

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ
Декан МФ

 /С.Ю. Груднев/

« 14 » _____ 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Судовые электрические машины»

по специальности

26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
квалификация: инженер-электромеханик

Петропавловск-Камчатский
2019

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» (уровень специалитета), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 17.04.2019 г., протокол № 8 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ (ПравилоIII/6 МК ПДНВ с поправками, Раздел А-III/6).

Составитель рабочей программы

Зав. кафедры «ЭУЭС», к.т.н.



Белов О.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭУЭС»

«06» 03 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«17» 04 2019 г.



Белов О.А.

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Судовые электрические машины» является формирование фундаментальных теоретических знаний и практических знаний и навыков в области электромеханических преобразователей энергии, подготовка будущих инженеров-электромехаников к практической деятельности по эксплуатации судовых электрических машин, судовых электроприводов и энергосистем, а так же ознакомление с методами расчета, технологий изготовления и ремонта судовых электрических машин и трансформаторов.

Задачами изучения дисциплины являются: усвоение основных теоретических положений дисциплины, приобретение практических навыков в области расчетов и эксплуатации, технологии изготовления и ремонта электрических машин, обучение студентов самостоятельно решать технические вопросы, возникающие в практике судового специалиста, на основе полученных теоретических и практических навыков.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», выпускник должен обладать следующими **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**:

- способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями (**ПКС-1**).

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл. 1.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПКС-1	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями	ИД-1 _{ПКС-1} . Умеет осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;	Знать: – устройство и принцип действия судовых электрических машин, уравнения, описывающие физические явления в электрических машинах; – особенности физических процессов и конструктивного устройства различных типов судовых электрических машин; – особенности работы электрических машин в составе агрегатов со статическими преобразователями электроэнергии; – судовые трансформаторы, их устройство, характеристики и режимы работы, испытательные режимы холостого хода и короткого замыкания трансформаторов.	З(ПКС-1)1
		ИД-2 _{ПКС-1} . Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;		З(ПКС-1)2
		ИД-3 _{ПКС-1} . Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответ-		З(ПКС-1)3
				З(ПКС-1)4
			Уметь: – использовать полу-	У(ПКС-1)1

		ствии с международными и национальными требованиями.	<p>ченные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации судовых электрических машин;</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать методы поиска неисправностей и их устранения, а также ремонта и наладок судовых электрических машин; – определять теоретически и экспериментально параметры схем замещения; – использовать систему проектно-конструкторской документации, правила выполнения чертежей и схем. 	<p>У(ПКС-1)2</p> <p>У(ПКС-1)3</p> <p>У(ПКС-1)4</p>
			<p>Приобрести навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – расчета электрических машин и аппаратов на электрическую, тепловую и динамическую устойчивость при эксплуатации на судне; – поиска и устранения неисправностей судовых электрических машин; – технической эксплуатации судовых электрических машин; – технического обслуживания и ремонта судовых электрических машин. 	<p>П(ПКС-1)1</p> <p>П(ПКС-1)2</p> <p>П(ПКС-1)3</p> <p>П(ПКС-1)4</p>

Спецификация минимального стандарта компетентности в соответствии с Конвенцией ПДНВ-78 (Правила III/6 МК ПДНВ-78 с поправками, раздел А-III/6), функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	<p>Начальное понимание работы механических систем, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> .1 первичные двигатели, в том числе главную двигательную установку .2 вспомогательные механизмы в машинном отделении .3 системы управления рулем .4 системы обработки гру- 	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <ul style="list-style-type: none"> .1 одобренный опыт работы .2 одобренный опыт подготовки на 	<p>Эксплуатация оборудования и систем соответствует руководствам по эксплуатации Рабочие характеристики соответствуют техническим спецификациями</p>

