератора с параллельным возбуждением.

Тема 3.5 Потери и КПД машин постоянного тока.

Основные и добавочные потери. Расчет КПД машины постоянного тока. Зависимость КПД от нагрузки машины. Номинальный КПД.

Раздел 4. Трансформаторы

Тема 4.1 Общие сведения о трансформаторах, принцип действия, конструкция.

Общие сведения и классификация трансформаторов, принцип действия, коэффициент трансформации и нагрузки.

Тема 4.2 Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов трансформатора.

Математическая модель трансформатора, составление уравнений напряжений, магнитодвижущих сил и токов трансформатора. Намагничивающий ток.

Тема 4.3 Приведенный трансформатор. Схема замещения.

Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора, Т-образная схема замещения, физический смысл ее параметров. Определение параметров схемы замещения опытным путем. Внешняя характеристика трансформатора.

Тема 4.4 Параллельная работа трансформаторов.

Понятие параллельной работы трансформаторов. Условия параллельной работы однофазных и трехфазных трансформаторов.

Тема 4.5 Потери и КПД трансформатора.

Основные и добавочные потери. Расчет КПД трансформатора. Зависимость КПД от нагрузки трансформатора. Номинальный КПД.

Раздел 5. Общие вопросы теории машин переменного тока

Тема 5.1 Назначение, требования и параметры обмотки статора машины переменного тока.

Назначение, требования и параметры обмотки статора машины переменного тока. Простейшая трехфазная обмотка.

Тема 5.2 Электродвижущая сила обмотки статора.

Электродвижущая сила катушки, катушечной группы, обмотки. Зубцовые гармоники ЭДС. Уравнение ЭДС.

Тема 5.3 Магнитодвижущая сила трехфазной обмотки статора. Вращающееся магнитное поле.

Магнитодвижущая сила обмотки статора. Сосредоточенные и распределенные обмотки. МДС трехфазной обмотки статора обмотки. Создание вращающегося магнитного поля.

Раздел 6. Асинхронные машины

Тема 6.1 Асинхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режимы работы асинхронной машины.

Асинхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Скольжение. Режим двигателя, генератора, режим электромагнитного торможения. Шкала скольжения.

Тема 6.2 Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов асинхронной машины.

Математическая модель асинхронной машины. Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов асинхронной машины.

Тема 6.3 Схемы замещения асинхронной машины.

Приведение параметров обмотки ротора и схема замещения асинхронного двигателя. Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины, физический смысл параметров схем замещения.

Тема 6.4 Электромагнитный момент, механическая характеристика асинхронной машины.

Электромагнитный момент, уравнение механической характеристики асинхронной машины, расчет ее характерных точек.

Тема 6.5 Способы пуска и способы регулирования частоты вращения ротора.

Пуск непосредственным включением в сеть, пуск при пониженном напряжении, особенности пуска асинхронного двигателя фазным ротором. Способы регулирования частоты вращения ротора.

Тема 6.6 Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Потери и КПД асинхронной машины.

Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Основные и добавочные потери. Зависимость КПД от нагрузки асинхронной машины.

Раздел 7. Синхронные машины

Тема 7.1 Синхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режимы работы синхронной машины.

Синхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режим двигателя, генератора. Реакция якоря синхронной машины.

Тема 7.2 Приведение электромагнитных величин обмоток синхронной машины. Работа синхронной машины в генераторном режиме.

Приведение магнитодвижущей силы и тока якоря к обмотке возбуждения. Уравнение электродвижущей силы явнополусного и неявнополусного синхронного генератора.

Тема 7.3 Электромагнитный момент и способы пуска синхронной машины.

Электромагнитный момент синхронной машины. Угловая характеристика синхронной машины. Пуск с помощью дополнительного двигателя, асинхронный и частотный пуск.

Тема 7.4 Характеристики синхронного генератора. Характеристики синхронного двигателя.

Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Внешняя, регулировочная характеристики синхронного генератора. Основные коэффициенты.

Тема 7.5 Синхронизация синхронных генераторов. Потери и КПД синхронной машины.

Синхронизация синхронных генераторов. Параллельная работа синхронных машин. Основные и добавочные потери. Зависимость КПД от нагрузки синхронной машины.

