

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

<b>Дисциплина</b>	<u>Б1.О.19. Судовые электрические машины</u> код и наименование дисциплины
<b>Направление подготовки/специальность</b>	<u>26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики</u> код и наименование направления подготовки /специальности
<b>Направленность/специализация</b>	<u>Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики</u> наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы
<b>Квалификация выпускника</b>	<u>Инженер- электромеханик</u> указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО
<b>Кафедра-разработчик</b>	<u>кафедра электрооборудования судов</u> наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2020

**Лист согласования**

1 Разработчик(и)

Часть 1	доцент должность	ЭОС кафедра	 подпись	Саватеев Д.А. Ф.И.О.
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

\_\_\_\_\_  
наименование кафедры

\_\_\_\_\_  
дата

протокол № 2 26.10.2020 \_\_\_\_\_  
подпись

  
Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика Власов А.Б.

**Лист изменений и дополнений, вносимых в РП \***

к рабочей программе по дисциплине Б1.О.19. «Судовые электрические машины», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, направленности (профилю)/специализации Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, 2019 года начала подготовки, утвержденной Ученым советом ФГБОУ ВО «МГТУ» (протокол № 7 от 28.02. 2019 г.)

Таблица 1 Изменения и дополнения

<b>№ п/п</b>	<b>Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части</b>	<b>Содержание дополнения или изменения</b>	<b>Основание для внесения дополнения или изменения</b>	<b>Дата внесения дополнения или изменения</b>
1	Титульного листа	Переименование типа образовательной организации	Приказ Министерства науки и высшего образования №854 от 31.07.2020	30.10.2020
2	Структуры учебной дисциплины (модуля)	Изменение количества часов контактной работы	Учебный план по направлению подготовки 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики для 2020 года набора	27.03.2020
3	Содержания учебной дисциплины (модуля)	Изменение количества и форм текущего контроля	Учебный план по направлению подготовки 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики для 2020 года набора	27.03.2020
4	Содержания учебной дисциплины (модуля)	Изменение содержания разделов, перечня практических работ	Протокол заседания кафедры № 9	20.05.2020
5	Структуры и содержания ФОС	Корректировка форм текущего контроля и промежуточной аттестации	Протокол заседания кафедры № 9	20.05.2020
10	Перечня МТО	Например, исключение из перечня или дополнение перечня	1. Приобретение нового оборудования 2. Выведение из эксплуатации	

Дополнения и изменения внесены « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г

\* Изменения и дополнения в РП – п. 1-8,10 таблицы 1 вносятся по необходимости; п. 9 требует ежегодного обновления. Листы изменений и дополнений включаются в структуру РП, их количество соответствует количеству вносимых изменений и дополнений.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Таблица 1

