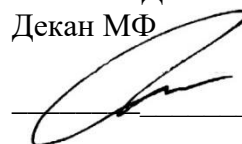


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан МФ



/С.Ю. Труднев/

«17» марта 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Судовые электроприводы»**

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  
2021

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» 17.03.2021 г., протокол № 9 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ (ПравилоШ/6 МК ПДНВ с поправками, Раздел А-Ш/6).

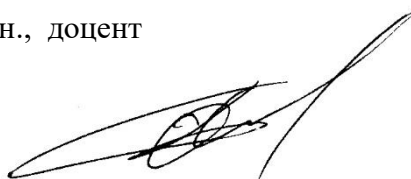
Составитель рабочей программы  
Зав. кафедры «ЭУЭС», к.т.н.



Белов О.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭУЭС»  
«17» марта 2021 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой «ЭУЭС» к.т.н., доцент



«17» марта 2021 г.

Белов О.А.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель** освоения дисциплины «Судовые электроприводы» заключается в усвоении основных свойств и сущности физических процессов, протекающих в электроприводах с машинами постоянного и переменного тока, теоретическое и практическое изучение режимов работы и рабочих характеристик электродвигателей и производственных механизмов, а также их взаимозависимость, привитие навыков управления рабочими режимами в системе электропривода, изучение электрических схем судовых электроприводов, анализ нестандартных ситуаций в работе электропривода и способов их устранения, освоение основ расчета и проектирования электроприводов различных судовых устройств, систем и производственных механизмов, в формировании теоретических знаний, умений и практических навыков при проектировании, эксплуатации и определении работоспособности судового автоматизированного электропривода в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

Основные **задачи** курса:

- изучение законов движения электропривода и основных уравнений, описывающих его работу;
- изучение механических характеристик электроприводов постоянного и переменного тока, способов регулирования скорости вращения, физических процессов, протекающих в автоматизированных электроприводах при динамических режимах работы;
- определение мощности исполнительных двигателей с учетом конкретных рабочих машин основных судовых механизмов и устройств;
- изучение принципов автоматического регулирования координат электропривода;
- изучение схем управления судовыми автоматизированными электроприводами;
- приобретение опыта расчета и выбора основных элементов электропривода.

В процессе обучения необходимо стремиться к формированию способности курсантов и студентов самостоятельно решать технические вопросы, возникающие при эксплуатации и техническом обслуживании судового электропривода, 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 (**ПК-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.

Таблица 1

ПК-1	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соот-	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> . Демонстрирует навыки безопасного технического использования судового электрооборудования и средств автоматики.  ИД-2 <sub>ПК-1</sub> . Понимает организацию	<b>Знать:</b>	<b>З(ПК-1)1</b>
			<ul style="list-style-type: none"><li>– законы движения электропривода и основные уравнения, описывающие его работу, физические процессы, протекающие в системе электропривода при переходных режимах работы;</li><li>– электромеханические свойства двигателей постоянного и переменного тока;</li></ul>	<b>З(ПК-1)2</b>