4.3 Содержание лабораторных работ

Раздел (тема) дисциплины	Тема лабораторной работы
Раздел 3. Машины постоянного тока	
3.2 Магнитное поле машины постоянного тока. Системы возбуждения	Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения
3.3 Двигательный режим машины постоянного тока.	Исследование механических характеристик машины постоянного тока с независимым возбуждением
3.4 Генераторный режим машины постоянного тока.	Исследование рабочих характеристик машины постоянного тока с независимым возбуждением
3.5 Потери и КПД машин постоянного тока.	Исследование тормозных режимов работы ДПТ
Раздел 4. Трансформаторы	
4.1 Общие сведения о трансформаторах, принцип действия, конструкция.	Изучение конструкции трансформатора.
4.3 Приведенный трансформатор. Схема замещения.	Исследование однофазного трансформатора
4.5 Потери и КПД трансформатора.	Исследование зависимости КПД трансформатора от загрузки.
Раздел 6. Асинхронные машины	
6.1 Асинхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режимы работы асинхронной машины.	Изучение конструкции асинхронных машин.
6.4 Электромагнитный момент, механическая характеристика асинхронной машины.	Исследование трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым ротором
6.5 Способы пуска и способы регулирования частоты вращения ротора.	Исследование разомкнутой системы «Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель»
6.6 Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Потери и КПД асинхронной машины.	Исследование трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым ротором
Раздел 7. Синхронные машины	

Раздел (тема) дисциплины	Тема лабораторной работы
7.1 Синхронные машины, общие сведения, принцип действия, конструкция. Режимы работы синхронной машины.	Исследование трехфазной магнитоэлектрической синхронной машины
7.4 Характеристики синхронного генератора. Характеристики синхронного двигателя.	Исследование синхронного электродвигателя
7.5 Синхронизация синхронных генераторов. Потери и КПД синхронной машины.	Исследование синхронного электродвигателя

4.4 Содержание практических занятий

Раздел (тема) дисциплины	Тема практического занятия
Раздел 2. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин	
2.1 Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило правой руки. Закон электро-магнитной силы Ампера.	Практическое использование закона электромагнитной индукции и закона электромагнитной силы.
Раздел 3. Машины постоянного тока	
3.2 Магнитное поле машины постоянного тока. Системы возбуждения	Исследование влияния схемы возбуждения на характеристики ДПТ
3.3 Двигательный режим машины постоянного тока.	Механическая характеристика двигателя постоянного тока
3.4 Генераторный режим машины постоянного тока.	Внешняя и регулировочная характеристика генератора постоянного тока
3.5 Потери и КПД машин постоянного тока.	Расчет постоянных и переменных потерь двигателя постоянного тока
Раздел 4. Трансформаторы	
4.2 Уравнения напряжений, магнито-движущих сил и токов трансформатора.	Построение внешней характеристики трансформатора.
4.3 Приведенный трансформатор. Схема замещения.	Расчет параметров схемы замещения трансформатора
4.4 Параллельная работа трансформаторов.	Определение номера группы соединения обмоток. Построение векторной диаграммы
4.5 Потери и КПД трансформатора.	Расчет и построение энергетической диаграммы трансформатора
Раздел 5. Общие вопросы теории машин переменного тока	
5.3 Магнитодвижущая сила трехфазной обмотки статора. Вращающееся магнитное поле.	Исследование реверсивной схемы пуска асинхронного двигателя
Раздел 6. Асинхронные машины	
6.2 Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов асинхронной машины.	Расчет пусковых токов статора и ротора, расчет пускового вращающего момента
6.3 Схемы замещения асинхронной машины.	Расчет параметров схемы замещения асинхронной машины
6.4 Электромагнитный момент, механическая характеристика асинхронной машины.	Расчет и построение естественной механической характеристики
6.6 Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Потери и КПД асинхронной машины.	Расчет и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя

Раздел (тема) дисциплины	Тема практического занятия
Раздел 7. Синхронные машины	
7.4 Характеристики синхронного генератора. Характеристики синхронного двигателя.	Расчет и построение внешней и регулировочной характеристик синхронного генератора
7.5 Синхронизация синхронных генераторов. Потери и КПД синхронной машины.	Расчет постоянных и переменных потерь синхронной машины

4.5 Курсовая работа

Дисциплина не предусматривает курсовую работу

4.6 Курсовой проект

Дисциплина не предусматривает курсовой проект.