	<p>зов</p> <p>.5 палубные механизмы</p> <p>.6 бытовые судовые системы</p> <p>Начальное знание теплопередачи, механики и гидромеханики</p> <p>Знание следующего:</p> <p>Электротехнология и теория электрических машин</p>	<p>учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	
<p>Наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами</p>	<p>Подготовка систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами к работе</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Наблюдение за главной двигательной установкой и вспомогательными системами является достаточным для поддержания безопасных условий эксплуатации</p>
<p>Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления</p>	<p>Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления:</p> <p>.1 главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы</p> <p>.2 паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы</p> <p>.3 вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы</p> <p>.4 другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.3 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избежанию загрязнения морской среды</p> <p>Отклонения от нормы быстро выявляются</p> <p>Работа силовой установки и технических систем постоянно отвечает требованиям, включая команды с мостика, относящиеся к изменению скорости и направления движения</p> <p>Причины неисправностей механизмов быстро выявляются и предпринимается действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с</p>

			учетом преобладающих обстоятельств и условий
Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования)	<p>Требования по безопасности для работы с судовыми электрическими системами, включая безопасное отключение электрического оборудования, требуемое до выдачи персоналу разрешения на работу с таким оборудованием</p> <p>Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов, а также электросистем и оборудования постоянного тока</p> <p>Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений</p> <p>Конструкция и работа электрического контрольно-измерительного оборудования</p> <p>Функционирование и рабочие испытания следующего оборудования и его конфигурация:</p> <p>.1 системы слежения</p> <p>.2 устройства автоматического управления</p> <p>.3 защитные устройства</p> <p>Прочтение электрических и простых электронных схем</p>	<p>Оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренная подготовка в мастерских</p> <p>.2 одобренные практический опыт и проверки</p> <p>.3 одобренный опыт работы</p> <p>.4 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p>	<p>Меры безопасности при работе соблюдаются надлежащим образом</p> <p>Ручные инструменты, измерительные приборы и контрольно-измерительное оборудование выбираются и используются надлежащим образом, и толкование результатов точное</p> <p>Разборка, осмотр, ремонт и сборка оборудования производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p> <p>Сборка и рабочие испытания производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p>
Техническое обслуживание и ремонт электрических, электронных систем и систем управления палубными механизмами и грузоподъемным оборудованием	<p>Надлежащее знание навыков работы с электрическим и механическим оборудованием</p> <p><i>Техника безопасности и порядок действий при авариях</i></p> <p>Безопасная изоляция оборудования и связанных с ним систем, требуемая до выдачи персоналу разрешения на работу с такими механизмами и оборудованием</p> <p>Практическое знание вопросов проверки, технического обслуживания, обнаружения неисправностей и ремонта</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная</p>	<p>Воздействие неисправностей на взаимосвязанные двигательную установку и системы точно определяется, судовые технические чертежи правильно читаются, измерительные и калибровочные приборы правильно используются и предпринятые действия обоснованны</p> <p>Изоляция, разборка и сборка двигательной установки и оборудования проводятся в соответствии с руководствами изготовителя по безопасности, судовыми инструкциями, требованиями законодательства и правилами техники без-</p>

	Проверка, обнаружение неисправностей и техническое обслуживание, а также восстановление электрического и электронного контрольного оборудования до рабочего состояния	подготовка с использованием лабораторного оборудования	опасности. Принятые меры приводят к восстановлению систем автоматики и управления методами, наиболее подходящими и соответствующими преобладающим обстоятельствам и условиям
--	---	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Судовые электрические машины» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной образовательной программы.

4. Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в виде табл. 3.

Таблица 3

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Введение в электромеханику.	14	8	2	4	2	6	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Трансформаторы.	16	10	4	4	2	6		
Асинхронные машины.	22	12	4	6	2	10		
Синхронные машины.	20	10	4	4	2	10		
Машины постоянного тока.	16	10	4	4	2	6		
Коллекторные машины переменного тока.	14	8	4	2	2	6		
Каскадные соединения электрических машин. Электромашинные преобразователи.	13	7	4	2	1	6		
Емкостные и индуктивно-емкостные электромеханические преобразователи.	11	5	2	2	1	6		
Курсовая работа							Защита	
Экзамен	18						Коллоквиум	18
Всего	144	70	28	28	14	56		18

Тематический план дисциплины по заочной форме обучения представлен в виде табл. 4.