	<p>ветствии с международными и национальными требованиями.</p>	<p>технического обслуживания, диагностирования и ремонта судового электрооборудования и средств автоматизации.</p> <p>ИД-3<sub>ПК-1</sub>. Обладает необходимыми знаниями для проведения диагностики судового электрооборудования и средств автоматизации.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы управления и автоматизации судового электропривода;</li> <li>– назначение, состав и режимы работы автоматизированных комплексов судовых электроприводов, организацию их эксплуатации, технического обслуживания и ремонта;</li> <li>– требования Регистра к установленным на судах электроприводам, перспективы развития и совершенствования электроприводов.</li> </ul>	<p><b>З(ПК-1)3</b></p> <p><b>З(ПК-1)4</b></p> <p><b>З(ПК-1)5</b></p>
			<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– производить расчеты, построение и анализ электромеханических и механических характеристик электроприводов, определять оптимальные режимы их работы;</li> <li>– производить расчеты и выбор электродвигателя для электропривода различных судовых устройств, систем и производственных механизмов;</li> <li>– использовать справочную литературу для выбора электродвигателя и аппаратуры управления электроприводом;</li> <li>– читать электрические схемы управления электроприводами и использовать их для обеспечения качественной эксплуатации судовых систем, устройств и производственных механизмов.</li> </ul>	<p><b>У(ПК-1)1</b></p> <p><b>У(ПК-1)2</b></p> <p><b>У(ПК-1)3</b></p> <p><b>У(ПК-1)4</b></p>
			<p><b>Приобрести навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– эксплуатации судового электропривода на оптимальных режимах работы;</li> <li>– построения и чтения электрических схем;</li> <li>– поиска и устранения типичных неисправностей, возникающих в электрических схемах управления электроприводами судовых систем, устройств и производственных механизмов;</li> <li>– обеспечения качественной технической эксплуатации судовых автоматизированных комплексов и отдельных электроприводов.</li> </ul>	<p><b>П(ПК-1)1</b></p> <p><b>П(ПК-1)2</b></p> <p><b>П(ПК-1)3</b></p> <p><b>П(ПК-1)4</b></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

<b>Сфера компетентности</b>	<b>Знание, понимание и профессиональные навыки</b>	<b>Методы демонстрации компетентности</b>	<b>Критерии для оценки компетентности</b>
Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления.	Начальное понимание работы механических систем, включая: .1 первичные двигатели, в том числе главную двигательную установку; .2 вспомогательные механизмы в машинном отделении; .3 системы управления рулем; .4 системы обработки грузов; .5 палубные механизмы; .6 бытовые судовые системы. Начальное знание теплопередачи, механики и гидромеханики. Знание следующего: Электроприводы.	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: .1 одобренный опыт работы; .2 одобренный опыт подготовки на учебном судне; .3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо; .4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования.	Эксплуатация оборудования и систем соответствует руководствам по эксплуатации. Рабочие характеристики соответствуют техническим спецификациям.
Наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами.	Подготовка систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами к работе.	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: .1 одобренный опыт работы; .2 одобренный опыт подготовки на учебном судне; .3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо; .4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования.	Наблюдение за главной двигательной установкой и вспомогательными системами является достаточным для поддержания безопасных условий эксплуатации.
Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управ-	Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления:	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:	Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избежанию загрязнения морской

ления.	<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>	.3 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования.	<p>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 предпринимаются действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с учетом преобладающих обстоятельств и условий.</p>
Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования).	<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>Проверка, обнаружение неисправностей и техническое обслуживание, а также восстановление электрического и электронного контрольного оборудования до рабочего состояния.</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>Воздействие неисправностей на взаимосвязанные двигательную установку и системы точно определяется, судовые технические чертежи правильно читаются, измерительные и калибровочные приборы правильно используются и предпринятые действия обоснованы.</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 безопасности. Принятые меры приводят к восстановлению систем автоматики и управления методами, наиболее подходящими и соответствующими преобладающим обстоятельствам и условиям.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Судовые электроприводы» является » базовой, знакомит курсантов и студентов с системой электропривода, обеспечивает их подготовку в области технической эксплуатации судовых электроприводов и устройств, способствует развитию навыков по выбору судового электрооборудования, выполнению диагностирования и определению причин его отказов. Данная дисциплина базируется на совокупности таких дисциплин, как «Судовые электрические машины», «Теоретические основы электротехники» и «Судовая электроника и судовая преобразовательная техника».

Знания, умения и навыки, полученные студентами в ходе изучения дисциплины «Судовые электроприводы» должны служить базой при изучении дисциплин, «Гребные электрические установки», «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы», необходимыми для прохождения производственной практики (научно-исследовательской работы), преддипломной практики, а также для подготовки выпускной квалификационной работы.