4.7 Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы

В самостоятельную работу студента входит подготовка к занятиям по дисциплине путём изучения теоретического материала по источникам, указанным в перечне основной и дополнительной литературы, выполнение практических работ, оформление практических заданий и подготовка к их защите.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий.

4.8 Интерактивные формы обучения

В процессе освоения данной учебной дисциплины интерактивные формы используются при изучении следующих тем:

Раздел (тема) дисциплины	Количество часов
Раздел 3. Машины постоянного тока	2
Раздел 4. Трансформаторы	2
Раздел 6. Асинхронные машины	2
Раздел 7. Синхронные машины	2
Итого	8

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Показатели оценивания	Описание показателя
Оценка «отлично»	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий с использованием знаний, умений и навыков, полученных в ходе проведения освоения дисциплины, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне означает способность студента к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к

Показатели оценивания	Описание показателя
	изменяющимся условиям профессиональной задачи.
Оценка «хорошо»	Обучаемый демонстрирует самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые предоставлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке.
Оценка «удовлетворительно»	Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне.
Оценка «неудовлетворительно»	Обучаемый не способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов проведения пред- дипломной практики и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольный вопрос: Как изменится частота вращения асинхронного двигателя при снижении частоты сети?

5.3 Перечень вопросов для итогового контроля по дисциплине

2 курс заочного обучения

1. Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило правой руки.
2. Закон электромагнитной силы Ампера, правило левой руки.
3. Принцип действия элементарного генератора.

4. Принцип действия элементарного двигателя.
5. Общие сведения о машинах постоянного тока.
6. Принцип действия генератора постоянного тока.
7. Принцип действия двигателя постоянного тока.
8. Способы возбуждения электрических машин постоянного тока.
9. Магнитная цепь машины постоянного тока.
10. Реакция якоря машины постоянного тока, способы снижения влияния реакции якоря.
11. Электродвижущая сила машины постоянного тока.
12. Электромагнитный момент машины постоянного тока.
13. Общие сведения об процессе коммутации МПТ.
14. Уравнение напряжения для якорной цепи двигателя.
15. Пуск двигателя постоянного тока.
16. Рабочие характеристики ДПТ с параллельным возбуждением.
17. Способы регулирования частоты вращения якоря ДПТ.
18. Рабочие характеристики ДПТ с последовательным возбуждением.
19. Уравнение напряжения для якорной цепи генератора.
20. Основные характеристики генераторов постоянного тока.
21. Характеристики ГПТ с независимым возбуждением.
22. Самовозбуждение ГПТ с параллельным возбуждением.
23. Характеристики ГПТ с параллельным возбуждением.
24. Генератор постоянного тока смешанного возбуждения.
25. Параллельная работа нескольких ГПТ.
26. Потери в машине постоянного тока.
27. КПД машины постоянного тока.

3 курс заочного обучения

1. Общие сведения о трансформаторах, классификация.
2. Принцип действия трансформатора.
3. Уравнения напряжений трансформатора.
4. Уравнения магнитодвижущих сил и токов.
5. Схема замещения приведенного трансформатора.
6. Векторная диаграмма трансформатора.
7. Внешняя характеристика трансформатора.
8. Потери и коэффициент полезного действия трансформатора.
9. Принцип действия синхронного генератора.
10. Принцип действия асинхронного двигателя.
11. Назначение, требования и параметры обмотки статора машины переменного тока.
12. Простейшая трехфазная обмотка.
13. Электродвижущая сила катушки.
14. Сосредоточенные и распределенные обмотки статора.
15. Электродвижущая сила катушечной группы.
16. Обмоточный коэффициент.
17. Электродвижущая сила обмотки статора.
18. Зубцовые гармоники ЭДС.
19. Магнитодвижущая сила сосредоточенной обмотки.
20. Магнитодвижущая сила распределенной обмотки.
21. Магнитодвижущая сила трехфазной обмотки статора обмотки.
22. Круговое магнитное поле.
23. Асинхронные машины, общие сведения.
24. Двигательный режим работы асинхронной машины.
25. Генераторный режим работы асинхронной машины.
26. Режим электромагнитного торможения противовключением.
27. Уравнения напряжений асинхронного двигателя.