Таблица 4

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Введение в электромеханику.	14	2	1	1		12	Контроль СРС, защита практических работ	
Машины постоянного тока.	18	3	1	1	1	15		
Асинхронные машины.	21	3	1	1	1	18		
Синхронные машины.	21	3	1	1	1	18		
Трансформаторы.	17	3	1	1	1	14		

Коллекторные машины переменного тока.	16	2	1		1	14		
Каскадные соединения электрических машин. Электромашинные преобразователи.	14	2	1		1	12		
Емкостные и индуктивно-емкостные электро- механические преобразователи.	14	2	1	1		12		
Курсовая работа							Защита	
Экзамен	9						Защита Кр	9
Всего	144	20	10	4	6	115		9

4.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в электромеханику

Лекция 1.1

Рассматриваемые вопросы:

Законы электромеханики. Виды электрических машин. Физические явления, лежащие в основе работы электрических машин и трансформаторов.

Тема 2. Машины постоянного тока.

Лекция 2.1

Рассматриваемые вопросы:

Процессы преобразования энергии в машинах постоянного тока. Уравнения машин постоянного тока. Конструкции машин постоянного тока. Обмотки якорей машин постоянного тока. Холостой ход генератора постоянного тока. Поле машины постоянного тока при нагрузке. Коммутация. Способы улучшения коммутации. генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока. Специальные машины постоянного тока. Вентильные двигатели. Машины постоянного тока, выпускаемые в России и странах СНГ.

Тема 3. Асинхронные машины

Лекция 3.1

Рассматриваемые вопросы:

Режимы работы и области применения. Математическое описание процессов преобразование энергии. Конструкции, обмотки, векторная диаграмма, схема замещения, круговая диаграмма и ее построение асинхронных машин. Электромагнитный момент идеальной асинхронной машины. Влияние высших гармоник поля и вихревых токов на момент асинхронной машины. Учет нелинейности параметров в статических режимах.

Лекция 3.2

Рассматриваемые вопросы:

Переходные процессы. Регулирование частоты вращения. Работа асинхронного двигателя при несинусоидальном несимметричном напряжении питания. Аномальные режимы работы асинхронных машин. Генераторный, тормозной и трансформаторный режимы работы асинхронной машины. Однофазные двигатели. Специальные асинхронные машины. Асинхронные машины автоматических устройств. Серии асинхронных двигателей.

Тема 4. Синхронные машины

Лекция 4.1

Рассматриваемые вопросы:

Режимы работы синхронных машин. Процессы преобразования энергии в синхронных машинах. Конструкции синхронных машин. Расчет магнитной цепи синхронных машин. Магнитное

поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря. Параметры синхронной машины в установившемся режиме. Характеристики. Векторные диаграммы неявнополюсных синхронных генераторов. Векторные диаграммы синхронных явнополюсных генераторов. Параллельная работа синхронных машин.

Лекция 4.2

Рассматриваемые вопросы:

Включение на параллельную работу синхронных генераторов. Угловая характеристика. Синхронизирующая мощность. Регулирование реактивной мощности. Электромагнитная и синхронизирующая мощность явнополюсной синхронной машины. Синхронные двигатели. Синхронный компенсатор. Несимметричная нагрузка трехфазных генераторов. Несимметричные КЗ. Переходные процессы в синхронных машинах. Переходные процессы при гашении поля. Качания синхронных машин. Динамическая устойчивость. Системы возбуждения синхронных машин. Специальные синхронные машины. Серии синхронных машин.

Тема 2. Трансформаторы

Лекция 2.1

Рассматриваемые вопросы:

Назначения и общие сведения. Уравнения, векторная диаграмма трансформатора. Схема замещения и ее параметры. Трехфазные, многообмоточные, последовательные, специальные трансформаторы. Конструкции, схемы и группы соединений трансформаторов. Особенности работы насыщенных однофазных и трехфазных трансформаторов. Характеристики. Параллельная работа.

Лекция 2.2

Рассматриваемые вопросы:

Автотрансформаторы. Регулирование напряжения трансформатора. Несимметричная нагрузка трехфазных трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Подход к проектированию трансформаторов.

Тема 6. Коллекторные машины переменного тока.

Лекция 6.1

Рассматриваемые вопросы:

Электрохимическое преобразование энергии в коллекторных машинах переменного тока. Трехфазные коллекторные двигатели. Однофазные коллекторные двигатели.