### 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
Тема 1. Механика электропривода	30	14	6	2	6	16	Опрос, тест	
Тема 2. Электромеханические и регулировочные свойства электроприводов постоянного тока	26	20	8	2	10	6	Расчетно-графическое задание, опрос, тест	
Тема 3. Электромеханические свойства электродвигателей переменного тока	26	20	8	2	10	6	Тест, опрос	
Тема 4. Выбор электродвигателей и проектирование электропривода	26	16	8	4	4	10	Тест, опрос	
Тема 5. Управление электроприводами	36	28	8	10	10	8	Опрос	
Тема 6. Электроприводы рулевых устройств	26	10	2	6	2	16	Тест, опрос	
Тема 7. Электроприводы якорно-швартовых устройств	26	10	2	6	2	16	Тест, опрос	
Тема 8. Электроприводы грузовых устройств	26	14	3	8	3	12	Тест, опрос	
Тема 9. Электроприводы вспомогательных механизмов силовых установок и судовых систем	30	14	4	8	2	16	Тест, опрос	
<b>Курсовой проект</b>	27						Защита	27
<b>Экзамен</b>	9						Коллоквиум	9
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>146</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>106</b>		<b>36</b>

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
Тема 1. Механика электропривода	30	6	2	2	2	24	Опрос, тест	
Тема 2. Электромеханические и регулировочные свойства электроприводов постоянного тока	26	6	2	2	2	20	Расчетно-графическое задание, опрос, тест	
Тема 3. Электромеханические свойства электродвигателей переменного тока	28	8	2	2	4	20	Тест, опрос	
Тема 4. Выбор электродвигателей и проектирование электропривода	38	5	2	2	1	33	Тест, опрос	
Тема 5. Управление электроприводами	28	8	2	2	4	20	Опрос	
Тема 6. Электроприводы рулевых устройств	25	5	2	2	1	20	Тест, опрос	
Тема 7. Электроприводы якорно-швартовых устройств	34	4	2	1	1	30	Тест, опрос	
Тема 8. Электроприводы грузовых устройств	34	4	2	1	1	30	Тест, опрос	
Тема 9. Электроприводы вспомогательных механизмов силовых установок и судовых систем	36	6	2	2	2	30	Тест, опрос	
<b>Курсовой проект</b>	4						Защита	4
<b>Экзамен</b>	5						Коллоквиум	5
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>52</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>227</b>		<b>9</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

##### Тема 1. Механика электропривода

###### Лекция 1.1

###### Рассматриваемые вопросы:

Основные понятия и определения. Силы и моменты, действующие в электроприводе. Приведение моментов к валу электродвигателя. Уравнение движения электропривода.

##### Тема 2. Электромеханические и регулировочные свойства электроприводов постоянного тока

###### Лекция 2.1

###### Рассматриваемые вопросы:

Понятие о механических и электромеханических характеристиках. Механические характеристики электродвигателей и рабочих механизмов. Механические характеристики электродвигателей в двигательных режимах.

###### Лекция 2.2

###### Рассматриваемые вопросы:

Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателя с параллельным возбуждением. Влияние параметров двигателя с параллельным возбуждением и сети на механические характеристики. Пуск и ход двигателя с параллельным возбуждением. Показатели регулиро-



вания скорости электродвигателей. Регулирование скорости двигателя с параллельным возбуждением. Механические характеристики электродвигателей в тормозных режимах. Торможение и реверсирование двигателя с параллельным возбуждением.

#### *Лекция 2.3*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Естественные электромеханическая и механическая характеристики двигателя с последовательным возбуждением. Построение искусственных характеристик двигателя с последовательным возбуждением. Пуск и ход двигателя с последовательным возбуждением. Регулирование скорости двигателя с последовательным возбуждением. Торможение двигателя с последовательным возбуждением.

#### *Лекция 2.4*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Механические характеристики двигателя со смешанным возбуждением. Пуск, регулирование скорости и тормозные режимы двигателя со смешанным возбуждением. Расчет механических характеристик электродвигателей. Особенности механических характеристик электродвигателей при питании их от аккумуляторной батареи.