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
<b>Профессиональный цикл</b>		
<b>Б1.О.</b>	<b>Обязательная часть</b>	
<b>Б1.О.19</b>	Судовые электрические машины (СЭМ)	<p><b>Цель дисциплины</b> - приобретение знаний, умений и навыков в области назначения, устройства, принципа действия, основных характеристик, методов анализа и расчета статических и динамических режимов работы, правил технической эксплуатации и ремонта судовых электрических машин.</p> <p><b>Задачи дисциплины</b>- ознакомить обучающихся с устройством электрических машин постоянного и переменного тока, их характеристиками и режимами работы, режимами пуска, торможения и регулирования оборотов машин постоянного и переменного тока, особенностями работы электрических машин в составе агрегатов со статическими преобразователями электроэнергии, судовыми трансформаторами, их устройством, характеристиками и режимами работы, испытательными режимами холостого хода и короткого замыкания трансформаторов, правилами эксплуатации трансформаторов.</p> <p><b>В результате изучения дисциплины специалист должен:</b></p> <p><b>Знать:</b> принципы действия и устройство коллекторных электрических машин постоянного тока, асинхронных, синхронных машин, силовых и специальных трансформаторов; классификацию электрических машин, их сравнительные особенности: достоинства и недостатки; принципы образования якорных обмоток машин постоянного тока и синхронных машин, статорных обмоток асинхронных машин; математические модели электрических машин; основные эксплуатационные характеристики электрических машин; методологию испытаний электрических машин; условные графические изображения и обозначения элементов электрических машин; основы управления электрическими машинами: пуска, регулирования частоты вращения, электрического торможения, включения на параллельную работу, перераспределения нагрузки.</p> <p><b>Уметь:</b> производить классификацию электрических машин на основе их внешних признаков и паспортных данных; читать электрические принципиальные схемы, содержащие элементы электрических машин; использовать математические модели электрических машин для анализа их режимов работы; производить испытания электрических машин с целью получения их эксплуатационных характеристик; производить пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного и переменного тока; включать генераторы постоянного тока, синхронные генераторы и трансформаторы на параллельную работу, производить перераспределение нагрузки между параллельно работающими генераторами; составлять отчет о проведенных испытаниях электрических машин.</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими методами анализа режимов работы электрических машин; методами сбора, обработки и анализа результатов испытаний электрических машин; умениями и навыками чтения электрических принципиальных схем, содержащих элементы электрических машин.</p> <p><b>Содержание разделов дисциплины:</b></p> <p>Электрические машины постоянного тока: генераторы, двигатели. Электрические машины переменного тока: трансформаторы, асинхронные двигатели, синхронные генераторы, двигатели.</p> <p><b>Реализуемые компетенции</b></p> <p><b>В соответствии с Конвенцией ПДНВ: разделы АШ/6</b></p> <p><b>Функция:</b> Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации. Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации.</p> <p><b>ФГОС: ОПК-2, ПК-1, ПК-7, ПК-15</b></p> <p><b>Формы отчетности</b></p> <p><b>очная форма:</b> Семестр 5 – экзамен, К семестр 6 – экзамен, курсовой проект.</p> <p><b>заочная форма:</b> летняя сессия-экзамен, ргр</p>

## Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/ специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, утвержденного 15.03.2018 № 193, требований Международной Конвенции ПДНВ (с поправками) для конвенционных специальностей ИМА МГТУ, Примерной основной образовательной программы Федерального УМО в системе высшего образования по УГСН «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта», образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки/специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, специализации Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, 2019 года начала подготовки, утвержденной Ученым советом ФГБОУ ВО «МГТУ» (протокол №7 от 28.02.2019 г.)

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

**Целью дисциплины** "Судовые электрические машины" является приобретение знаний, умений и навыков в области назначения, устройства, принципа действия, основных характеристик, методов анализа и расчета статических и динамических режимов работы, правил технической эксплуатации и ремонта судовых электрических машин.

#### **Задачи:**

- ознакомить обучающихся с устройством электрических машин постоянного и переменного тока, их характеристиками и режимами работы, режимами пуска, торможения и регулирования оборотов машин постоянного и переменного тока, особенностями работы электрических машин в составе агрегатов со статическими преобразователями электроэнергии, судовыми трансформаторами, их устройством, характеристиками и режимами работы, испытательными режимами холостого хода и короткого замыкания трансформаторов, правилами эксплуатации трансформаторов.

### 3. Требования к уровню подготовки специалиста и планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Судовые электрические машины» направлен на формирование компетенций в соответствии ФГОС ВО, с Конвенцией ПДНВ, Примерной основной образовательной программы Федерального УМО в системе высшего образования по УГСН «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта», представленных в таблице по специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики.