Тема 7. Каскадные соединения электрических машин.

Лекция 7.1

Рассматриваемые вопросы:

Электромашинные преобразователи. Каскадные соединения асинхронной машины с коллекторными машинами. Электромашинные преобразователи. Одноякорный преобразователь.

Тема 8. Емкостные и индуктивно-емкостные электрохимические преобразователи.

Лекция 8.1

Рассматриваемые вопросы:

Емкостные электрохимические преобразователи. Индуктивно-емкостные электрохимические преобразователи. Биодвигатели.

Темы и задания на практические занятия

Темы и задания на практические занятия приведены в методическом обеспечении [1].

Темы лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения.

Лабораторная работа № 2. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения.

Лабораторная работа № 3. Исследование генератора постоянного тока смешанного возбуждения

Лабораторная работа № 4. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Лабораторная работа № 5. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

Лабораторная работа № 6. Исследование обмоток трехфазного асинхронного двигателя.

Лабораторная работа № 7. Опытное определение параметров и расчет рабочих характеристик асинхронного двигателя.

Лабораторная работа № 8. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора методом холостого хода.

Лабораторная работа № 9. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора методом короткого замыкания.

Конкретные задания при выполнении лабораторных работ приведены в методическом обеспечении [1].

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Судовые электрические машины» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового оборудования и средств автоматики» и выполняется в соответствии с ФГОС ВО. *СРС ставит своей целью:*

1. Развитие навыков ведения самостоятельной работы;
2. Приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
3. Развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
4. Приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

СРС проводится в следующей форме:

1. Самостоятельная проработка тем.
2. Участие в постановке новых лабораторно-практических работ.
3. Участие в постановке учебно-исследовательских лабораторных работ.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)

1. История развития и современное состояние электромашиностроения.
2. Применение электрических машин в судовых электроустановках и приводе. Классификация.
3. Основные законы и физические явления, лежащие в основе работы электрических машин и электромеханического преобразования энергии.
4. Математическая модель электрической машины. Принцип обратимости электрической машины.
5. Принцип действия машины постоянного тока (МПТ).
6. Основные законы, описывающие работу машины. Конструкция МПТ.
7. Якорные обмотки: петлевая, волновая, комбинированная.
8. Способ построения и укладки обмоток. Звезда ЭДС секций.
9. Магнитная цепь машины. Характеристика намагничивания .
10. Реакция якоря. Продольная и поперечная составляющие реакции якоря.
11. Способы уменьшения действия реакции якоря.
12. Коммутация машины: темная, замедленная, ускоренная.
13. Искрение на коллекторе и способы его устранения.
14. ЭДС и электромагнитный момент МПТ.
15. Однофазные трансформаторы. Принцип действия трансформатора.
16. Устройство магнитной цепи и обмоток трансформатора. ЭДС трансформатора.
17. Приведенный трансформатор. Уравнение приведенного трансформатора.
18. Схема замещения трансформатора..
19. Векторная диаграмма трансформатора при различных нагрузках.
20. Опыт короткого замыкания.
21. Векторная диаграмма, упрощенная векторная диаграмма.
22. Расчет параметров трансформатора при помощи опыта КЗ.
23. Трехфазные трансформаторы. Группы соединений, способы определения групп соединений.
24. Параллельная работа трехфазных трансформаторов.
25. Характеристики трансформатора. Потери и КПД трансформатора.
26. Переходные процессы, протекающие в трансформаторах.
27. Основные виды машин переменного тока, принцип их действия и устройство.
28. Статорные обмотки. Принцип образование трехфазной обмотки.
29. Назначение и область применение асинхронных двигателей (АД) в судовом электроприводе.
30. Принцип действия и конструкция АД.
31. Аналогия асинхронной машины и трансформатора.
32. Основные понятия об обмотках АД. ЭДС катушки, катушечной группы, фазы.
33. Развернутые схемы двухслойной и однослойной обмоток. Обмоточный коэффициент.

