

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/

« 12 » 04 2019 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

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 (Правило III/6 МК ПДНВ с поправками, Раздел А-III/6).

Составитель рабочей программы

Зав. кафедры «ЭУЭС», к.т.н.



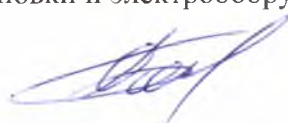
Белов О.А.

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

**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, протекающие 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 (**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.

Таблица 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,	ИД-1 <sub>ПКС-1</sub> . Умеет осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;	<b>Знать:</b> – законы движения электропривода и основные уравнения, описывающие его работу, физические процессы, протекающие в системе электропривода	З(ПКС-1)1

	<p>диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями</p>	<p>ИД-2<sub>ПКС-1</sub>. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями;</p> <p>ИД-3<sub>ПКС-1</sub>. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями.</p>	<p>при переходных режимах работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электромеханические свойства двигателей постоянного и переменного тока;</li> <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>З(ПКС-1)2</p> <p>З(ПКС-1)3</p> <p>З(ПКС-1)4</p> <p>З(ПКС-1)5</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>У(ПКС-1)1</p> <p>У(ПКС-1)2</p> <p>У(ПКС-1)3</p> <p>У(ПКС-1)4</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>П(ПКС-1)1</p> <p>П(ПКС-1)2</p> <p>П(ПКС-1)3</p> <p>П(ПКС-1)4</p>

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	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 спецификациями
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 вспомога-	Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые	Экзамен и оценка результатов подготовки,	Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации,

<p>тельных механизмов и связанных с ними систем управления</p>	<p>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>полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.3 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>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 предпринимаются действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с учетом преобладающих обстоятельств и условий</p>
<p>Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования)</p>	<p>Конструкция и работа электрического контрольноизмерительного 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>
<p>Техническое обслуживание и ремонт электрических, электронных систем и систем управления палубными механизмами и грузоподъемным оборудованием</p>	<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</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>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 вос-</p>

	обслуживание, а также восстановление электрического и электронного контрольного оборудования до рабочего состояния	.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования	становлению систем автоматики и управления методами, наиболее подходящими и соответствующими преобладающим обстоятельствам и условиям
--	--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Судовые электроприводы» является 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
Тема 1. Механика электропривода	30	14	6	2	6	16	Опрос, тест	
Тема 2. Электромеханические и регулировочные свойства электроприводов постоянного тока	36	20	8	2	10	16	Расчетно-графическое задание, опрос, тест	
Тема 3. Электромеханические свойства электродвигателей переменного тока	36	20	8	2	10	16	Тест, опрос	
Тема 4. Выбор электродвигателей и проектирование электропривода	34	16	8	4	4	18	Тест, опрос	
Тема 5. Управление электроприводами	44	28	8	10	10	16	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	10	2	6	2	16	Тест, опрос	
Тема 9. Электроприводы вспомогательных механизмов силовых установок и судовых систем	30	14	4	8	2	16	Тест, опрос	
<b>Курсовой проект</b>							Защита	КП
<b>Экзамен</b>	36						Коллоквиум	36
<b>Итого</b>	<b>324</b>		<b>48</b>	<b>46</b>	<b>48</b>	<b>146</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
-----------------------------	-------------	--------------------	--	------------------------	-------------------------	----------

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1							8	9
Тема 1. Механика электропривода	34	7	4	2	1	27	Опрос, тест	
Тема 2. Электромеханические и регулировочные свойства электроприводов постоянного тока	36	7	4	2	1	29	Расчетно-графическое задание, опрос, тест	
Тема 3. Электромеханические свойства электродвигателей переменного тока	36	7	4	2	1	29	Тест, опрос	
Тема 4. Выбор электродвигателей и проектирование электропривода	38	9	4	4	1	29	Тест, опрос	
Тема 5. Управление электроприводами	41	8	4	2	2	33	Опрос	
Тема 6. Электроприводы рулевых устройств	33	5	2	2	1	28	Тест, опрос	
Тема 7. Электроприводы якорно-швартовых устройств	32	4	2	1	1	28	Тест, опрос	
Тема 8. Электроприводы грузовых устройств	32	4	2	1	1	28	Тест, опрос	
Тема 9. Электроприводы вспомогательных механизмов силовых установок и судовых систем	33	5	2	2	1	28	Тест, опрос	
<b>Курсовой проект</b>							Защита	КП
<b>Экзамен</b>	9						Коллоквиум	9
<b>Итого</b>	<b>324</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>259</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 регулирования 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 электропроводами. Магнитные усилители в схемах управления тиристорными электроприводами. Общие вопросы техники безопасности при эксплуатации электроприводов. Защита судовых электроприборов.