#### **Таблица 2. - Результаты обучения**

##### **Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

Категория общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Естественнонаучная и общинженерная области	ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> : Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> : Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельности ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> : Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью

## Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
<b>Тип задач профессиональной деятельности Эксплуатационно-технологическая и сервисная</b>				
<p>Техническая эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики. Наблюдение за технической эксплуатацией судового электрооборудования и средств автоматики. Организация безопасного ведения работ по монтажу и наладке судового электрооборудования и средств автоматики. Проведение испытаний и определение работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого судового электрооборудования и средств автоматики. Выбор электрооборудования и элементов систем автоматики для замены в процессе эксплуатации судов.</p> <p>Организация экспертиз и аудита при проведении сертификации производимых деталей, узлов, агрегатов и систем для судового электрооборудования и средств автоматики, услуг и работ по техническому обслуживанию и ремонту судового электрооборудования и средств автоматики</p>	<p>электротехническое, электромеханическое оборудование: судов морского, речного, рыбопромыслового, технического и специализированного флотов, кораблей и военно-вспомогательных судов, кораблей и судов федеральных органов исполнительной власти, в том числе электрооборудования и средства автоматики ядерных энергетических установок, буровых платформ, плавучих дизельных и атомных электростанций, автономных ПК энергетических установок, судоремонтных предприятий, включая их управление и регулирование</p>	<p>ПК-1. Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями</p>	<p>ИД-1<sub>ПК-1</sub> Умеет осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями ИД-2<sub>ПК-1</sub> Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями ИД-3<sub>ПК-1</sub> Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями</p>	<p>Кодекс ПДНВ Табл. А-III/6 (Анализ опыта)</p>
		<p>ПК-7. Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями</p>	<p>ИД-1<sub>ПК-7</sub> Умеет осуществлять безопасное техническое использование электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями; ИД-2<sub>ПК-7</sub> Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание электрооборудова-</p>	

			<p>ния и средств автоматизации судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> <p>ИД-3 ПК-7</p> <p>Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматизации судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p>	
--	--	--	--	--

Тип задач профессиональной деятельности: **Тип задач производственной деятельности – Организационно-управленческая**

<p>Организация службы на судах в соответствии с национальными и конвенционными требованиями.</p> <p>Организация работы коллектива исполнителей с разнородным национальным, религиозным и социально-культурным составом, осуществление выбора, обоснования, принятия и реализация управленческих решений. Организация работы коллектива в сложных и критических условиях осуществление выбора, обоснования, принятия и реализация управленческих решений в рамках приемлемого риска. Совершенствование организационно-управленческой структуры предприятия по эксплуатации, хранению, техническому обслуживанию и ремонту судового электрооборудования и средств автоматизации. Организация и совершенствование системы учета документооборота. Выбор и, при необходимости, разработка рациональных нормативов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судового электрооборудования и средств автоматизации. Нахождение компромисса между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и</p>	<p>электротехническое, электромеханическое оборудование: судов морского, речного, рыбопромыслового, технического и специализированного флотов, кораблей и военно-вспомогательных судов, кораблей и судов федеральных органов исполнительной власти, в том числе электрооборудования и средства автоматизации ядерных энергетических установок, буровых платформ, плавучих дизельных и атомных электростанций, автономных ПК энергетических установок, судоремонтных предприятий, включая их управление и регулирование</p>	<p>ПК-15. Способен выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации</p>	<p>ИД-1 ПК-15</p> <p>Умеет выбирать рациональные нормативы эксплуатации судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации;</p> <p>ИД-2 ПК-15</p> <p>Умеет выбирать рациональные нормативы технического обслуживания судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации;</p> <p>ИД-3 ПК-15</p> <p>Знает порядок ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации;</p>	<p>Кодекс ПДНВ Табл. А-III/6 (Анализ опыта)</p>
---	--	---	---	---

сроками исполнения) при долгосрочном и краткосрочном планировании эксплуатации и ремонта судового электрооборудования и средств автоматики, выбор рационального (оптимального) решения; осуществление технического контроля и управление качеством изделий, продукции и услуг. Осуществление обучения и аттестация обслуживающего персонала и специалистов				
--	--	--	--	--

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3\* - Распределение учебного времени дисциплины**  
**Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.**