34. Магнитодвижущая сила (МДС) обмотки статора.
35. Образование кругового, эллиптического и пульсирующего магнитных полей в воздушном зазоре асинхронной машины.
36. Высшие пространственные гармоники МДС.
37. Уравнение напряжений, МДС и токов.
38. Схема замещения и векторная диаграмма АД.
39. Потери и КПД, энергетическая диаграмма АД.
40. Электромагнитный момент, скольжение.
41. Формула Клосса. Механические и рабочие характеристики АД.
42. Способы пуска АД. Способы регулирования частоты вращения.
43. Специальные АД: однофазные, фазорегуляторы, индукционный регулятор, преобразователи частоты, линейные АД, муфты скольжения и т.д..
44. Назначение и область применения синхронных машин (СМ).
45. Принцип действия и конструкция синхронных машин (СМ).
46. Холостой ход синхронного генератора. Реакция якоря.
47. Уравнение напряжения, векторные диаграммы и характеристики синхронных генераторов.
48. Параллельная работа СГ: условия включения, распределение активной и реактивной мощностей.
49. Угловые и U-образные характеристики СМ.
50. Удельная синхронизирующая мощность и момент СМ.
51. Переходные процессы в СГ при внезапном КЗ. Колебания СГ.
52. Особенности эксплуатации СГ в судовой энергосистеме.
53. Обзор аварийности судовых электрических машин и основных мер по ее предотвращению.

7. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература

1. Кацман М.М. Электрические машины: учебник / М.М. Кацман. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2003. – 469 с. – 58 экз.
2. Копылов И.П. Электрические машины: учебник для ВУЗов / И.П. Копылов. – 3-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с. – 31 экз.

7.2. Дополнительная литература

3. Токарев Б.Ф. Электрические машины: учеб. пособие для ВУЗов / Б.Ф. Токарев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 624 с. – 45 экз.
4. Яковлев Г.С. Судовые электрические машины: учебник / Г.С. Яковлев, А.И. Маникин. – 2-е изд., перераб. – Л.: Судостроение, 1980. – 224 с – 43 экз.
5. Брускин Д.Э. Электрические машины и микромашины : учебник / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 528 с. – 19 экз.
6. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин / Р.Г. Гемке; Под ред. Р.Б. Уманцева. – 9-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 331 с. – 21 экз.
7. Проектирование электрических машин: учебник / Под ред. И.П. Копылова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 757 с. – 5 экз.
8. Гольдберг О.Д. Проектирование электрических машин: учебник / О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко. – Изд. 2-е, перераб. – М.: Высшая школа, 2001. – 430 с. – 21 экз.
9. Читаян В.И. Электрические машины. Сборник задач: учеб. пособие для ВУЗов / В.И. Читаян. – М. Высшая школа, 1988. – 230 с. – 36 экз.

10. Справочник по электрическим машинам. Том 1 / Под. Общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 688 с. – 23 экз.

7.3. Методическое обеспечение:

1. Белов О.А. Судовые электрические машины Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для курсантов и студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / О.А. Белов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 82 с.
2. Труднев С.Ю. Судовые электрические машины: методические указания к выполнению контрольных работ для курсантов и студентов специальности 180404.65 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / С.Ю.Труднев – ПетропавловскКамчатский: КамчатГТУ, 2012. – 21 с.
3. Ушакевич А.А. Электрические машины. Курсовое проектирование судовых асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором: Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 117 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.rs-class.org> Официальный сайт Российского морского регистра судоходства
2. <http://www.iec.ch> Официальный сайт Международной электротехнической Комиссии
3. <http://www.imo.org> Официальный сайт Международной Морской Организации
4. <http://www.pts-russia.com> Mathcad
5. <http://www.mathworks.com> Simulink
6. <http://www.electronicworkbench.com> Electronic Workbench
7. <http://protect.gost.ru> Интернет-ресурс Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям. Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний.

Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям (лабораторным работам), экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям. Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать

и аргументировать свое мнение.

Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям. Целью лабораторного практикума является: ознакомление с устройством, принципом действия и характеристиками машин переменного тока; закрепление теоретических знаний в области машин переменного тока, получение навыков их экспериментального исследования, а также обработки полученных результатов; приобретение навыков чтения и сборки электрических схем, включения и испытания машин переменного тока в различных режимах; приобретение навыков суммирования и обобщения полученных результатов экспериментальных исследований, умения формулировать правильные выводы о работе машины и физических процессах, протекающих в ней.