28. Уравнения магнитодвижущих сил и токов асинхронного двигателя.
29. Потери асинхронных двигателей.
30. КПД асинхронных двигателей.
31. Г-образная схема замещения асинхронного двигателя.
32. Электромагнитный момент асинхронного двигателя.
33. Механические характеристики асинхронного двигателя.
34. Рабочие характеристики АД.
35. Способы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
36. Пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.
37. Способы регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя.
38. Синхронные машины, общие сведения.
39. Работа синхронной машины в режиме генератора.
40. Работа синхронного генератора при холостом ходе.
41. Реакция якоря синхронной машины.
42. Внешняя характеристика синхронного генератора.
43. Регулировочная характеристика синхронного генератора.
44. Уравнение ЭДС синхронного генератора.
45. Электромагнитный момент синхронной машины.
46. Угловая характеристика синхронной машины.
47. Работа синхронной машины в режиме двигателя.
48. Потери энергии и КПД синхронных машин.
49. Синхронизация синхронного генератора с электрической сетью.
50. Синхронные режимы параллельной работы синхронных машин.

5.4 Методические рекомендации к проведению итогового контроля по дисциплине

На итоговый контроль выносятся учебный материал, рассмотренный на лекционных и практических занятиях, а также темы, которые были предложены для самостоятельного изучения.

Формой проведения итогового контроля по данной дисциплине является экзамен, который проводится в устной форме с использованием билетов, содержащих теоретические вопросы. Также допустимо проведение итогового контроля в письменной форме. О форме проведения итогового контроля студенты должны быть оповещены заблаговременно.

Во время подготовки к ответу на экзамене использование справочной литературы не допускается.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1.1 Основная учебная литература

1. Ванурин, В. Н. Электрические машины [Электронный ресурс] / В. Н. Ванурин – М.: Лань, 2016. – 304 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72974
2. Епифанов, А. П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / Епифанов Алексей Павлович ; А. П. Епифанов. - Москва : Лань, 2017. - 300 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-2637-9.

3. Копылов, И.П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / И.П. Копылов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 676 с

6.1.2 Дополнительная учебная литература

4. Ванурин, В. Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин [Электронный ресурс] / В. Н. Ванурин ; Ванурин В.Н. - Москва : Лань, 2014. – 224 с. - ISBN 978-5-8114-1769-8. Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51939
5. Москалев, Ю.В. Электрические машины переменного тока [Текст]: метод. указания к выполнению лабораторных работ / Ю.В. Москалев, А.А. Руппель. – Омск: ОИВТ, 2012. – 37 с. [50 экз.]
6. Князев О.А. Электрические машины [Электронный ресурс] : метод. указания по вып. контрольных работ для студентов электротехнических специальностей / О. А. Князев ; М-во транспорта РФ, Фед. агентство мор. и реч. транспорта, ФБОУ ВПО "Новосиб. гос. акад. водного транспорта". - Новосибирск : НГАВТ, 2012. – 47 с. Режим доступа: <http://libcat.nsawt.ru/cgi-bin/cgi.exe/login?m=103489>
7. Хацевский, К. В. Электрические машины [Текст] : метод. указания к выполнению курсового проекта / К. В. Хацевский. - Омск : ОИВТ, 2015. – 25 с. [50 экз.]
8. Хацевский, К.В. Электрические машины [Текст] : метод. указания к контрольным работам / К. В. Хацевский. - Омск : ОИВТ, 2016. – 27 с. [30 экз.]
9. Хацевский, К. В. Электрические машины [Текст]: метод. указания к выполнению расчётно-графической работы / К.В. Хацевский, В.И. Клеутин. – Омск: ОИВТ, 2010. – 28 с. [50 экз.]

6.1.3 Периодические издания

10. Электротехника: 21И. Электрические машины и трансформаторы [Текст]: рефератив. журнал/ РАН, ВИНТИ. – М.: ВИНТИ РАН, 1975. – Выходит ежемесячно. - ISSN 0203-5251
11. Электричество [Текст] : ежемес. теорет. и науч.-практ. журнал. - М. : РАН (отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления), Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников (ПЦ МЭИ), 1880 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0013-5380
12. ЭЛЕКТРО: электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность [Текст] : производ.-тех. журнал. - М. : ОАО "Электрозавод", 2000 - . - Выходит раз в два месяца
13. Энергия (Energy): экономика. Техника. Экология [Текст] : ежемес. науч.-попул. и обществ.-полит. иллюстрир. журнал/ РАН, Объединенный ин-т высоких температур РАН. - М. : Наука, 1984 - . - Выходит ежемесячно
14. Энергосбережение [Текст] : специализированный журнал. - М. : Редакция журнала "Энергосбережение". - Выходит 8 раз в год. - ISSN 1609-7505