Вид учебной нагрузки**	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	5	6							3/6	4/7		
Лекции	20	16		36					4	4		8
Практические работы	20	16		36					4	4		8
Лабораторные работы	22	18		40					4	4		8
Курсовая работа*												
Самостоятельная работа	10	22		32					87	87		174
Подготовка к промежуточной аттестации <sup>1</sup>	36	36		72					9	9		18
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>108</b>		<b>216</b>					<b>108</b>	<b>108</b>		<b>216</b>

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

	5	6							3/6	4/7		
Экзамен	+	+							+	+		
Зачет/зачет с оценкой												
Курсовая работа (проект)		+								+		

\* Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

\*\* При отсутствии вида учебной нагрузки ставить прочерк в соответствующей ячейке

<sup>1</sup> Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения – 36 часов, для экзамена заочной формы обучения – 9 часов, для зачета заочной формы обучения – 4 часа.

Количество расчетно-графических работ										1			
Количество контрольных работ	1												
Количество рефератов													
Количество эссе													

**Таблица 4\* - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

№	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения												
		Очная				Очно-заочная				Заочная				
		Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	
Семестр 5														
1.	Введение. Назначение дисциплины. Краткий исторический обзор развития электрических машин. Содержание и построение дисциплины. Указания по работе над дисциплиной.	1											7	
2.	Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Основные конструктивные части и узлы судовых машин постоянного тока, их назначение. Серии судовых машин постоянного тока. Якорные обмотки. Шаг секции и шаг соединения обмотки. Простые и сложные петлевые обмотки. Простые и сложные волновые обмотки. Параллельные ветви обмоток. Уравнительные соединения первого и второго видов. ЭДС обмотки якоря. Магнитная цепь. Устройство магнитной цепи машины постоянного тока. Характеристика намагничивания машины. Реакция якоря. Линейная нагрузка якоря. Учет поперечной и продольной МДС реакции якоря. Коммутация. Основное уравнение коммутации. Прямолинейная, замедленная и ускоренная коммутация. Оценка коммутации. Средства улучшения коммутации.	4		2	2						1	1	1	20
3.	Генераторы. Типы генераторов постоянного тока. Классификация характеристик генераторов. Характеристика холостого хода и короткого замыкания. Реактив-	4	8	6	2						1	1	1	20

\* Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

	<p>ный треугольник. Генератор независимого возбуждения, его характеристики. Генератор параллельного возбуждения. Условия самовозбуждения. Характеристики и свойства генератора параллельного возбуждения. Генератор смешанного возбуждения, его характеристики и свойства. Параллельная работа генераторов постоянного тока. Условия включения на параллельную работу генераторов постоянного тока. Генераторный и двигательный режим машин</p>											
4.	<p>Двигатели. Противозлектродвижущая сила якоря. Частота вращения электродвигателей. Способы реверсирования электродвигателей. Пуск двигателя. Вращающий момент машины постоянного тока. Двигатель независимого возбуждения, его характеристики. Двигатель последовательного возбуждения, его характеристики и свойства. Двигатель смешанного возбуждения, его характеристики и свойства. Основные способы регулирования частоты вращения и торможения двигателей постоянного тока. Специальные машины постоянного тока. Потери и КПД. Нагревание электрических машин. Уравнение теплового баланса частей машины. Кривые нагревания и охлаждения электрических машин. Допустимая температура перегрева отдельных частей машины. Способы охлаждения машин. Классификация номинальных режимов работы машин по ГОСТу. Защита электрических машин от воздействия окружающей среды.</p>	4	4	6	3				1	1	1	20
5.	<p>Однофазные трансформаторы. Принцип действия и устройство трансформатора. ЭДС трансформатора. Холостой ход трансформатора. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной. Векторные диаграммы трансформатора при активной и смешанной нагрузках. Схемы замещения. Опыт короткого замыкания трансформатора. Потери и КПД трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Группы соединения фазных обмоток трехфазных трансформаторов. Холостой ход трехфазных трансформаторов. Работа трехфазного трансформатора при</p>	7	10	6	3				1	1	1	20