### **Тема 3. Электромеханические свойства электродвигателей переменного тока**

#### *Лекция 3.1*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Исходные положения. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя. Симметричные режимы работы асинхронного двигателя.

#### *Лекция 3.2*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Механическая характеристика асинхронной машины в двигательных режимах. Механическая характеристика асинхронной машины в тормозных режимах.

#### *Лекция 3.3*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Механическая характеристика асинхронной машины в несимметричных режимах. Пуск, регулирование скорости, торможение электроприводов с асинхронными двигателями.

#### *Лекция 3.4*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Электромеханические и регулировочные свойства электроприводов с синхронными двигателями. Механическая и угловая характеристики синхронных двигателей. Пуск, регулирование скорости, торможение электроприводов с синхронными двигателями.

### **Тема 4. Выбор электродвигателей и проектирование электропривода**

#### *Лекция 4.1*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Порядок проектирование электроприводов. Факторы, определяющие выбор электродвигателя. Особенности конструктивного исполнения судовых электродвигателей.

#### *Лекция 4.2*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Классификация режимов работы двигателей. Нагрузочные диаграммы электроприводов. Нагревание и охлаждение электрических машин. Стандартные режимы работы электродвигателей.

#### *Лекция 4.3*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Определение мощности электродвигателя. Выбор мощности двигателя при длительном режиме работы. Выбор мощности двигателя при кратковременном режиме работы. Выбор мощности двигателя при повторно-кратковременном режиме работы.

## **Тема 5. Управление электроприводами**

### *Лекция 5.1*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Особенности характеристик судовых электродвигателей. Конструктивные особенности и защищенность электродвигателей. Многоскоростные асинхронные двигатели в судовом приводе. Работа судового электропривода при изменении напряжения и частоты. Работа судового электропривода при питании от источника соизмеримой мощности. Особенности аппаратуры управления и защиты судовых электроприводов.

### *Лекция 5.2*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Классификация, построение и правила чтения электрических схем. Способы управления электроприводами. Магнитные усилители в схемах управления. Тиристорные электропривода. Общие вопросы техники безопасности при эксплуатации электроприводов. Защита судовых электроприводов.

## **Тема 6. Электроприводы рулевых устройств**

### *Лекция 6.1*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Общая характеристика рулевых электроприводов и требования к ним. Гидродинамические характеристики рулей и нагрузки на баллере. Передаточные механизмы электроприводов рулевых устройств. Нагрузочные диаграммы рулевых электроприводов. Структурные схемы и кинематические механизмы управления РЭГ-приводами. Электрические элементы схем управления рулем РЭГ-приводов. Схемы управления РЭГ-приводами. Схемы управления секторными рулевыми электроприводами. Мощность и энергетическое состояние ИД РЭМ-приводов. Мощность и энергетическое состояние ИД РЭГ-приводов. Системы автоматического управления рулем. Эксплуатация рулевых электроприводов.

## **Тема 7. Электроприводы якорно-швартовых устройств**

### *Лекция 7.1*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Назначение и основные элементы якорно-швартовых устройств. Мощность электродвигателей системы управления и защиты якорно-швартовых устройств. Состояния якорной цепи и нагрузочная диаграмма при съемке с якоря. Энергетические показатели ИД в процессе съемки с якоря. Режимы работы электропривода якорно-швартовых устройств. Расчет электропривода якорно-швартовых устройств. Схемы управления электроприводами якорно-швартовых устройств. Автоматические швартовые лебедки. Эксплуатация якорно-швартовых устройств.