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

### **5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов**

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

## **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. Определение электропривода и его структурная схема.
2. Краткая классификация электроприводов.
3. Силы и моменты, действующие в системе электропривода.
4. Уравнение движения электропривода.
5. Понятие о переходных режимах.
6. Приведение статических моментов к валу двигателя.  
Приведение моментов инерции к валу двигателя.

8. Приведение поступательно движущихся масс к валу двигателя.
9. Понятие о механических и электромеханических характеристиках.
10. Естественная механическая характеристика двигателя с параллельным возбуждением.
11. Влияние параметров двигателя с параллельным возбуждением на механические характеристики.
12. Пуск в ход двигателя с параллельным возбуждением.
13. Показатели регулирования скорости электродвигателей.
14. Регулирование скорости двигателя с параллельным возбуждением способом включения в цепь якоря добавочных сопротивлений.
15. Регулирование скорости двигателя с параллельным возбуждением способом шунтирования якоря.
16. Регулирование скорости двигателя с параллельным возбуждением способом ослабления магнитного потока.
17. Способы торможения в системе судового электропривода.
18. Сущность рекуперативного торможения (на примере двигателя с параллельным возбуждением).
19. Сущность динамического торможения (на примере двигателя с параллельным возбуждением).
20. Сущность торможения противовключением (на примере двигателя с параллельным возбуждением).
21. Естественная электромеханическая и механическая характеристики двигателя с последовательным возбуждением.
22. Способы регулирования скорости двигателя с последовательным возбуждением.
23. Торможения двигателя с последовательным возбуждением.
24. Механические характеристики двигателя со смешанным возбуждением.
25. Основные режимы работы двигателя со смешанным возбуждением.
26. Система генератор-двигатель и ее основные режимы работы.
27. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя.
28. Механические характеристики асинхронных двигателей при симметричных режимах.
29. Способы пуска асинхронных двигателей в ход.
30. Способы регулирования скорости асинхронных двигателей.
31. Регулирование скорости АД с фазным ротором изменением активного сопротивления цепи ротора.
32. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.
33. Регулирование скорости АД изменением частоты тока питающей сети.
34. Рекуперативное торможение асинхронных двигателей.
35. Динамическое торможение асинхронных двигателей.
36. Торможение противовключением асинхронных двигателей.
37. Механическая и угловая характеристики синхронного двигателя.
38. Пуск, регулирование скорости и торможение синхронных двигателей.
39. Переходные процессы в электроприводах постоянного тока.
40. Переходные процессы в электроприводах переменного тока.
41. Механические и электромеханические переходные процессы.
42. Определение длительности переходных режимов.
43. Энергетика переходных процессов электроприводов.
44. Порядок проектирования электропривода.
45. Выбор типа и конструктивного исполнения электродвигателя.
46. Номинальная мощность и перегрузочная способность электропривода.
47. Определение мощности электродвигателя.
48. Нагрев и охлаждение электродвигателей.
49. Классификация режимов работы двигателей. Нагрузочные диаграммы.
50. Частотное управление электроприводов переменного тока.

## 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. – 38 экз.
2. Белов О.А. Судовые электроприводы. Основы теории и динамики переходных процессов: учеб. пособие / О.А. Белов. – М.: МОРКНИГА, 2016г. – 188 с. – 23 экз.
3. Белов О.А. Судовые электроприводы: учебно-методическое пособие / О.А. Белов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019г. – 117 с. – 20 экз.

## 7.2 Дополнительная литература

4. Фесенко В.И. Электроприводы промысловых судов / В.И. Фесенко. – М.: Колос, 1992. – 368 с. – 46 экз.
5. Автоматизированный электропривод / Под общ. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 544 с. – 10 экз.
6. Москаленко В.В. Электрический привод: учеб. пособие / В.В. Москаленко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2004. – 368 с. – 45 экз.
7. Фрейдзон И.Р. Судовые автоматизированные электроприводы и системы: учебник / И.Р. Фрейдзон. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 472 с. – 45 экз.
8. Головин Ю.К. Судовые электрические приводы: учебник / Ю.К. Головин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 327 с. – 9 экз.

## 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. Информационные 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 черновики 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. Курсовой проект**

### **10.1. 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.

## **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.

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.

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

## **12. 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.