	нагрузке. Параллельная работа трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторе. Специальные трансформаторы. Автотрансформатор. Сварочные трансформаторы.													
6 семестр														
6.	<p>Основные виды машин переменного тока, принцип их действия и устройство. Устройство судовых синхронных машин. Устройство трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Скольжение. Частота вращения ротора. Статорные обмотки. Принцип образования трехфазной обмотки. Однослойные и двухслойные обмотки. ЭДС и МДС обмоток. Электродвижущая сила секции. Коэффициент укорочения обмотки. Электродвижущая сила фазы. Коэффициент распределения обмотки. Магнитодвижущая сила однофазной обмотки. Магнитодвижущая сила трехфазной обмотки. Векторные диаграммы асинхронного двигателя с неподвижным ротором. ЭДС и ток ротора. Приведение обмотки ротора к обмотке статора. Векторная диаграмма и схема замещения асинхронного двигателя с вращающимся ротором. Вращающийся момент и энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Характеристика вращающегося момента. Критическое скольжение и максимальный момент. Устойчивость работы асинхронного двигателя.</p> <p>Круговые диаграммы. Упрощенная круговая диаграмма. Опыт холостого хода и короткого замыкания. Определение по круговой диаграмме мощностей, потерь, вращающегося момента, КПД, скольжения и коэффициента мощности. Рабочие характеристики и режимы асинхронной машины. Пуск асинхронных двигателей. Условия пуска асинхронного двигателя и его схемные решения. Пуск переключением обмотки статора со звезды на треугольник. Частотный пуск. Асинхронные двигатели с вытеснением тока в обмотке ротора, двухклеточный и с глубокопазым ротором. Основные способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения воздействием со стороны стато-</p>	8	8	8	11						2	2	2	44

	ра. Регулирование частоты вращения воздействием со стороны ротора. Торможение асинхронных двигателей. Специальные асинхронные машины. Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронный преобразователь частоты.												
7.	Реакция якоря синхронных машин при различных видах нагрузки. Принцип двух реакций. Количественный учет влияния продольной и поперечной реакции якоря. ЭДС статора при нагрузке. Векторная диаграмма напряжений. Векторные диаграммы напряжений неявно- и явнополюсных синхронных генераторов. Упрощенные векторные диаграммы напряжений. Параметры синхронных машин. Характеристики холостого хода и короткого замыкания синхронного генератора. Реактивный треугольник. Отношение тока короткого замыкания (ОКЗ). Нагрузочные характеристики. Построение реактивного треугольника. Внешние и регулировочные характеристики. Самовозбуждающиеся и бесщеточные синхронные генераторы. Особенности режима работы синхронного генератора на выпрямительную нагрузку. Потери и КПД синхронных машин. Параллельная работа судовых синхронных генераторов соответствующая требованиям ПДНВ. Условия включения генераторов на параллельную работу. Методы синхронизации. Работа синхронного генератора параллельно с мощной станцией. Параллельная работа соизмеримых по мощности синхронных генераторов. Электромагнитные мощности и момент синхронной машины. Синхронизирующая мощность и момент. V-образная и угловая характеристики синхронных генераторов. Распределение активной и реактивной мощностей параллельно работающих генераторов. Синхронные двигатели. V-образная характеристика синхронного двигателя. Векторная диаграмма синхронного двигателя. Рабочие характеристики синхронного двигателя. Пуск синхронного двигателя. Регулирование частоты вращения синхронных двигателей. Вентильный двигатель. Синхронный компен-	8	10	8	11					2	2	2	43