## **Тема 8. Электроприводы грузовых устройств**

### *Лекция 8.1*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Назначение и классификация грузоподъемных механизмов. Режимы работы и нагрузочные диаграммы электропривода грузовых лебедок и кранов. Электроприводы механизмов поворота и передвижения. Энергетика электродвигателей в грузовом электроприводе. Аппаратура управления и устройства защиты электроприводов грузоподъемников. Автоматизированные системы управления электроприводами грузоподъемников. Особенности электроприводов судовых лифтов. Электроприводы шлюпочных волновых подъемников. Особенности работы электрооборудования грузоподъемников с электрогидроприводом. Расчет электропривода грузоподъемных устройств. Схемы управления электроприводами грузовых лебедок и кранов. Электроприводы буксирных лебедок. Техническая эксплуатация электроприводов судовых грузоподъемных механизмов.

## Тема 9. Электроприводы вспомогательных механизмов силовых установок и судовых систем

### Лекция 9.1

#### Рассматриваемые вопросы:

Основные параметры вспомогательных механизмов. Электроприводы судовых насосов. Электроприводы подруливающих устройств. Электроприводы успокоителей качки. Электроприводы автоматических буксирных лебедок. Электроприводы системы открывания судов. Электроприводы вентиляторов, воздуходувок и компрессоров. Управление электроприводами вспомогательных устройств.

### Темы и задания на практические занятия

Темы и задания на практические занятия приведены в учебно-методическом пособии [3].

### Темы лабораторных занятий

*Лабораторная работа № 1.* Определение механической характеристики  $n=f(M)$  двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

*Лабораторная работа № 2.* Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением изменением сопротивления цепи якоря.

*Лабораторная работа № 3.* Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением изменением напряжения якоря при питании от источника ЭДС.

*Лабораторная работа № 4.* Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением изменением напряжения якоря при питании от тиристорного преобразователя.

*Лабораторная работа № 5.* Определение координат электропривода с двигателем постоянного тока параллельного возбуждения в генераторном, двигательном и тормозном режимах.

*Лабораторная работа № 6.* Определение механической характеристики  $n=f(M)$  трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

*Лабораторная работа № 7.* Определение механической характеристики  $n=f(M)$  трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.

*Лабораторная работа № 8.* Регулирование частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором изменением напряжения статора.

*Лабораторная работа № 9.* Регулирование частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором согласованным изменением частоты и напряжения статора.

*Лабораторная работа № 10.* Регулирование частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором изменением сопротивления реостата в цепи ротора.

*Лабораторная работа № 11.* Определение координат электропривода системы «Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором – электрическая сеть промышленной частоты» в генераторном, двигательном и тормозном режимах.

*Лабораторная работа № 12.* Определение координат электропривода системы «Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором – преобразователь частоты» в генераторном, двигательном и тормозном режимах.

*Лабораторная работа № 13.* Пуск трехфазного синхронного двигателя.

*Лабораторная работа № 14.* Снятие  $U$ -образной характеристики  $I=f(I_f)$  трехфазного синхронного двигателя.

*Лабораторная работа № 15.* Регулирование реактивной мощности трехфазного синхронного двигателя изменением возбуждения.

*Лабораторная работа № 16.* Определение координат электропривода системы «Трехфазный синхронный двигатель – электрическая сеть промышленной частоты» в генераторном и двигательном режимах.

*Лабораторная работа № 17.* Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с регулированием по скорости».

*Лабораторная работа № 18.* Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель

постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по скорости». *Лабораторная работа № 19.* Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по напряжению». *Лабораторная работа № 20.* Электропривод системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с регулированием по скорости».

Конкретные задания при выполнении лабораторных работ приведены в учебно-методическом пособии [3].

## **5. Курсовой проект**

### **5.1. Цель и задачи курсового проектирования**

Целью курсового проектирования является углубленное изучение теоретического материала по дисциплине «Судовые электроприводы»; ознакомление с основными приемами инженерной методики проектирования судового автоматизированного электропривода с учетом использования новейших достижений в области их проектирования и производства; подготовка курсантов к самостоятельному решению задач при расчете, изготовлении, ремонте и эксплуатации электроприводов.

Задачей курсового проекта является расчет и конструирование грузового электропривода или электропривода якорно-швартового устройства согласно заданию.