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

15. <https://e.lanbook.com/>
1. <https://biblio-online.ru/>
2. <http://www.bibliocomplectator.ru/>
3. <https://ru.wikipedia.org/>

8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. MS Excel. Математические вычисления

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
7.17	Электрические машины	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:стенды: УЛИЭС, СУТ-ЭП2А, СУТ-ЭП2В, УЛИЭА-2В, АЭП-НР, СУТ-ЭП1В,«Энергосбережение», наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: «Машина переменного тока», «Асинхронный трёхфазный двигатель с короткозамкнутым ротором», «Многополюсное вращающееся магнитное поле», «Простейший генератор переменного тока», «Принцип действия асинхронного двигателя», «Конструктивное исполнение трансформаторов», «Типы магнитных систем», «Силовой трансформатор. Реактор» учебная парта не менее - 14 шт., стул не менее - 30 шт., экран для проектора - 1 шт..	Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№ 68 на поэтажном плане (2П), 2 этаж)
		Лаборатория электрических машин для проведения занятий семинарского типа:стенды: УЛИЭС, СУТ-ЭП2А, СУТ-ЭП2В, УЛИЭА-2В, АЭП-НР, СУТ-ЭП1В,«Энергосбережение», наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: «Машина переменного тока», «Асинхронный трёхфазный двигатель с короткозамкнутым ротором», «Многополюсное вращающееся магнитное поле», «Простейший генератор переменного тока», «Принцип действия асинхронного двигателя», «Конструктивное исполнение трансформаторов», «Типы магнитных систем», «Силовой трансформатор. Реактор» учебная парта не менее - 14 шт., стул не менее - 30 шт., экран для проектора - 1 шт.	Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№ 68 на поэтажном плане (2П), 2 этаж)
		Учебная аудитория для проведения для курсового проектирования (выполнения курсовых работ): операционная система Windows, пакет программ Microsoft Office, программы: Visual Basic for Application, Mathcad, КОМПАС-3D, СПС Консультант ПЛЮС, ГАРАНТ, доска - не менее 2 шт., экран -не менее 2 шт., шкаф - не менее 2 шт, стенды -не менее 10 шт., стол - не менее 43 шт., стул - не менее 48 шт.	Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№№ 56,57,58,59 на поэтажном плане (1П), 3 этаж)
		Аудитория для консультаций: операционная система Windows, пакет программ Microsoft Office, программы: Visual Basic for Application, Mathcad, КОМПАС-3D, СПС Консультант ПЛЮС, ГАРАНТ, доска - не менее 2 шт., экран -не менее 2 шт., шкаф - не менее 2 шт, стенды -не менее 10 шт., стол - не менее 43 шт., стул - не менее 48 шт.	Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№№ 56,57,58,59 на поэтажном плане (1П), 3 этаж)
		Помещение для самостоятельной работы: операционная система Windows, пакет программ Microsoft Office, программы: Visual Basic for Application, Mathcad, КОМПАС-3D, СПС Консультант ПЛЮС, ГАРАНТ, доска - не менее 2 шт., экран -не менее 2 шт., шкаф - не менее 2 шт, стенды -не менее 10 шт., стол - не менее 43 шт., стул - не менее 48 шт..	Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№№ 56,57,58,59 на поэтажном плане (1П), 3 этаж)

	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: стенды: УЛИЭС, СУТ-ЭП2А, СУТ-ЭП2В, УЛИЭА-2В, АЭП-НР, СУТ-ЭП1В, «Энергосбережение», наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: «Машина переменного тока», «Асинхронный трёхфазный двигатель с короткозамкнутым ротором», «Многополюсное вращающееся магнитное поле», «Простейший генератор переменного тока», «Принцип действия асинхронного двигателя», «Конструктивное исполнение трансформаторов», «Типы магнитных систем», «Силовой трансформатор. Реактор» учебная парта не менее - 14 шт., стул не менее - 30 шт., экран для проектора - 1 шт.	Омская область, г. Омск, ул. Ивана Алексеева, дом 2 (№ 68 на поэтажном плане (2П), 2 этаж)
--	--	---