	сатор. Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения синхронной машины. Сверхпереходные, переходные режимы и синхронные индуктивные сопротивления. Эквивалентные схемы замещения. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора. Колебания судовых синхронных машин. Понятие об устойчивости синхронных машин при колебаниях ротора. Вынужденные колебания. Резонанс колебаний. Успокоительные обмотки												
8.	Эксплуатационные вопросы, связанные с изоляционными качествами и нагревом судовых электрических машин. Требования к изоляции электрических машин, основные методы контроля ее состояния. Основные факторы, влияющие на срок службы изоляции и эксплуатационные меры по его увеличению. Методы контроля нагрева судовых электрических машин. Особенности построения систем подвода и подготовки охлаждающего воздуха мощных судовых электромашин и их эксплуатация. Вопросы эксплуатации щеточных устройств судовых электрических машин. Основные методы настройки коммутации судовых электрических машин. Вопросы эксплуатации подшипниковых узлов судовых электромашин. Токи в подшипниковых узлах электромашин, основные причины их возникновения, их влияние, пути устранения. Основные причины возникновения шума и вибрации электромашин, эксплуатируемых в судовых условиях и методы их устранения. Типы применяемых на судах подшипников и смазочных масел. Особенности эксплуатации и ремонта судовых генераторов переменного тока, трансформаторов и электромашинных преобразователей. Обзор аварийности судовых электромашин и основных мер по ее предотвращению в соответствии с требованиями ПДНВ. Основные нештатные режимы судовых электромашин. Заключение.												
	<b>Итого</b>	36	40	36	32					8	8	8	174

**Таблица 5. - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы текущего контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	р	к/р	э	СР	
ОПК-2	+	+	+	+		+		+	Проверка конспекта Контрольная работа Защита лабораторной работы выполнение контрольной работы
ПК-1	+	+	+	+		+		+	
ПК-7	+	+	+	+		+		+	
ПК-15	+	+	+	+		+		+	

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа

**Таблица 6. - Перечень лабораторных работ**

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3	4	5
5 семестр				
1.	Вводная лабораторная работа	2		
2.	Исследование генератора постоянного тока	4		
3.	Параллельная работа генераторов постоянного тока	4		
4.	Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока	4		2
5.	Исследование трехфазного трансформатора	4		2
6.	Параллельная работа трансформаторов	4		
6 семестр				
7.	Схемы включения статорной обмотки асинхронного электродвигателя	2		
8.	Регулирование частоты вращения асинхронного электродвигателя	4		2
9.	Исследование синхронного генератора	4		2
10.	Параллельная работа синхронных генераторов	4		
11.	Исследование синхронного электродвигателя	4		
	Итого:	40		8

**Таблица 7. - Перечень практических работ**

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3	4	5
5 семестр				
1.	Расчет и изображение простой петлевой обмотки машины постоянного тока	2		
2.	Преобразование энергии в генераторах постоянного тока	7		1
3.	Преобразование энергии в двигателях постоянного тока	7		1
4.	Построение характеристик трехфазного трансформатора по	4		2

	результатам опытов холостого хода и короткого замыкания			
6 семестр				
5.	Расчет параметров магнитной системы трехфазного трансформатора	4		1
6.	Расчет обмоток трехфазного трансформатора	4		1
7.	Определение параметров схемы замещения трехфазного трансформатора по расчетным данным	2		
8.	Тепловой расчет трехфазного трансформатора	4		2
9.	Определение КПД и относительного изменения напряжения трехфазного трансформатора по расчетным данным	2		
	Итого:	36		8

### 5. Перечень тем контрольных и расчетно-графических работ

1. Генераторы постоянного тока
2. Двигатели постоянного тока
3. Трансформаторы
4. Асинхронные двигатели
5. Синхронные машины
6. Преобразование энергии с электрических машинах постоянного тока

### 6. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

1. Расчет трехфазного трансформатора

### 7. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)<sup>2\*</sup>

1. "Электрические машины: практический курс", учебное пособие в 2-х частях, Мурманск, МГТУ, 2015.
2. Расчет трехфазного трансформатора (Методические указания к курсовому проектированию), Мурманск, МГТУ, 2019.
3. Расчет электромагнитной системы трехфазного трансформатора (Компьютерная обучающая программа), Свид-во №2015615173, 2015
4. Круговая диаграмма и характеристики асинхронной машины (Компьютерная обучающая программа). Свид-во №2010610006. 2010
5. Векторная диаграмма и характеристики однофазного трансформатора (Компьютерная обучающая программа). Свид-во №2010610004. 2010