При этом необходимо:

выбрать и начертить кинематическую схему грузовой лебедки и брашпиля (шпиля) в соответствии с курсовым заданием;

произвести предварительный расчет и выбрать электродвигатель по мощности используя каталоги для электроприводов морских судов;

построить механические характеристики выбранных двигателей;

рассчитать и построить нагрузочную диаграмму и проверить соответствие выбранного двигателя;

произвести проверку выбранных двигателей на нагрев и провал напряжения;

выбрать схему управления для рассчитанного электропривода и начертить ее;

выбрать коммутационную, защитную и аппаратуру управления для рассчитанного электропривода и его схемы;

составить соответствующий каталог сечения кабелей, марки тормоза и приложить к схеме;

для схемы внешних соединений составить монтажную схему.

### **5.2. Организация проектирования**

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

Законченный курсовой проект следует представить на проверку.

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.

## **6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

### **6.1. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов**

Основными формами самостоятельной работы студентов при освоении дисциплины являются: проработка вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, изучение основной и дополни-

тельной литературы, конспектирование материалов, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, тестированию, к написанию курсового проекта, подготовка к промежуточной и итоговой аттестации.

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной учебно-методической литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме расчетных задач;
- конспектирование первоисточников и учебной литературы;
- подготовка к текущему и итоговому контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

## **7. Рекомендуемая литература**

### **7.1. Основная литература**

1. Чекунов К.А. Судовые электроприводы и электродвижение судов: учебник / К.А. Чекунов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1986. – 352 с.
2. Белов О.А. Судовые электроприводы. Основы теории и динамики переходных процессов: учеб.пособие / О.А. Белов. – М.: МОРКНИГА, 2016г. – 188 с.
3. Белов О.А. Судовые электроприводы: учебно-методическое пособие / О.А. Белов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019г. – 117 с.б.2.

### **7.2 Дополнительная литература**

4. Фесенко В.И. Электроприводы промысловых судов / В.И. Фесенко. – М.: Колос, 1992. – 368 с.
5. Автоматизированный электропривод / Под общ. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 544 с.
6. Москаленко В.В. Электрический привод: учеб. пособие / В.В. Москаленко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2004. – 368 с.
7. Фрейдзон И.Р. Судовые автоматизированные электроприводы и системы: учебник / И.Р. Фрейдзон. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 472 с.
8. Головин Ю.К. Судовые электрические приводы: учебник / Ю.К. Головин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 327 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
2. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
3. Информационный портал для моряков «Морской трекер»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://seatracker.ru/>
4. Группа компаний «ГалСен»: Инженерно-производственный центр «Учебная техника» (головное предприятие) и «Учебная техника-ГалСен»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://galsen.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических (семинарских) и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации, а также написание курсового проекта.

**Лекции** нацелены на теоретическое и практическое изучение основных свойств и сущности физических процессов, протекающих в электроприводах с машинами постоянного и переменного тока, режимов работы и рабочих характеристик электродвигателей и производственных механизмов, а также их взаимозависимость, привитие навыков управления рабочими режимами в системе электропривода, изучение электрических схем судовых электроприводов, анализ нестандартных ситуаций в работе электропривода и способов их устранения, освоение основ расчета и проектирования электроприводов различных судовых устройств, систем и производственных механизмов, в формировании теоретических знаний, умений и практических навыков при проектировании, эксплуатации и определении работоспособности судового автоматизированного электропривода в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

В ходе лекций курсантам и студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

**Целью проведения практических занятий** является закрепление знаний курсантов и студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме решения расчетных задач, на практических занятиях разбираются методики расчета задач по инженерным расчетам, необходимым при проектировании систем электропривода, изучаются способы правильного и обоснованного выбора типов двигателей для электроприводов.