Рекомендации по организации самостоятельной работы. Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий курсовых проектов, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение и изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения.

Общие методические указания по выполнению практической и лабораторной работы указаны в учебно-методическом пособии [см РП СЭМ, п. 6.3, пп. 7].

10. Курсов проект (работа).

10.1. Цель и задачи курсового проектирования.

Целью курсового проектирования является углубленное изучение теоретического материала по разделу "Асинхронные машины"; ознакомление с основными приемами инженерной методики проектирования асинхронных машин с к.з. ротором с учетом использования новейших достижений в области их проектирования и производства; подготовка курсантов к самостоятельному решению задач при расчете, изготовлении, ремонте и эксплуатации асинхронных машин.

Задачей курсового проекта является расчет и конструирование асинхронного двигателя с к.з. ротором согласно техническому заданию на курсовой проект с учетом новых активных, конструктивных и изоляционных материалов, опыта электромашиностроительных заводов в области проектирования и изготовления асинхронных машин.

10.2. Организация проектирования

Курсовой проект курсант (студент) выполняет по индивидуальному заданию, которое выдает руководитель курсового проектирования. Сроки выполнения курсового проекта (семестр) указываются в учебном графике.

Курсовой проект по асинхронным машинам состоит из двух частей: электромагнитного и теплового расчетов (ч.1), конструирования и механического расчета (ч.2). В настоящем методическом пособии приводятся необходимые методические указания по выполнению электромагнитного и теплового расчетов, а также необходимые пояснения и рекомендации по разработке конструкции и выполнению механических расчетов асинхронных машин общепромышленного применения.

На выполнение курсового проекта отводится приблизительно 14 недель. Рекомендуется следующий график и последовательность выполнения курсового проекта.

№ этапа	Наименование этапов работы	Самостоят, работа в час.
---------	----------------------------	--------------------------

1.	Введение	1
2.	Определение главных размеров	3
3.	Проектирование статора и ротора	8
4.	Расчет магнитной цепи и намагничивающего тока.	2
5.	Расчет сопротивлений обмоток двигателя	2
6.	Расчет потерь мощности и КПД	2
7.	Тепловой расчет	4
8.	Расчет рабочих и механических характеристик	2
9.	Описание конструкции двигателя	2
10.	Механический расчет вала и выбор подшипников	6
11.	Выполнение графической части проекта: продольный и поперечный разре-	16
12.	Оформление расчетно-пояснительной записки	8
	Итого	56 часов

Законченные электромагнитный и тепловой расчеты следует представить на проверку, и только после их утверждения можно приступить к выполнению дальнейших разделов.

Графическая часть курсового проекта должна быть представлена в виде сборочного чертежа: продольного и поперечного разрезов машины на одном или двух листах формата А1. Чертежи необходимо выполнять в соответствии с требованиями ЕСКД. Полностью оформленный курсовой проект (пояснительная записка и чертежи) курсант (студент) обязан представить на кафедру для окончательного заключения и получения разрешения на защиту не позже срока, указанного в учебном графике. Курсовой проект курсант (студент) защищает перед комиссией на кафедре Э и ЭОС .

Проектирование асинхронных машин - сложная задача, успешное решение которой зависит, во-первых, от знания теории и конструкции асинхронных машин, а во-вторых, от умения правильно использовать при проектировании литературные источники, каталоги, ГОСТы и т.д.

Перед выполнением тех или иных разделов курсового проекта необходимо внимательно ознакомиться с соответствующими разделами настоящего учебного пособия, с учебной литературой, в которой излагается данный материал, проработать методические указания, касающиеся данного вопроса, и только после этого можно переходить непосредственно к расчетам.

Во время выполнения курсового проекта следует пользоваться ГОСТами на электротехническую сталь, обмоточные провода, изоляцию и др.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 7 данной рабочей программы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.
- интерактивное общение с помощью программы (мессенджер) WhatsApp.

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft Power Point;
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

– для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 3-402 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;

- доска аудиторная;
- комплект лекций по темам курса «Судовые электрические машины»;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- лабораторные стенды;
- кодоскоп;
- комплект слайдов для кодоскопа