### 7. Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя:

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

\*В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

### Основная литература

- Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы, Учебник для вузов. — СПб: Питер, 2008. — 320 с
- Вольдек А.И., Электрические машины. Л.: Энергия, 1978
- Мезин Е.К., Судовые электрические машины, Л.: Судостроение, 1985

### Дополнительная литература

- Копылов И.П., Электрические машины, М.: Высш. школа, Логос, 2002
- Кацман М.М., Электрические машины, М.: Высшая шк.: Изд. центр "Академия", 2001
- Копылов И.П., Проектирование электрических машин, М.: Энергия, 1980
- Тихомиров П. М. Расчет трансформаторов. Учеб. пособие для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1976., 544 с. с ил.
- Саватеев Д.А. Электрические машины: практический курс, учебное пособие в 2-х частях, Мурманск, МГТУ, 2015.

### 9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://ito.edu.ru/>
2. Mirknig/ kom Учебники [http:// mirknig/ kom](http://mirknig/kom)
3. 2.Электроэнергетический информационный центр: <http://www.elektrocentr.info/>
4. [http://www. google.ru](http://www.google.ru)
5. [http://www. Yandex.ru](http://www.Yandex.ru)
6. [http:// e/lanbook.com](http://e/lanbook.com)

---

---

### 10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.

- 1 Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

### 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8. - Материально-техническое обеспечение

№ п./п.	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1	Специальное помещение для проведения занятий лекционного типа: лаборатория электрических машин (217 А)	Помещение оборудовано: 25 парт для учащихся, 50 посадочных мест, 2 доски, 9 универсальных лабораторных стендов, каждое на 8 лабораторных работ, более 10 наглядных электротехнических плакатов, демонстрационные изделия для наглядного обучения учащихся.
2	Специальное помещение для лабораторных занятий: лаборатория электрических машин (217 А)	
3	Специальное помещение для проведения занятий семинарского типа: лаборатория электрических машин (217 А)	
4	Специальное помещение для проведения групповых консультаций: лаборатория электрических машин (217 А)	

Таблица 9

5	Специальное помещение для проведения индивидуальных консультаций: лаборатория электрических машин (217 А)	В помещении имеется: настенная доска, рабочие столы для преподавателя и учащихся, лабораторные стенды в количестве 36 шт: электрические стенды, выполненные на 2-х электрических щитах вдоль стен помещения со 193-ю щитовыми электроприборами и необходимой для учебного процесса аппаратурой (27 автотрансформаторов, 38 автоматами, 18 реостатов и другие), электрически соединенной кабелями с 19 электромашинными преобразователями и электросварками, расположенными на фундаментах посередине машинного зала в 2 ряда. Электрические щиты запитаны от силового электрический щит на 220 В постоянного и переменного тока.	
6	Специальное помещение для текущего контроля: лаборатория электрических машин (217 А)		
7	Специальное помещение для практических занятий: лаборатория электрических машин (217 А)		
8	Специальное помещение для промежуточной аттестации: лаборатория электрических машин (217 А)		
9	Специальное помещение для проведения лабораторных занятий лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
10	Специальное помещение для проведения занятий семинарского типа: лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
11	Специальное помещение для проведения групповых консультаций лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
12	Специальное помещение для проведения индивидуальных консультаций: лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
13	Специальное помещение для текущего контроля: лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
14	Специальное помещение для промежуточной аттестации: лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
15	Специальное помещение для практических занятий: лаборатория судовых электрических машин) (129 А)		
16	Компьютерный класс (240 А)		Помещение оборудовано: 17 посадочных мест на 17 человек, доска, специализированная мебель –компьютерные столы - 7; 7 столов для учащихся, 8 компьютеров, 1 принтер, 1 сканер
17	<b>138 А</b> Специальное помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования г. Мурманск, ул. Спортивная, д. 13 (корпус «А»)		Помещение оснащено специализированной мебелью.