**Целью проведения лабораторных занятий** является ознакомление с устройством, принципом действия и характеристиками электроприводов постоянного и переменного тока; закрепление теоретических знаний в области судового электропривода, получение навыков их экспериментального исследования, а также обработки полученных результатов; приобретение навыков чтения и сборки электрических схем, включения и испытания электроприводов 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; приобретение навыков решения прикладных задач, практического применения теоретических знаний при эксплуатации судового электропривода.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

### 1. Лекция:

– лекция-визуализация – подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

### 2. Практическое занятие:

– Кейс-метод (разбор конкретных производственных ситуаций), коллективные решения задач. При выполнении работ студент должен самостоятельно изучить методические рекомендации по проведению конкретной работы; выполнить соответствующие расчеты; пользоваться справочной и технической литературой.

### 3. Лабораторное занятие:

– Работа в малых группах, моделирование производственных процессов и ситуаций.

Для успешного выполнения лабораторной работы необходимо повторить основные теоретические положения, касающиеся данной работы, уяснить цель работы, определить количество,

назначение и порядок проведения опытов, разобраться в электрической схеме, которую нужно собрать на лабораторном стенде, разобраться в принятых условных обозначениях. Необходимо проверить наличие на лабораторном стенде нужного оборудования, измерительных приборов и источников питания, визуально убедиться в их исправности.

Приступая к сборке экспериментальной схемы, следует учесть замечания и рекомендации преподавателя относительно данной лабораторной работы, убедиться, что выводные клеммы источников питания обесточены, а указатели ЛАТРов установлены на нулевое положение.

Во время подготовки к проведению лабораторной работы необходимо заранее заготовить таблицы для записи экспериментальных данных. Такой черновик заготавливается один на бригаду в отдельной тетради. После сборки на лабораторном стенде электрической схемы необходимо обязательно пригласить преподавателя для проверки собранной схемы и готовности бригады к выполнению лабораторной работы. Снятые экспериментальные данные сначала заносятся в заранее подготовленные таблицы черновика.

При выполнении лабораторной работы не следует превышать номинальные значения токов и напряжений испытываемых машин, если это отдельно не оговорено в руководстве к работе. Следует внимательно и бережно относиться к измерительным приборам, пределы их измерений следует устанавливать с некоторым запасом относительно предполагаемых значений экспериментальных данных. Для повышения точности измерений допускается во время проведения опыта менять пределы измерения физической величины, но делать это следует с учетом особенностей измерительного прибора.

Черновик с полностью проведенными расчетами и построенными графиками предъявляется преподавателю для проверки. Если работа выполнена правильно, преподаватель дает разрешение оформлять отчет. Если же при проверке черновиков обнаруживаются ошибки или недостаточное количество экспериментальных данных, бригада возвращается к стенду для уточнения и дополнения измерений.

Каждый курсант (студент) производит обработку результатов и составляет отчет по лабораторной работе самостоятельно.

Лабораторные стенды являются действующими электрическими установками и при определенных условиях могут стать источником поражения током. Поэтому следует всегда помнить и соблюдать необходимые меры предосторожности и правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Курсанты и студенты, нарушившие правила техники безопасности и поведения в лаборатории, отстраняются от выполнения лабораторной работы. В случае порчи оборудования из-за несоблюдения установленных правил, виновные несут материальную ответственность.

В целом внеаудиторная **самостоятельная работа студента** при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной учебно-методической литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме расчетных задач;
- конспектирование первоисточников и учебной литературы;
- подготовка к текущему и итоговому контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на подготовку к практическим и лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям по дисциплине «Судовые электроприводы» предполагает умение работать с первичной информацией.

В ходе освоения дисциплины студенты набирают 100 баллов посредством выполнения предусмотренных видов учебно-познавательной деятельности.

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

### ***10.1 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.

### ***10.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор MicrosoftWord;
- электронные таблицы MicrosoftExcel;
- презентационный редактор MicrosoftPowerPoint;
- программа проверки текстов на предмет заимствования«Антиплагиат».

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) 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 электроприводы»;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- лабораторные стенды.