**Таблица 9. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - экзамен)**

**Дисциплина «Судовые электрические машины»**

	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
	Текущий контроль			
1	Посещение лекций	5	15	1-12 недели
	Нет посещений (меньше 10% лекций) – 0 баллов, 50% лекций - 5 б.; 75% -8 б.; 100 % -15 баллов			
2	Выполнение лабораторных работ (100 %.)	9	18	По расписанию
	Выполнение одной лаб./р – 2 балл, не в срок – 1 балл (выполнение фиксируется преподавателем)			
3	<i>Защита лабораторных работ</i>	18	27	3 - 12 неделя
	Защита одной лаб/р – от 2 до 3 баллов. Отличная защита – 3 балла, хорошая –2,5 балла, удовл. – 2 балл			

	ИТОГО за работу в семестре	32	60	16- неделя
	Промежуточная аттестация «экзамен»	10	40	
	Оценка «5» - 40 баллов, Оценка «4» - 20 баллов, Оценка «3» - 10 балл			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	60	100	Сессия
	<p>Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p>Шкала баллов для определения итоговой оценки:  91 - 100 баллов - оценка «5»,  81-90 баллов - оценка «4»,  61- 80 баллов - оценка «3»,  60 и менее баллов - оценка «2»</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося</p>			
	ИТОГО за дисциплину	60	100	

**Таблица 10 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация – «экзамен»)**

**Таблица 11 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация - «экзамен»)**

**Дисциплина «Судовые электрические машины»**

	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
	Текущий контроль			
1	Посещение лекций (16 лекции- 32ч.)	5	15	1-16 недели
	Нет посещений (меньше 6 лекций) – 0 баллов, (10 лекций) 56% - 5 баллов; (14 лекции) 78% -8 баллов; (18 лекции) 100 % -15 баллов			
2	Выполнение лабораторных работ (9 лаб.-18ч.)	9	18	По расписанию
	Выполнение одной лаб/р – 2 балл, не в срок – 1 балл (выполнение фиксируется преподавателем)			
3	<i>Защита лабораторных работ</i>	18	27	3 - 16 неделя
	Защита одной лаб/р – от 2 до 3 баллов. Отличная защита – 3 балла, хорошая –2,5 балла, удовл. – 2 балл			
	ИТОГО за работу в семестре	32	60	16- неделя
	Промежуточная аттестация «экзамен»	10	40	
	Оценка «5» - 40 баллов, Оценка «4» - 20 баллов, Оценка «3» - 10 балл			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	60	100	Сессия
	<p>Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p>Шкала баллов для определения итоговой оценки:  91 - 100 баллов - оценка «5»,  81-90 баллов - оценка «4»,  61- 80 баллов - оценка «3»,  60 и менее баллов - оценка «2»</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося</p>			

	ИТОГО за дисциплину	60	100	
--	---------------------	----	-----	--

**Таблица 12 - Технологическая карта промежуточной аттестации (промежуточная аттестация курсовая работа/проект)**

№	Критерии оценивания	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Выполнение курсовой работы/проекта</b>				
1.	Степень полноты обзора состояния вопроса и корректность постановки задачи	min	max	
2.	Качество литературного обзора (широта эрудиции, обоснование темы и подхода)	min	max	
3.	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, расчетов	min	max	
4.	Степень комплексности работы, применение в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	min	max	
5.	Применение современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий	min	max	
6.	Качество оформления (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандартов)	min	max	
7.	Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту	min	max	
8.	Обоснованность и доказательность выводов работы	min	max	
...	.....	min	max	
n.	Своевременная сдача на проверку курсовой работы/проекта	min	max	
	<b>ИТОГО</b>	min - 60	max - 80	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Защита курсовой работы/проекта</b>	min – 10	max - 20	
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ЗА КУРСОВУЮ РАБОТУ</b>	<b>min - 70</b>	<b>max - 100</b>	